

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA  
COORDENAÇÃO GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ENGENHARIA SIMULTÂNEA:  
POTENCIALIDADES E LIMITES**

Autor : LUÍS FERNANDO MELLONI

Santa Bárbara D'Oeste, SP  
Setembro de 1998

# **ENGENHARIA SIMULTÂNEA :**

## **POTENCIALIDADES E LIMITES**

Autor : Luís Fernando Melloni

Orientador : Prof. Dr. José Antonio Arantes Salles

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UNIMEP como exigência parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção, Área de concentração em Gerência de Produção.

Santa Bárbara D'Oeste, SP  
Setembro de 1998

## **BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. José Antonio Arantes Salles (Orientador)

Prof. Dr. José Benedito Sacomano

Profa. Dra. Rosângela Maria Vanalle

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais,  
à minha esposa Elisete.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela oportunidade.

Ao Professor Doutor José Antonio Arantes Salles, pela atenção, apoio e dedicação dispensados na elaboração e estruturação deste trabalho e pela solidariedade com que me orientou.

À Professora Doutora Rosangela M. Vanalle, pelo encaminhamento ao tema e objetividade com que me orientou na primeira fase do projeto.

Ao professor doutor Alceu Gomes Alves Filho, pelos conselhos e atenção na reestruturação do trabalho.

Aos amigos do Centro de tecnologia da UNIMEP, pelos diversos apoios recebidos, e em particular ao engenheiro Nivaldo Gagliardo pelo incentivo e convivência.

Em especial ao gerente da unidade de negócios das Indústrias Romi Unidade Fabril 14, engenheiro Carlos Eduardo Falcão e ao supervisor da engenharia de produtos e processos engenheiro Domingos Geraldo Martignago pela atenção dispensada e cordialidade.

## **RESUMO**

Este trabalho propõe uma recomendação para implantação de Engenharia Simultânea.

A recomendação de implantação proposta visa a fornecer subsídios para realizar uma mudança no processo tradicional de concepção, desenvolvimento e lançamento de um novo produto no mercado no qual invariavelmente demanda um longo “time to market” devido aos prazos dedicados à execução das atividades de cada departamento fase a fase do processo.

A Engenharia Simultânea é uma nova arma para redução do “time to market” aplicada ao processo de concepção ao lançamento de um novo produto no mercado e tem, na aplicação de times multifuncionais, o desenvolvimento de atividades em paralelo, simultaneamente, desde o início do processo de concepção do produto.

Este trabalho inclui sugestões do autor, que teve várias experiências em implantação de Engenharia Simultânea, ilustrando as potencialidades e os limites da Engenharia Simultânea.

### **Palavras Chave**

Engenharia Simultânea, Implantação, Times Multifuncionais

## **ABSTRACT**

### **SIMULTANEOUS ENGINEERING: POTENCIALITIES AND LIMITS.**

This work proposes a recommendation to the implementation of Simultaneous Engineering. It aims to supply subsidy to make a change in the traditional process of conception, development and launch of one new product in the market which sometimes takes a lot of time to make that because each department executes the activities of the process step by step.

The Simultaneous Engineering is a new tool to reduce the time to market and it has in team work the support to development the activities in paralel, simultaneously. This work attached the author's suggestions, which had several experiences in implementation of Simultaneous Engineering, and show its potencialities and limits.

#### **Key Words**

Simultaneous Engineering, Implementation, Teams

## SUMÁRIO

<b>Capítulo</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
I	Introdução	1
	1.1. A Engenharia Simultânea como objeto de estudo.	1
	1.2. Objetivos do estudo.	3
	1.3. Método utilizado.	4
	1.4. Estrutura do trabalho.	5
II	Do artesanato à nova ordem internacional	7
	2.1. As revoluções industriais	7
	2.2. O Fordismo	9
	2.3. O esgotamento do paradigma fordista	11
	2.4. Um novo modelo	13
	2.5. A Nova Ordem Internacional	20
III	A competição na produção	25
	3.1. Introdução	25
	3.2. As variáveis competitivas	31
	3.2.1. Qualidade	31
	3.2.2. Custo	33
	3.2.3. Tempo	35
	3.2.3.1. Flexibilidade	35
	3.2.3.2. Inovação	36
	3.2.3.3. Os requisitos por atuação no tempo	36
	3.3. As vantagens competitivas	42
	3.3.1. Introdução e conceitos	42
	3.3.2. O modelo do cone de areia	45
	3.3.3. A analogia das ondas de uma maré	46
	3.3.4. O ambiente competitivo	48



IV	A Engenharia Simultânea como arma competitiva	49
	4.1. Introdução	49
	4.2. A Engenharia Simultânea	50
	4.2.1. Conceitos e objetivos	50
	4.2.2. As ferramentas para a ES	56
	4.2.2.1. As ferramentas de base tecnológica	57
	4.2.2.2. As ferramentas de base técnica	58
	4.2.2.3. Os times multifuncionais	60
	4.2.2.3.1. Grupos e times	61
	4.2.2.3.2. Composição dos times	64
	4.2.2.3.3. Gerenciamento	65
	4.2.2.3.4. Classificação	67
	4.3.3. Vantagens da ES	68
	4.3.4. Limitações da ES	70
	4.3.5. Conclusão	70
V	A implantação da ES	72
	5.1. Introdução	72
	5.2. Os primeiros passos	73
	5.3. Onde estamos, onde pretendemos chegar?	75
	5.4. Formando os times	75
	5.5. Incluindo os fornecedores e clientes nos times	80
	5.6. Aplicação e resultados da ES	82
	5.7. Cuidados a serem tomados	84
	5.8. Conclusão	86
VI	Conclusão	89
VII	Referências bibliográficas	93
VIII	Bibliografia consultada	101

## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela</b>	<b>Denominação</b>	<b>Página</b>
01	Estágios da evolução dos sistemas de produção	14
02	Compatibilidades e incompatibilidades	26
03	Fatores determinantes da agilidade de resposta	40
04	Engenharia convencional versus Engenharia Simultânea	54
05	O que é e o que não é a Engenharia Simultânea	56
06	Diferenças conceituais entre grupos de trabalho e times	62
07	Diferenças entre a estrutura tradicional e a estrutura de times	62
08	A condição de comando e controle e melhoria contínua	65
09	Classificação dos times	67

## LISTA DE SIGLAS

<b>Sigla</b>	<b>Denominação</b>
CAD	Projeto Auxiliado por Computador
CAM	Manufatura Auxiliada pelo Computador
CEP	Controle Estatístico de Processo
CIM	Computador Integrado à Manufatura
CNC	Comando Numérico Computadorizado
CSCW	Computador como Suporte em Trabalhos Cooperativos
CUT	Central Única dos Trabalhadores
DFA	Projeto Voltado à Montagem
DFM	Projeto Voltado à Manufaturabilidade
DFMA	Projeto Voltado à Manufaturabilidade e Montagem
ES	Engenharia Simultânea
FIAT	Fábrica Internacional de Automóveis de Torino
GM	General Motors Company
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
JIT	Just In Time
MG	Estado de Minas Gerais
MTM	Gerenciamento dos Tempos e Movimentos
OMC	Organização Mundial do Comércio
PR	Estado do Paraná
QFD	Desdobramento da Função Qualidade
RJ	Estado do Rio de Janeiro
SP	Estado de São Paulo
TQM	Gerenciamento da Qualidade Total
TPM	Manutenção Produtiva Total



## **I - INTRODUÇÃO**

### **1.1. A engenharia simultânea como objeto de estudo.**

Desde o início do século XX até o final dos anos 70, a preocupação quanto aos lançamentos de novos produtos no mercado não era tão decisiva quanto hoje devido à própria corrente Fordista/Taylorista, que contribuía para que a produção em massa de um mesmo produto ou partes intercambiáveis para uma gama limitada de produtos fosse colocada no mercado durante um longo período (ciclo de vida longo do produto).

Até então, a atuação no tempo para redução nos prazos de lançamento de novos produtos não se fazia necessária, já que “o mercado poderia esperar”, dentre as poucas opções oferecidas. O advento da microeletrônica, quando aplicada a bens de produção, e as consecutivas crises do petróleo forçaram um novo paradigma em oposição à eficiência do paradigma fordista, principalmente no Japão.

As transformações nos sistemas de produção japoneses e a própria globalização da economia provocaram um aumento na competição mundial colocando mais competidores no mercado com produtos cada vez mais inovadores. Aí, então, a atuação nas variáveis competitivas qualidade, custo e principalmente tempo foram reenfocadas, e em maior importância quando relacionadas à área de produção.

Nas empresas pós-industriais, a necessidade de lançamento rápido de novos produtos torna-se crucial para a empresa alcançar uma posição de destaque frente a seus concorrentes. A variável competitiva tempo é talvez uma das mais importantes, pois pode proporcionar grande vantagem competitiva e retorno financeiro apreciável se bem utilizada. Aqueles que colocam produtos inovadores no mercado, geralmente, estabelecem padrões e podem, dentro da estratégia adotada, conferir maiores margens de lucro além de evidenciar a inovação do produto perante os seus concorrentes.

Os consumidores dos anos 90 exigem qualidade, preço e prazo de entrega conforme suas necessidades. Atuando de maneira a comprimir o tempo, as empresas reduzem os tempos de atravessamento do produto para assim agregar um percentual

maior de valor ao produto. Esta compressão do tempo contribui para a redução de fases nos processos de produção, dos tempos mortos e dos estoques, que não agregam valor algum ao cliente.

A redução do tempo passou a ser uma tônica dentro dos sistemas de produção pondo em prática aquele velho ditado “tempo é dinheiro” e assim foi trabalhada a redução de tempos de operações e “set-ups” que proporcionam diretamente uma redução do custo do produto ou uma maior lucratividade sobre o produto, ou ainda uma maior flexibilidade.

O objetivo de reduzir os tempos para alcançar um maior lucro ou uma nova colocação à frente do mercado, às vezes levava as empresas a trabalhar sobre um produto já desenvolvido alterando-se processos e materiais. Porém, em muitos casos, não é possível conseguir uma solução adequada e assim, ao invés de simplesmente alterar o produto, lançar um novo produto pode ser a solução. Esta dificuldade tem origem na dissociação entre projeto e fabricação, característica da organização industrial tradicional.

Os japoneses se dispuseram a projetar o produto de maneira que todos os seus atributos, inclusive o custo, pudessem ser considerados ainda na fase de desenvolvimento, envolvendo o pessoal dos grupos dedicados aos círculos de qualidade. Além disto, verificou-se que a grande redução no tempo de concepção e lançamento desses produtos aumentava a vantagem competitiva destas empresas.

A engenharia simultânea é proposta como uma arma estratégica e constitui-se de um conjunto de atitudes que proporciona o desenvolvimento de um novo produto, de forma concorrente ou simultânea, tomando-se proveito de grupos de trabalhos heterogêneos e multifuncionais, em vez da forma convencional na qual os projetistas projetam, depois os processistas processam, e depois, e depois ... Na maneira tradicional de desenvolver um novo produto é regra o tempo de desenvolvimento ser “estendido” e normalmente a área de produção dispor de pouco tempo para formular a estratégia do novo produto, como por exemplo a aquisição de equipamentos ou não, e alterações nas listas de materiais (“bill of material”) que permitem um maior aproveitamento dos equipamentos existentes, reduzindo os investimentos.

Este assunto vem sendo estudado desde finais dos anos 80 por alguns autores como LIKER *et al* (1996) e EVANS (1991) que apontam a Engenharia Simultânea como a única saída para as empresas pós-industriais conceberem seus novos produtos, pois as vantagens da ES são maiores que as do método tradicional.

A ES é um novo conceito aplicado ao processo de concepção e lançamento de novos produtos no mercado, cujo pilar fundamental encontra-se nos times multifuncionais e nas ferramentas auxiliares que proporcionam maiores facilidades de gestão, e, portanto, resultados mais previsíveis.

Como afirma HADDAD (1996) em pesquisa realizada numa indústria automobilística americana, o uso de times multifuncionais proporciona responsabilidade pelo projeto do início ao fim, e assim, permite aos membros do time um maior poder de decisão nos vários níveis e gera um espírito coletivo de propriedade pelo projeto.

Quanto às ferramentas usadas, EVANS (1991) demonstra que há três grandes categorias de ferramentas para a ES: as ferramentas de base tecnológica, as técnicas e a ferramenta essencial que é o trabalho em time.

Um conjunto de questões teóricas ainda não muito bem esclarecidas na literatura deverão ser tratadas neste trabalho principalmente as relacionadas à escolha da engenharia simultânea dentro do contexto de lançamento de novos produtos.

A implementação da ES e de suas ferramentas decorre de uma escolha estratégica por parte dos fabricantes sempre com o objetivo de manter os níveis de competitividade, preferencialmente com riscos menores.

## **1.2. Objetivos do estudo.**

O principal objetivo deste trabalho é mostrar a importância da ES como um novo conceito em relação ao modelo tradicional de concepção e lançamento de novos produtos, destacar suas potencialidades e suas limitações, e sugerir um caminho para a implantação da ES.

O método de desenvolvimento de produtos seqüencial ou tradicional é aquele em que as tarefas são executadas por departamentos específicos um após o outro,

causando descobertas de problemas normalmente tarde demais para uma solução de baixo custo. Para a solução é requerido muito esforço e perda de tempo, além dos riscos de poder desviar-se das características primordiais requeridas pelo cliente.

A ES consiste do desenvolvimento de produtos de forma paralela com alto grau de interações entre os elementos dos times. A solução de problemas ocorre de forma natural e não implica em grande perda de tempo, além de permitir sempre uma análise de múltiplas opções (SPRAGUE *et al*, 1991). Tem como principal objetivo estreitar o tempo entre a concepção e o lançamento no mercado com produtos e serviços dotados de alta qualidade e flexibilidade.

A contribuição deste trabalho é a de considerar todos os aspectos referentes à ES e dispô-los de forma organizada, já que normalmente são encontrados de forma fragmentada e específica na literatura, levantando questões e sugerindo soluções em vista de árduas experiências tidas no passado por falta de literatura sobre o tema. Será sugerido um caminho para a implantação da ES de modo a auxiliar aqueles que pretendem implementar esta arma estratégica relacionada à concepção, desenvolvimento e lançamento de um novo produto.

### **1.3. Método utilizado**

O método utilizado para a execução da dissertação é o denominado revisão bibliográfica, no qual pesquisas em livros e periódicos são feitas de modo a se apresentar uma heterogeneidade entre as definições de diversos autores. Entre as revistas ou periódicos que mais foram usados encontram-se a Harvard Business Review, Production and Management Journal, Revista da Administração de Empresas, Revista Gestão e Produção e Revista Máquinas e Metais. A revisão bibliográfica constitui o alicerce teórico para a análise das proposições que também se assenta na prática profissional do autor.

Inicialmente revisar-se-á a organização dos sistemas de produção desde o artesanato até o paradigma pós-industrial na qual a variável tempo passou a ter maior importância, principalmente quando aplicada à concepção e introdução de novos



produtos no mercado. É necessário compreender também as variáveis competitivas qualidade e custo e as relações entre elas.

Para caracterizar o atual panorama de competição será considerada a dinâmica do ambiente de competição através de algumas pesquisas realizadas por DE MEYER, NAKANE, MILLER & FERDOWS (1989) entre Europa, Estados Unidos e Japão no período de 1983 a 1986; DE MEYER (1992) na Europa no período de 1989 a 1992 e ROTH, GIFFI & SEAL (1992) nos EUA em 1988; e a reavaliação do método tradicional de desenvolvimento sequencial para um método que seja executado de forma paralela, apresentando a Engenharia Simultânea como uma arma competitiva para esta aplicação.

Embora este trabalho não se constitua num estudo de caso, relata as experiências do autor na implementação da ES em uma das unidades de negócios de uma empresa de máquinas-ferramenta, responsável pela produção de gabinetes elétricos para tornos e centros de usinagem a CNC. Estes relatos são baseados ainda em atas de reunião e num questionário endereçado aos participantes dos grupos de trabalho envolvidos.

A partir da revisão bibliográfica e da base empírica vivenciada pelo autor, serão sugeridos alguns passos para a implantação pouco traumática e efetiva da ES.

#### **1.4. Estrutura do trabalho.**

A partir da delimitação do objetivo e do método de estudo, apresentado nesta introdução, será discutido no capítulo II intitulado “Do artesanato à nova ordem internacional” a evolução dos sistemas de produção abordando-se desde o seu início no artesanato da economia feudal, passando-se pelas revoluções industriais e era industrial sob o paradigma Fordista/Taylorista e mais tarde à era pós-industrial. Serão demonstradas as principais características de cada período no que se refere aos sistemas de informações, criação do conhecimento, controles e formas de organização do trabalho e também o declínio de um sistema para a ascensão do próximo estágio e os motivos que levaram a isto. A relação deste capítulo com a ES refere-se a promover

uma introdução necessária a criar uma visão global da evolução da organização do trabalho em função das mudanças no ambiente competitivo.

No capítulo III “A competição na produção”, além dos conceitos das variáveis competitivas, de vantagem competitiva e da análise individual de qualidade, custo e tempo, são citados alguns modelos tradicionais quanto à relação destas variáveis. A variável tempo é enfocada de forma especial pois é a partir daí que todo o processo de desenvolvimento de um novo produto pode ser reduzido. Os fabricantes cada vez mais priorizam a busca de vantagens na produção. É verificada a rápida evolução do mercado e dos fabricantes, que dirigem seus esforços em direção à área produtiva usando os demais setores como “staff” para obtenção das vantagens competitivas. Neste capítulo, a ES surge como uma nova solução referente à necessidade de revisão dos métodos de concepção e desenvolvimento de produtos por exigência do ambiente competitivo.

No capítulo IV “A engenharia simultânea como arma competitiva”, conceitua-se ES, assim como seus objetivos, discute-se a necessidade de utilização de ferramentas como times multifuncionais, CAD, DFMA, QFD e as vantagens e limitações da ES.

No capítulo V é sugerida uma metodologia de implantação de ES, onde utiliza-se as experiências do autor na implantação de ES em uma empresa metalúrgica do setor de máquinas-ferramenta.

No capítulo final são apresentadas as principais conclusões e sugestões para uma eficiente implantação de ES, além de propostas de pesquisas futuras sobre o tema.



## **II - DO ARTESANATO À NOVA ORDEM INTERNACIONAL**

### **2.1. As revoluções industriais**

Como retratam HOFFMAN & KAPLINSKY (1988), na antiga economia feudal (até o século XII) do Oeste da Europa, a produção era baseada no artesanato, onde os materiais crus eram manufaturados através de ferramentas manuais rudimentares e eram comercializados de acordo com as prioridades dos artesãos.

O modo artesanal de produção atinha-se às qualificações e atitudes individuais e acreditava-se no valor da experiência e da prática constante (CLARK & HAYES, 1988). Desta maneira, como o trabalho era realizado com o contato direto entre o artesão e o cliente, o gerenciamento dava-se pela liderança pessoal, normalmente pelo mais experiente, denominado de mestre, que tinha uma profunda visão do produto e grande interesse de como seria usado. As principais características desse gerenciamento eram: a responsabilidade individual, excelência técnica, atenção ao detalhe, serviço personalizado e melhoria contínua. Os problemas eram detectados pela experiência e solucionados por tentativas e erros, a criação do conhecimento era o aprendizado pelo ato de fazer e da longa experiência do mestre e a informação era passada de forma informal; o controle era executado pela liderança pessoal baseado no conhecimento do mestre; a melhoria era devido à ingenuidade e criatividade individual aprendendo um com o outro; o produto era orientado ao cliente (sob encomenda) e o trabalho era interpretado como arte; a visão do mundo era holística e orgânica com a relação cliente e competidores baseadas na tradição e longa experiência (HOFFMAN & KAPLINSKY, 1988; CLARK & HAYES, 1988).

Com o gradual crescimento da classe mercantil, este sistema atingiu seus limites, e forçou o desenvolvimento de uma forma alternativa de produção surgindo então a indústria doméstica nos séculos XIV ao XVIII que tomou duas formas: o sistema “Kauf”, com fabricantes independentes financiados pelo capital mercantil, e o sistema “Bota-Fora” (“Putting-Out System”) no qual os mercantilistas impunham certa divisão de tarefas, porém, a organização do trabalho permaneceu nas mãos dos artesãos.

A ineficiência que esta forma alternativa demonstrou em manter um padrão de qualidade e o crescimento da escala de produção para atender altos volumes a custos menores levaram à fragmentação do trabalho e ao surgimento das primeiras fábricas, denominadas de “manufatura centralizada”, com maior controle do capital sobre as atividades produtivas. Esta transição do artesanato à manufatura denominada de Primeira Revolução Industrial ocorreu na Inglaterra no final do século XVIII e deveu-se às condições sociais do não balanceamento entre população e terra, forçando os trabalhadores a procurarem alternativas de sobrevivência nas novas fábricas dos distritos, e segundo DOLL & VONDEREMBSE (1991) também foi causada devido às oportunidades tecnológicas e de mercado como o uso de sistemas de automação manual. Estas fábricas colaboraram com o processo de acúmulo de capital, mas gradualmente o retorno sobre o investimento foi diminuído por várias razões: a dificuldade em manter os perfis que eram replicados sem inovação, a intensificação do dia trabalhado e o baixo salário do emprego de mulheres e crianças; provocando um declínio temporário, culminando com a procura de formas alternativas de produção e desenvolvendo a substituição de implementos por máquinas, provocando a transição da manufatura artesanal para a maquinofatura.

Este processo denominado de Segunda Revolução Industrial deu-se na segunda metade do século XIX nos Estados Unidos devido ao grande mercado em expansão, ao reduzido número de operários especializados e à falta de tradição de luta da força de trabalho. Caracterizou-se por um maior emprego da base científica, pelo surgimento da grande empresa, pelos requisitos de grandes massas de capitais e escalas produtivas maiores, destacando o Estado estruturante, formulador e executor de política industrial nos países centrais.

As relações sociais surgidas devido a remoção do trabalho manual e a implementação de máquinas juntamente com a substituição de materiais podem ser caracterizadas como processo de trabalho fordista do setor automobilístico, envolvendo a divisão do trabalho referenciada por Adam Smith (século XVIII), o qual abordava que a especialização das tarefas aumentava a destreza manual pela repetição além de obter-se ganho de tempo por não ter que deixar de lado ferramentas para mudar as tarefas, desta forma, o projeto da produção de maquinário tornava-se mais especializado.

Pelo princípio de Babbage (meados do século XIX) as tarefas poderiam ser redefinidas e separadas de modo a proporcionar tarefas desqualificadas. A tendência natural era mecanizar estes subprocessos de modo que fossem auto-regulados, coibindo a astúcia do operário e tornando possível o pagamento de baixos salários.

Frederick W. Taylor (fim do século XIX), como abordam FLEURY & VARGAS (1983), desenvolveu uma matriz ideológica do movimento de “racionalização” industrial com sua obra “Princípios da Administração Científica”, na qual seu primeiro princípio referia-se ao estudo dos tempos e movimentos, daí a condição de realização do trabalho de uma maneira ótima sem a intervenção do operário na escolha do melhor método de trabalho, já que esta escolha seria atribuição da gerência que imporia o tempo-padrão para a execução das tarefas. Deste modo, as tarefas poderiam ter seus tempos determinados antes da execução através de tabelas, relacionando os movimentos com os tempos, considerando-se ainda a fadiga operária nos seus cálculos para não prejudicar o ritmo de trabalho.

O segundo princípio de Taylor tratava da seleção e treinamento do ser humano para a realização do trabalho. A questão principal é o fato de não ser considerada a habilidade para a realização do trabalho, mas sim qualidades pessoais para realização do trabalho determinado pela gerência. Após a escolha da pessoa para determinado trabalho, era necessário treiná-la para execução da tarefa conforme a gerência indicasse.

O terceiro princípio se referia a uma estrutura administrativa na qual havia especialistas responsáveis (“staff” de apoio) para cada uma das funções produtivas (disciplina, manutenção, métodos, preparação etc) surgindo os departamentos específicos. A programação do trabalho passava a ser executada por tarefa ou ordem de produção e a supervisão era essencial para a busca do melhor caminho a ser seguido, recompensando o operário ou punindo-o conforme seu desempenho na produção.

## **2.2. O Fordismo**

Ford, em 1903, inaugurou a Ford Motor Company e observou que a montagem final requeria pessoal altamente qualificado. Deste modo, em 1913 aplicou

os princípios da linha de montagem e com base nesta experiência, descreveu seus princípios (FLEURY & VARGAS, 1983, páginas 23 e 24):

“1- Sempre que possível, o trabalhador não dará um passo supérfluo;

2- não permitir, em caso algum, que ele se canse inutilmente, com movimentos à direita ou à esquerda, sem proveito algum. As regras gerais eram as seguintes:

.. tanto os trabalhadores como as peças devem ser dispostos na ordem natural das operações, de modo que toda a peça ou aparelho percorra o menor caminho possível durante a montagem;

.. empreguem-se planos inclinados ou aparelhos similares, de modo que o operário sempre possa colocar no mesmo lugar das peças em que trabalhou, e sempre ao seu alcance. Todas as vezes que for possível, deve-se usar a gravitação como meio de transporte, para chegar às mãos do operário próximo à peça em trabalho;

.. construa-se uma rede auxiliar para a montagem dos carros, pela qual, deslizando peças que devem ser ajustadas, cheguem ao ponto exato onde são necessárias.”

Desta forma, Ford teve os tempos de execução de um automóvel reduzido drasticamente. Em seu posto de trabalho, o operário passou a ser um componente da máquina, com movimentos mecanicamente executados, cumprindo uma perfeita harmonia com o conjunto da linha de montagem. O operário qualificado perdeu sua posição para o operário desqualificado com a divisão de tarefas, simplificando-as de acordo com os princípios de Taylor e, indo além em seus estudos da aptidão humana para o trabalho, admitindo que era um desperdício usar todo um organismo humano para tarefas que poderiam ser executadas por pessoas com alguma deficiência, não por caridade, mas para reduzir o preço da força de trabalho. Segundo DOLL & VONDEREMBSE (1991) os trabalhadores da linha entendiam do processo de produção mas não possuíam qualificações técnicas para desenvolver inovações, enquanto que os engenheiros possuíam qualificações técnicas mas não podiam ter a visão da experiência em implementar inovações que causariam mudanças através do processo.

A linha de montagem ditava a harmonia e o tempo de realização do trabalho, ao invés de exigir planejamento e gerenciamento defendidos por Taylor. Ocorria uma intensificação do trabalho que gerava maior capital, não se afirmando que houve um

aumento da produtividade, mas um incremento na produção graças ao dispêndio de energia dos trabalhadores, como ressaltam FLEURY & VARGAS (1983).

O Fordismo refere-se ao período em que o trabalho foi intensificado e a mão-de-obra desqualificada era exigida, e no qual o automóvel tornou-se mais acessível e foi considerado um bem de consumo. As peças eram projetadas de forma a serem intercambiáveis dentro de rígidos padrões, viabilizando a linha de montagem e a padronização de métodos, máquinas e equipamentos, diminuindo os requisitos de coordenação e controle e por isso tornando-se essencialmente dependente da economia de escala.

### **2.3. O esgotamento do paradigma fordista**

Este sistema de produção, praticamente adotado por todas as fábricas a partir da década de 30, entrou em crise devido ao crescimento da disputa por emprego, baixa qualidade da produção e outros elementos de insatisfação e eficiência das inflexibilidades das máquinas e operários, não adequadas à dinâmica do ambiente (HOFFMAN & KAPLINSKY, 1988).

MARTINS & SACOMANO (1994) esboçam que as mudanças tiveram origem na reconstrução das economias européia e japonesa após o final da Segunda Guerra Mundial e também na forma de organização do trabalho acarretada pelo declínio da produtividade nas indústrias. Há outros autores como CLARK E HAYES (1988) que enfocam que a economia americana tinha atingido seu limite e não mais tinham que preocupar-se com os problemas da manufatura, assim passaram a considerar os grandes saltos para mudanças ao invés do melhoramento contínuo. A organização Fordista esgotou-se por si só, tornando-se improdutiva com o mercado do final da década de 60 passando a ser comandada pela oferta e não mais pela demanda e também com o rápido desenvolvimento tecnológico, que possibilitou novos processos e produtos. A hipótese de Skinner é também apresentada por MARTINS & SACOMANO (1994, página 158), na qual relata que o esgotamento do Fordismo deveu-se aos fatores referentes ao mercado consumidor, concorrência, tecnologia e novas formas de organização do trabalho, tais como: “o mercado consumidor que passou a exigir produtos diferenciados, de alta qualidade e baixo custo; a concorrência



que passou a competir mediante rápida e intensa introdução de novos produtos, com prazos de entrega menores e com incorporação de novas tecnologias; a tecnologia que proporcionou novos materiais, processos produtivos e novas formas de manipulação da informação, possibilitando novos produtos, máquinas e equipamentos e novas formas de organização do trabalho que tornou-se contraproducente, principalmente pela insatisfação dos operários.”

Segundo SALERNO (1994), nos anos 60/70, ocorreu uma reestruturação produtiva, colocando às empresas novas necessidades de integração para aumento da produtividade e flexibilidade para fazer frente a um mercado competitivo pouco previsível e instável, surgindo então a tendência a uma empresa mais integrada e flexível.

A mobilidade da maquinofatura em reduzir custos levava à internacionalização do processo produtivo que migrava ao lugar de menor custo de produção no mercado mundial, explorando os recursos materiais e/ou humanos dos países ditos emergentes. Já na era pós-industrial (sistemofatura) o processo de trabalho é alterado para um mais flexível, multi-tarefa e multi-especializado, sendo que a política de localização mudou, como o mercado torna-se mais diferenciado, o processo produtivo deve estar localizado próximo do centro consumidor ocasionando satisfação do cliente local. Todas as pressões levaram a novos requisitos de competição, principalmente nos sistemas de manufatura como: qualidade, custo, flexibilidade, confiabilidade e inovação.

De acordo com LINS (1993), o capitalismo do Pós-Guerra caracterizou-se pelas elevações nos índices de produtividade e altos investimentos na produção em massa, com regularização da forma de produção através do Estado, como um tipo de consenso social, coerente com os princípios do Fordismo - forma de organização do trabalho com alto grau de mecanização e profunda divisão técnica do trabalho.

Com a crise no início dos anos 70, mais especificamente em 1973 com o primeiro choque do petróleo, ocorreu um esgotamento no padrão de consumo com redução de produtividade, alta da inflação, redução do crescimento econômico e elevação das taxas de desemprego. Surgia a estagflação, que então passou a ser combatida de duas formas : austeridade do Estado contra a inflação e a procura de

novos países para valorização do capital dos países centrais. A reestruturação industrial inicia-se nos países periféricos, para onde são levados os processos produtivos usados nos países centrais que ocupem mão-de-obra pouco qualificada, baixa remuneração e legislações sociais favoráveis à exploração da força de trabalho. Assim há uma reviravolta na Divisão Internacional do Trabalho, com elevação do nível de empregos nas economias emergentes e aumento do desemprego nas economias centrais.

LINS (1993) ressalta que com a crise do petróleo no final dos anos 70 (1979), os governos centrais adotam políticas recessivas com cortes no crédito e atuação no Estado-providência gerando um "choque monetário", induzindo a queda do paradigma Fordista com agravamento da estagnação da economia mundial incluindo o Terceiro Mundo devido às dívidas externas, reduções nas cotações de matérias-primas, menores possibilidades de troca de mercadorias e maior protecionismo por parte dos países centrais.

#### **2.4. Um novo modelo**

Em meados dos anos 80, inicia-se a busca de um novo modelo para a substituição do Fordismo e da tradicional política Keynesiana de gerenciamento da demanda da produção, necessária à recuperação do tempo perdido. Nos EUA, através de incentivos governamentais, há uma elevação dos gastos públicos em armamentos ocorrendo crescimento. Surge a nova revolução tecnológica baseada nos microprocessadores e interfaces eletrônicas alterando os processos de trabalho devido a automação, que por sua vez diminui a ociosidade das máquinas e possibilita estoques limitados. As palavras integração e flexibilidade surgem associadas à aplicação da eletrônica e informática como possível saída da crise. HOFFMAN & KAPLINSKY (1988) estabelecem que nesse momento a alternativa foi uma especialização flexível.

Com a freqüente utilização de novas tecnologias nas economias avançadas, há um processo de reestruturação industrial, com menor tendência à fragmentação da produção, com diminuição das vantagens dos recursos naturais e reserva de mão-de-obra barata nos países periféricos e concentração nos países centrais, agravando o atraso tecnológico daqueles, limitando-os a tecnologias tradicionais e iniciando a discussão sobre patentes e propriedade intelectual nos países centrais.

A organização passa a ser mais voltada aos resultados com unidades de negócios independentes, redução de níveis hierárquicos, redefinição das áreas de competências e novas orientações de projetos participativos entre os setores de projeto, processo e produção.

A tabela abaixo mostra as diversas características que transformaram os sistemas de manufatura no decorrer do tempo, conforme apresentado.

Tabela 01 : Características dos estágios dos sistemas de produção

<b>Características</b>	<b>Artesanato</b>	<b>Maquinofatura</b>	<b>Sistemofatura</b>
<b>Sistema social</b>			
Orientação de valor	Habilidade	Produto	Cliente
Normas	Orientação do mestre	Produtividade	“Time to market”
<b>Sistema de trabalho</b>			
Recursos de equipamentos	Ferramentas manuais	Capital intensivo - máquinas dedicadas	Capital intensivo – máquinas flexíveis.
Natureza do trabalho	Habilidade manual	- Manual não qualificado - Intelectual especializado	- Informação intensa - Intelectual
Organização dos grupos	Orientado pelo todo	Funcionais especializados	Auto organizados e auto dirigidos
<b>Sistemas de controle</b>			
Medidas de desempenho	Sob-encomenda	Segmentado em tarefas	Múltiplo e global
Sistemas de informação	Informal baseado no conhecimento pela experiência.	Formal para controle das execuções das tarefas e coordenação sequencial das atividades	Formal e informal para controle, ajustamentos mútuos e aprendizado
Mecanismo de controle	Artesão	Estrutura hierárquica e autoritária	Mecanismos de mudanças de mercado (comunicação frequente e constante)

Fonte: DOLL & VONDEREMBSE (1991), página 404.

Pode-se notar que de uma fase à outra as mudanças são grandes, principalmente no aspecto social e sistema de trabalho, porém do ponto de vista da visão holística da organização das tarefas e enfoque no cliente, em alguns aspectos o artesanato assemelha-se à empresa pós-industrial (sistemofatura).

De acordo com CLARK & WHEELWRIGHT (1993), nesse novo ambiente global juntamente com as novas descobertas científicas surge a importância de desenvolvimento de novos produtos e processos com significativa pesquisa e desenvolvimento dispendidos devido a três pontos críticos:

- intensa competição internacional: com o aumento dos fabricantes de classe mundial, com o comércio mundial em expansão e o mercado internacional mais acessível, este efeito causa competição mais intensa e rigorosa criando um ambiente mais vulnerável e de grandes incertezas;
- mercados fragmentados e focados na demanda: cada vez mais sofisticados, os clientes têm expectativas de níveis de desempenho e confiabilidade, sendo sensíveis a nuances e diferenças no produto, e são atraídos para os produtos que providenciem soluções para seus problemas e necessidades particulares;
- tecnologia diversa e mudanças rápidas: o aprofundamento tecnológico e conhecimento científico têm criado novas opções para encontrar as necessidades dos clientes, incrementar a variedade de possíveis soluções na pesquisa de novos produtos, além da tecnologia ter a capacidade de mudar a característica da natureza da competição.

Todos esses fatores alteram então a vida do produto, afetando a maturidade da indústria pela instabilidade de demanda (explosão de variedade), necessidade de tornar-se dinâmica e aproximar-se do cliente. Outra parte importante da competição é a inovação dos produtos com melhoria no desempenho, aplicação a novos segmentos e redução do custo, e as mudanças substanciais nos processos produtivos. As condições imperativas para esta nova competição passou a ser velocidade, eficiência e qualidade.

Explicam CLARK & WHEELWRIGHT (1993) que como o número de produtos e processos tem aumentado e os ciclos de vida diminuído, as empresas têm febre por pesquisa, e mais que serem rápidas e eficientes elas devem atrair e satisfazer

seus clientes, tornando os produtos distintos nos requerimentos de desempenho, qualidade, facilidade de uso e incremento de valor.

Segundo MEYER (1993), o mercado foi segmentado em vários mercados menores, resultando em mais produtos agora do que antes e menor margem de lucro por produto. Sem uma significativa melhoria na produtividade do desenvolvimento, alguns mercados devem ser abandonados pela empresa.

DE MEYER *et al* (1989) referem-se ainda a uma pesquisa realizada em 1986 pelo "Massachusetts Institute of Technology" com o propósito de sumarizar o declínio e retomada do desempenho industrial americano e encontrou os seguintes pontos específicos:

a) esforços de melhoria em qualidade, custo e velocidade, simultaneamente;

A Nova Ordem Internacional forçou os competidores a se posicionarem de forma a possuir uma visão ampla das necessidades de seus clientes e de seus competidores executando planejamentos estratégicos para tornarem-se competidores de classe mundial.

b) aproximação com os clientes;

Ao invés de tomar vantagem do sistema de fornecimento dirigido na qual a empresa poderia concentrar no aumento do fluxo homogêneo de saída de produtos o qual deveria ser empurrado para o mercado consumidor, a base da produção mudou para o sistema de demanda dirigida, e assim a ênfase na competição foi mudada de competição por preço para competição pela inovação do produto, ou seja manufatura de produtos de alta qualidade e baixo custo, produzidos em pequenos lotes e com grande diversidade.

O padrão de demanda que era dirigido pelo fornecedor passou a ser dirigido pelo mercado e então os competidores perceberam que a razão da existência do empreendimento era o cliente.

c) aproximação com os fornecedores;

Surgiu um novo programa de relacionamento entre empresas para promover uma melhor e ampla cobertura para as necessidades dos clientes, reagir prontamente, ou mesmo de antecipar esta necessidade. No caso das indústrias montadoras de automóveis, HOFFMAN & KAPLINSKY (1988) explanam que foi desenvolvido este

programa entre as montadoras e seus fornecedores de componentes, principalmente no Japão por volta dos anos 50. Esta nova relação permitia que quando as montadoras estavam com baixo fluxo de caixa faziam com que os investimentos, de acordo com os efeitos das flutuações conjunturais, fossem repassados para seus fornecedores. Os subcontratados tendiam a pagar baixos salários o que permitia redução nos custos dos componentes. Segundo TAUILE (1994), as grandes empresas se beneficiam das menores que tendem a funcionar como “buffer” para as oscilações dos negócios, e por outro lado compromissos mútuos de longo prazo são feitos para proporcionar assistência às menores, de modo a reduzir os tempos de entrega, investimento em capital fixo e melhoria da qualidade.

As mudanças nas relações entre empresas estabelecem-se através de acordos de cooperação, compartilhamento de projeto e capacidades produtivas, desenvolvimento conjunto de produto e processo entre clientes e fornecedores produtivos, aumento de subcontratação via terceirização etc.

A terceirização refere-se ao ato de transferir a responsabilidade de um determinado serviço ou operação/fase de um processo de produção ou de comercialização, de uma empresa para outra, neste caso conhecida como terceira. SALERNO (1994) aponta que no caso da terceirização, como conceituado, há três possibilidades: da atividade produtiva propriamente dita, quando a empresa que terceiriza deixa de produzir certos itens e passa a comprá-los de fornecedores; das atividades de apoio, de serviços de apoio à produção, via contratação de empresas que fornecem esse serviço; e sublocação de mão-de-obra a ser empregada na atividade produtiva, com a empresa contratando uma “agenciadora” de mão-de-obra que aloca trabalhadores para operarem na atividade direta da contratante, mas com vínculo da contratada.

AMATO NETO (1995) salienta que a desintegração vertical refere-se ao movimento de redução do tamanho da cadeia de atividades de uma dada empresa tanto no nível administrativo (redução dos níveis hierárquicos da estrutura) como também no nível da produção por meio da redução e/ou eliminação de alguns processos, de seções produtivas ou de apoio à produção, ou, simplesmente, eliminação de alguns postos de

trabalho e demonstra que a descentralização gerencial é viabilizada já que a qualidade total das peças é facilitada em empresas de menor porte.

Enquanto que no Fordismo o inventário tinha que ser grande o suficiente para garantir que a linha de produção não parasse, no sistema flexível a interrupção era permitida culminando com o inventário próximo a zero não permitindo nada dar errado - política de defeito zero - mudando as relações entre montadoras e fornecedores de componentes. Assim mudaram as relações entre empresas mantendo-se "schedules" de entrega e baixos inventários requerendo alto nível de coordenação -surgia a parceria.

Os fatores que influenciaram este novo relacionamento foram: o JIT que tem como chave principal a integração entre fabricantes e fornecedores para manter os baixos inventários e pedidos ajustados, além da necessidade de componentes com defeito zero e íntima relação quanto à qualidade; e o progresso tecnológico com os novos sistemas de produção e novos produtos que requerem grande nível de coordenação entre montadores, supridores de componentes, mas também entre diferentes fornecedores de componentes.

Esta desverticalização integrada pôde aumentar a flexibilidade das estruturas produtivas criando melhores condições para reprogramação de máquinas de uma firma ou conjunto de firmas relacionadas, e tornando-as mais fortes e ágeis com os compromissos de credibilidade assumidos.

O objetivo primordial é concentrar esforços nas atividades principais da empresa e terceirizar aquilo que não necessariamente faz parte do "core business" a qualquer empresa no mundo (conceito de "global sourcing").

d) integração da tecnologia dentro das estratégias de manufatura e marketing, ligada às mudanças organizacionais que promovesse trabalhos em grupo, treinamento e aprendizado contínuo;

e) maior integração funcional e menor estratificação organizacional;

Através das mudanças na organização da produção busca-se a redução do tempo de atravessamento (fechamento do negócio à entrega do produto), aumento do giro do capital e redução de estoques. Para atingir estes objetivos devem ser levados em conta os conceitos de tecnologia de grupo e layout celular, e JIT para ordenar o fluxo de materiais e informações na produção. DOLL & VONDEREMBSE (1991, página

404) argumentam que devido a estas mudanças, principalmente ao grande fluxo de informação, o trabalho intelectual toma o lugar do trabalho manual, e completa: “uma empresa orientada ao consumidor tem um sistema social no qual todos os empregados entendem as necessidades de seus clientes e sua organização se aprofunda para providenciar valor ao cliente”.

SALERNO (1994) afirma que as mudanças na organização do trabalho levam ao abandono das noções de tarefas e postos de trabalho a favor da polivalência, juntando as atividades de operação, inspeção e primeira manutenção. A produção responsabiliza-se pelo fluxo em termos de velocidade e qualidade, e tem assim uma série de atribuições tradicionalmente designadas às chefias e planejamento (redução dos níveis hierárquicos). No que se refere à primeira manutenção (TPM) aborda-se a ação curativa limitando à substituição de módulos defeituosos, e o desenvolvimento técnico da equipe operária para diagnosticar e atuar sobre as causas dos problemas. Os mesmos operários envolvidos na operação das máquinas poderiam ser responsáveis pela preparação, manutenção e reparos, denominado de trabalho multi-tarefa, além dos operários serem capazes de enxergar o todo na parte e tomar decisões que promovessem evolução no produto.

Devido às características de estoque baixo de produto em processo, impostas pelo novo ambiente, há um aumento da variabilidade da produção com diminuição do tempo entre encomenda e entrega dos produtos, tendo os operários que manter o fluxo de produção dentro dos parâmetros de tempo e qualidade de conformação. Assim há um zelo pelo estado geral do processo, pelas condições de incidentes, minimizando os tempos não produtivos e produtos fora de especificação. A produção tem sua importância aumentada.

A participação dos empregados nos processos de decisão sempre foi evitada na administração científica, na qual o trabalho era subdividido de modo a lhe outorgar o direito de se sentirem membros da coletividade. O resultado segundo TAUILE (1994) foi um trabalhador altamente especializado e alienado tendo como única preocupação o pagamento mensal, que era elevado e portanto tinham maior acesso às mercadorias que produziam, pois eram mais baratas por serem padronizadas. O novo ambiente necessita



de organizações mais abertas em que os trabalhadores dispõem de informações e uma visão do todo para poder colaborar em processos de melhoria contínua.

Círculos de qualidade foram introduzidos garantindo com que o controle de qualidade fosse responsabilidade de todos os operários e o pessoal de Pesquisa e Desenvolvimento teve de se aproximar mais da produção, tendo que realizar inovações nos processos, e assim maior responsabilidade nas mudanças técnicas incrementais foi dada ao chão de fábrica.

f) treinamento contínuo.

O treinamento deve ser continuamente fornecido a todos os níveis de trabalhadores de uma empresa pois somente assim se cria uma cadeia de melhoria contínua tanto no que se refere à implementação de novos processos ou novos produtos, como na multifuncionalidade dos operários.

## **2.5. A nova ordem internacional**

Em relação à Nova Ordem Internacional, SCHWAB & SMADJA (1994) esclarecem que o mercado internacional passou por uma transformação quanto ao comércio multilateral, que havia funcionado amplamente, mas com um grupo homogêneo de jogadores. Agora deve-se operar sobre diferentes condições e com o número de jogadores tendo aumentado dramaticamente em curto espaço de tempo, tornando o campo heterogêneo, com países operando sob padrões de vida, tradição social e condições políticas bem diferentes. Isto cria uma série de tensões, por exemplo, confrontando competições de países de baixos salários que atraem novas atividades industriais previamente dominadas pelos países avançados. Assim Europa e EUA têm lançado ofensiva contra o chamado "dumping social", às vezes claramente notado naqueles países como manifestação de má fé.

Nessa nova divisão de mercado, os países centrais não podem ditar as regras do jogo e as instituições econômicas mundiais que ainda não refletem a nova realidade (como o G7 que não incluem os países do leste asiático, exceto o Japão), deverão ser reavaliadas para evitar maiores tensões.

O mundo econômico continua a ser globalizado e organizado por si só em três grandes centros regionais, observa SCHWAB & SMADJA (1994) que para conter

estes conflitos deve ser feito um processo de regionalização e dessincronização das regiões no mundo econômico, promovendo programas de desenvolvimento e tornando cada região menos vulnerável às flutuações que podem ocorrer com os outros, e acrescenta que há três prioridades:

- a criação de uma organização mundial de comércio para sustentar, monitorar e supervisionar a Nova Ordem Econômica Internacional;
- a revisão do processo de operação dos organismos internacionais;
- ajustar os requerimentos em direção às potências econômicas do leste da Ásia, fazendo-as assumir novas responsabilidades compatíveis com a sua força econômica e "status" na arena global.

Como exemplo, cita-se a reportagem “Em troca de bilhões” da revista VEJA (1995) abordando o acordo elaborado entre as montadoras multinacionais com o governo brasileiro para elevar as tarifas de importação sobre os veículos de 20% para 32% em Fevereiro de 1995 em troca de pesados investimentos no setor garantindo o emprego metalúrgico. A Volkswagen e G.M. foram as grandes vencedoras contra a Fiat, que possui a estratégia de fabricar carros populares no Brasil e importar os carros médios, e a Ford, que sem opção de carros nacionais com seu desligamento da Volkswagen, pretendia importar toda a linha. Este acordo vem de encontro às expectativas do governo em conter o consumo de carros importados que significou grande déficit da balança comercial nos meses anteriores à decisão, e caso este déficit permanecesse poder-se-ia se chegar a uma crise tão profunda quanto àquela do México. Sob a ótica dos importadores é evidenciada a prática de cartel pelas montadoras nacionais, porém assumem que esta elevação de tarifas pouco significará em queda de volume de vendas.

Para controle do déficit da balança comercial, o governo brasileiro lançou mão em Março de 1995 de uma tarifação para os carros importados, com uma elevação das taxas (reportagem de Veja, “O fim do sonho dos importados”) pondo um fim no grande vilão causador do déficit. Mesmo alertando tratar-se de uma decisão temporária que afetará pequena parcela da pauta de importações e atingirá apenas a classe média alta. Com essas tomadas de decisões, os oligopólios instalados no Brasil, principalmente Volkswagen e G.M. começaram a admitir uma remarcação sanitária em

seus automóveis. O governo, após a crise mexicana, vem controlando o balanço de pagamentos, que é o registro de todo o dinheiro que entra e sai do país, bem de perto para evitar um desastre cambial. A alternativa que melhor convinha foi essa, já que as demais seriam muito profundas como promover uma desvalorização brutal da moeda ou provocar uma nova recessão. Por outro lado, o investimento prometido pelas montadoras são de ordem US\$ 6,6 bilhões até o ano 2000.

Atualmente está sendo mantida uma elevada taxa de importação para automóveis, porém com controle de lotes das importadoras com tarifas menores e maiores liberações de quantidades desde que instaladas no Brasil. Esta decisão vem provocando a instalação de um grande número de montadoras multinacionais com fábricas sendo construídas em locais como Curitiba-PR (Renault), Sumaré-SP (Honda), Indaiatuba-SP (Toyota), Juiz de fora -MG (Mercedes-Benz) e tantas outras.

Em Julho de 1995, a instalação de uma nova fábrica de caminhões pela Volkswagen transformou-se em disputa acirrada pelas prefeituras de São Carlos (SP) e Resende (RJ) finalistas após um estudo de aproximadamente 30 locais. Entre os principais atrativos, ambas chegaram a essa condição de finalista graças a fraca atuação do sindicalismo da CUT (Central Única dos Trabalhadores). Entre as duas cidades ocorreu um leilão para ter-se o faturamento anual de R\$ 1,6 bilhões com produção de 40000 unidades/ano, 2500 empregos diretos e estímulo à atividade econômica em torno da fábrica calculado em R\$ 2,5 bilhões por ano com contratação de 420 empresas fornecedoras. As condições propostas pelas cidades passam por terreno e instalações industriais, isenção de impostos municipais, adiamento da cobrança de ICMS, fornecimento de água, gás e energia elétrica, reformas em aeroportos e portos e até a construção de casas populares.

A Volkswagen ofereceu uma fábrica ultramoderna com sistema de produção denominado de “fractal”, no qual os fornecedores de peças serão os responsáveis diretos pela montagem dos veículos sendo que a montadora somente executará o controle de qualidade e coordenará a produção.

Outro nome do novo modelo implementado pela Volkswagen é “Consórcio Modular caracterizado pela modularização do processo de fabricação e pela participação direta dos fornecedores de componentes e subsistemas nos

correspondentes módulos do processo em que tais componentes serão incorporados ao produto ou produtos produzidos pela empresa contratante” (ALVES FILHO *et al*, 1996).

É no processo de relações interfirmas da empresa pós-industrial que a organização da produção vem se transformando mais dinamicamente, inclusive a atividade automobilística com a produção enxuta enfocando o suprimento de componentes. ALVES FILHO *et al* (1996) descrevem que os fornecedores são organizados em níveis com diferentes graus de responsabilidade. Fornecedores no primeiro nível participam integralmente do desenvolvimento do novo produto e organizam o segundo nível de fornecedores a eles vinculados.

No consórcio modular são aprofundadas ao extremo as relações de cooperação e aproximação entre os fabricantes e fornecedores, e teve no Sr. José Ignácio Lopez de Arriortúa, vice-presidente e membro do conselho diretor da Volkswagen seu propositor. A participação direta de fornecedores, com trabalhadores ocupando certo espaço (módulos) da fábrica de veículos realizando as etapas finais de montagem de sistema de componentes nos veículos, e com a montadora restringindo-se às atividades de coordenação do projeto e fabricação, e monitoria dos produtos finais.

Entre as vantagens para as montadoras, ALVES FILHO *et al* (1996) indicam: redução do tempo de desenvolvimento e lançamento de novos produtos; redução do tempo de produção; ampliação da flexibilidade de produção; melhor utilização da capacidade instalada da produção; redução dos tempos de preparação pela utilização de sistemas modulares; redução de custos com compras; redução de custos com transporte; redução praticamente a zero dos estoques de componentes; compromisso maior do fornecedor com a qualidade do produto e possibilidade de reparo mais rápido; melhor controle do processo de produção dos fornecedores; redução da parcela de trabalhadores menos qualificados no quadro de pessoal.

E para os fornecedores são apontadas as seguintes vantagens: exclusividade de fornecimento; maior conhecimento dos problemas na montagem de seus subsistemas de componentes e destes com os demais subsistemas empregados no produto final; redução de estoques em processo e finais pelo sincronismo na produção e pelo conhecimento antecipado que os fornecedores passariam a ter da programação da

produção da montadora; economias de escala; redução dos custos de transporte; redução dos tempos de preparação pela utilização de sistemas modulares; fornecimento assegurado ao longo do período de produção do veículo; garantia de sobrevivência e de compensação de períodos de baixos rendimentos por outros de altos rendimentos.

Os riscos estão na dependência mútua entre as montadoras e fornecedores, pois para uma eventual substituição de fornecedores demandará um longo período de tempo e os fornecedores por sua vez diminuirão suas possibilidades de mercado com fornecimento a diversos clientes.

Esta nova fábrica surgiu como um renascimento do setor automotivo já que desde 1976, com a instalação da FIAT em Betim (MG) não eram cogitados investimentos. O resultado final classificou a cidade de Resende (RJ) para a fábrica de caminhões e para a cidade de São Carlos (SP) a fábrica de motores da Volkswagen.

Demonstrada a evolução da organização do trabalho até a Nova Ordem Internacional que se vivencia no momento, conceituar-se-á as variáveis competitivas e vantagem competitiva como preparação para visualizar o atual cenário da competição na produção.

Poderá ser verificado que as variáveis competitivas qualidade, custo e tempo relacionam-se com as eventuais vantagens competitivas que as empresas necessitam para sobreviver e prosperar no panorama atual do mercado mundial. Tais relações, com enfoque na variável tempo e toda a dinâmica do mercado global, serão apresentadas no capítulo que segue.

### III – A COMPETIÇÃO NA PRODUÇÃO

#### 3.1. INTRODUÇÃO

De acordo com MOTTA (1995), lembrando PORTER (1985), uma empresa deve tomar conhecimento das forças que a cercam para poder escolher a estratégia competitiva a ser adotada. Normalmente estas forças dizem respeito ao segmento de mercado no qual a empresa se insere. As cinco forças competitivas são: a entrada de novos concorrentes, a ameaça de produtos substitutos, o poder de negociação dos compradores, o poder de negociação dos fornecedores e a rivalidade dos concorrentes.

Segundo PORTER (1985), o conhecimento da base da concorrência permite à empresa a determinação da vantagem competitiva a ser adotada: baixo preço ou diferenciação, e estas duas vantagens levam a empresa a adotar uma das três estratégias competitivas genéricas: de liderança de custos, de diferenciação ou de enfoque. A estratégia também é incorporada sob a forma de missão, que deve traduzir uma ação clara e com fatores de sucesso definidos. Estes fatores definem o que é necessário para alcançar a missão e conseqüentemente obter as vantagens competitivas.

CONTADOR (1995, página 53) demonstra o planejamento estratégico da seguinte forma: “Na fase do planejamento financeiro dos anos 50, a área dominante era a financeira, que de forma quase autônoma elaborava o orçamento e obrigava todas as demais áreas a respeitá-lo; conseguiu com isso engessar a empresa.”

Na fase de planejamento a longo prazo dos anos 60, com análises e projeções de mercado para prever o futuro, começou a ganhar importância a área de marketing. Nos anos 70, na fase de planejamento estratégico voltado para o ambiente externo, a área de marketing firmou-se como a mais importante da empresa sob o prisma do planejamento estratégico.

Para CONTADOR (1995, página 53), “o acirramento da competição atual provocará nova mudança nessa situação: a manufatura será a área predominante. Porque é a manufatura que produz qualidade, é a manufatura que produz custo baixo, é a manufatura que produz menor prazo de entrega, é a manufatura que produz flexibilidade para a troca de produto, é a manufatura que viabiliza a diversificação de produtos e o lançamento de novos produtos. Enfim, é a manufatura que dará

competitividade para a empresa mudar rapidamente. Não é a área de marketing e nem a de finanças.”

SKINNER (1969) foi quem primeiro apontou os principais problemas nos programas de formulação da estratégia da manufatura como sendo uma falta de senso por parte dos diretores que gerenciam a produção, já que são tendenciosos a tratá-la muito tecnicamente, pois um sistema de produção envolve uma série de relações de compatibilidades e incompatibilidades além de compromissos que devem ser projetados para um bom desempenho, de acordo com as tarefas definidas pelos objetivos da estratégia corporativa. Estas compatibilidades e incompatibilidades estão mostradas na tabela abaixo.

Tabela 02: Compatibilidades e incompatibilidades

<b>Área de decisão</b>	<b>Decisão</b>	<b>Alternativas</b>
Fábrica e equipamentos	Abrangência do processo Tamanho da fábrica Localização da fábrica Decisão de investimentos Escolha de equipamentos Tipo de ferramental	Produzir ou comprar Uma grande ou várias pequenas fábricas Próximo ao mercado ou perto dos insumos Em construção ou equipamentos ou inventários ou pesquisa. Equipamentos dedicados ou flexíveis Temporário, ferramental mínimo ou de produção
Planejamento e controle da produção	Frequência de renovação do inventário Tamanho do inventário Grau de controle do inventário O que controlar Controle de qualidade Uso de padrão	Poucas ou muitas paradas de produção para estoques intermediários Alto ou baixo inventário Controle em grande nível de detalhes ou pequenos detalhes Controle para minimizar o tempo de parada das máquinas ou custo do trabalho, ou aumentar a saída de produtos em particular ou uso do material Alta confiança e qualidade ou baixo custo Formal ou informal ou nenhum deles

Trabalho e apoio	Especialização Supervisão  Sistema salarial  Engenheiros industriais	Alta especialização ou não Treinar supervisores de primeira linha ou treinar supervisores não técnicos Supervisão próxima ou distante Muitos graus de trabalho ou poucos Salários de incentivo ou salário por hora Muitos ou poucos
Projeto do produto e engenharia	Tamanho da linha de produtos Estabilidade do projeto Risco tecnológico Engenharia Uso de engenharia de manufatura	Muitos clientes especiais ou alguns ou nenhum Projetos congelados ou muitas alterações de engenharia Uso de novos processos não provados pelos competidores ou Seguir a política do líder Projeto de conjuntos completos ou projeto de partes Poucos ou muitos engenheiros de manufatura
Organização e gerenciamento	Tipo de organização Uso do tempo dos executivos Grau de risco assumido Uso do “staff” de apoio Estilo executivo	Funcional ou focada no produto ou geográfica ou outros Alto envolvimento em investimento ou planejamento da produção ou controle de qualidade ou outras atividades Decisões baseadas em muitas ou poucas informações. Pouco ou muito uso Muito ou pouco envolvimento em detalhes, estilo autoritário ou delegador, muito ou pouco contato com a organização

Fonte: SKINNER (1969), Exhibit 1, página 141.

A estratégia é definida por SKINNER (1969, página 139) como sendo “um conjunto de planos e políticas pelo qual uma companhia visa ganhar vantagem sobre os seus concorrentes.” Geralmente uma estratégia inclui planos para produtos e o “marketing” desses produtos para um conjunto particular de clientes.



O propósito da produção é o de servir a companhia em encontrar suas necessidades para sobreviver, prosperar e crescer. A produção faz parte do conceito de estratégia que relaciona uma força da companhia e recursos para oportunidades no mercado.

A estratégia de fabricação não pode mais ficar confinada às situações de curto prazo, e nem mesmo os gerentes restritos a apenas escolher a técnica de melhoria. É necessário que se planeje a longo prazo, que a empresa busque e pratique habilidades que diferenciem em seus competidores, desenvolvendo assim uma grande operação de capacitação.

Há várias metodologias de formulação da estratégia da produção sugerida por vários autores, porém em alguns pontos básicos há convergência, podendo envolver três fases distintas:

- 1- Análise do sistema industrial existente;
- 2- Diagnóstico do sistema industrial existente;
- 3- Formulação de orientações estratégicas necessárias para obter o sistema industrial necessário do futuro.

Para SLACK (1993) a estratégia da produção deve ser formal e entre as dificuldades de se formular uma estratégia formal pelos gerentes pode-se incluir: a **dispersão**, uma vez que na maioria dos casos o pessoal da manufatura está disperso nas diversas fábricas; a **operação em tempo real**, pois sua atenção não pode ser desviada da rotina da fábrica por períodos que não sejam relativamente curtos; a **inércia dos recursos operacionais**, já que eles impõem um conservadorismo a quem os administra; e finalmente o efeito de todas que afetam a postura dos gerentes de longos anos, não estando acostumados a pensar, agir ou influenciar a organização de forma estratégica.

Este esforço pode valer a pena, pois só o fato de que a função produção conheça o que está se propondo a fazer, já contribui para que a empresa seja bem melhor sucedida. Assim, em uma estratégia formal os conflitos são expostos e debatidos, haja vista a definição dos propósitos e prioridades, fornecendo uma base para que as políticas e decisões individuais apontem todas na mesma direção. E o mais

importante, uma estratégia formal da manufatura dissemina o conceito de competitividade dentro da organização até o chão de fábrica.

Para ter-se uma estratégia de produção eficaz é sensato estabelecer o que se espera atingir: **ser apropriada**, direcionando a mudança da manufatura no sentido da estratégia competitiva da empresa; **ser abrangente**, indicando de forma global como cada parte da função deve contribuir; **ser coerente**, com as políticas adotadas para cada parte da função indicar no mesmo sentido geral; **ser consistente no tempo** e **ser acreditável**, demonstrando que os objetivos possam ser atingíveis.

Para MOTTA (1995) o maior desafio das empresas que atuam em mercados globais multiculturais é ajustar seus enfoques e estratégias às necessidades individuais dos mercados sem perder de vista a missão da organização.

CONTADOR (1995) recomenda uma análise apoiada em novos conceitos para a competição nos anos 90, sintetizada na seguinte forma :

**Recomendações referentes ao ambiente externo:** tentar descobrir quem serão, de onde surgirão e o que farão os novos concorrentes; definir parâmetros mundiais de comparação; estar atento ao consumidor; e cuidar do meio ambiente.

**Recomendações referentes ao ambiente interno:** ter visão do negócio; dar proeminência à manufatura; encarar a mão-de-obra como custo fixo; buscar ganhos expressivos; transformar o planejamento em administração estratégica; implantar modelo participativo para administrar as mudanças; e integrar as áreas de tecnologia e mercadológica.

**Recomendações referentes ao processo:** escolher produtos, mercados, campos e armas da competição; monitorar os concorrentes; envolver todas as áreas sob o comando da manufatura; traçar a estratégia global; analisar toda a cadeia produtiva de forma integrada; fixar um objetivo de cada vez; e buscar ajuda da consultoria.

VOSS (1992) argumenta que a responsabilidade de implementação de uma estratégia de manufatura se situa no conselho de diretores de uma empresa, tendo de forma simplificada quatro responsabilidades: garantir que exista um processo de desenvolvimento de uma estratégia de manufatura; sustentar o desenvolvimento a partir

da visão geral da manufatura; designar os líderes e um programa unificado de mudanças e melhorias; e utilizar controles e medidas apropriadas.

Na concepção de CONTADOR (1995) tão importante quanto selecionar produtos e mercados é selecionar os campos onde a empresa irá competir e as armas que irá utilizar. Os campos da competição são atributos de interesse do comprador como preço e qualidade do produto. A arma da competição é o meio pelo qual a empresa se utiliza para obter vantagem competitiva num campo, como qualidade no processo e produtividade, e não apresenta interesse para o comprador.

A distinção dos meios e dos fins é importante para a companhia já que uma mesma arma pode servir para competir em mais de um campo. A qualidade do processo serve para competir no campo preço e qualidade por exemplo.

Os campos genéricos de competição podem ser subdivididos em cinco grupos:

**Competição em preço :** em preço, em guerra de preço, e em promoção.

**Competição em produto :** em projeto, em qualidade, em variedade de modelos, e em novos modelos.

**Competição em prazo :** de cotação e negociação; de entrega; e de pagamento.

**Competição em assistência :** antes da venda; durante a venda; e após a venda

**Competição em imagem :** imagem do produto, da marca e da empresa; e preservação ambiental.

A formulação da estratégia da produção deve ser executada com uma série de passos discretos e seqüenciais como um processo, e estes passos podem ser : definição dos objetivos corporativos; determinação das estratégias de mercado; identificação dos produtos de ordens ganhadoras de pedidos; estabelecimento do modo mais apropriado da manufatura para determinação dos produtos; e determinação da infra-estrutura de manufatura apropriada para o suporte da produção.

Para o processo estratégico da produção é importante conceituar as variáveis competitivas e suas relações, e cada vez mais englobar uma grande arma para redução de revisões de projeto, melhorar a introdução de novos produtos, elevar a manufaturabilidade dos produtos e de modo geral, comprimir o tempo e evitar

desperdícios, e com isso agregar mais valor ao produto enfocando a ocasião do planejamento e projeto.

### 3.2 - AS VARIÁVEIS COMPETITIVAS

As variáveis competitivas relacionam-se aos atributos macros desejados pelo consumidor em um produto ou serviço. As variáveis competitivas são normalmente relacionadas a: qualidade, custo e tempo (STALK JR., 1988 e WASSENHOVE & CORBETT,1993). A variável tempo pode desdobrar-se em flexibilidade, inovação e serviços (englobando confiabilidade nas entregas e suporte).

Será enfocada principalmente a variável **tempo** devido à relação direta que tem com as vantagens da utilização da ES no que concerne a redução do tempo de concepção e lançamento de um novo produto no mercado.

#### 3.2.1. Qualidade

TAGUSHI (1986) *apud* WASSENHOVE & CORBETT (1991) define qualidade como: “qualidade é o prejuízo que o produto causa para a sociedade após ser embarcado, mais que qualquer prejuízo por suas funções intrínsecas”. Deste modo há duas restrições: prejuízo causado por variabilidade de funções e causado pelo efeito nocivo.

Para GIFFI *et al* (1990) a qualidade é um caminho fundamental para gerenciar os negócios, normalmente os programas de melhoria da qualidade relacionam-se com flexibilidade nos trabalhos, participação dos empregados em tomadas de decisão e constitui uma busca da confiança entre os empregados e os gerentes. As melhores definições para qualidade são as que identificam conformidade, requisitos e qualidade percebida.

GUNN (1992, página 69) descreve “Os consumidores estão tornando-se muito mais educados e sofisticados sobre os produtos que eles compram, e isto traduz a sua expectativa para alta qualidade. Em adição, para muitas pessoas o tempo é tão escasso que não dispõe de tempo livre para tratar de consertar um defeito associado ao produto adquirido.”

O atual conceito de qualidade pode ser demonstrado na condição de que se uma empresa não pode oferecer elevado nível de qualidade por um preço competitivo, há outra empresa que preencherá os requisitos do cliente. Assim, esta nova ênfase traz mudanças nas práticas tradicionais de controle da qualidade.

Até então a qualidade era tomada como simples inspeção, hoje está integrada à organização em todas as fases - da concepção ao produto, através do projeto, produção, marketing e nas mãos do cliente. Todas as operações e todos os componentes organizacionais são fatores relevantes para a qualidade. GUNN (1992) complementa afirmando que a qualidade é primeiro uma atitude de toda a organização, e exemplifica em atitudes simples como: quão rápido e de que maneira as pessoas atendem o telefone, a conduta em reuniões, e como as pessoas focam o cliente mesmo sendo a próxima pessoa do processo.

GARVIN (1987 e 1993) *apud* VANALLE (1995, páginas 35 a 39) define oito dimensões que podem compor uma análise estratégica da qualidade:

- Desempenho (“performance”) : “refere-se à adequação do projeto às missões fundamentais, chamadas de funções básicas ou primárias, desde que o produto seja operado apropriadamente.”
- Características (“features”) : “estão associadas com o funcionamento básico do produto, mas não representam diretamente a missão básica.”
- Confiabilidade (“reliability”) : “é a característica de um bem, expressa pela probabilidade de que o mesmo realize uma função requerida, durante um certo intervalo de tempo e sob determinadas condições de uso, para a qual foi concebido.”
- Durabilidade (“durability”) : “é a quantidade de uso que se obtém de um produto até o instante que o mesmo falhe.”
- Conformidade (“conformance”) : “reflete o quanto um produto está de acordo com as especificações de projeto.”
- Assistência técnica (“serviceability”) : “refere ao apoio oferecido ao usuário para instalação do produto, à orientação para o uso, bem como aos serviços de assistência técnica.”

- Estética (“aesthetics”) : “está diretamente relacionada à aparência do produto de acordo com as preferências pessoais.”
- Imagem do produto (“perceived quality”) : “refere-se à reputação do produto no mercado.”

As empresas não necessariamente precisam perseguir todas estas dimensões da qualidade, mas explorar aquelas que estrategicamente julgar essenciais para o negócio em que está inserida, afirma VANALLE (1995).

Como ressalta GIFFI *et al* (1990), as estratégias mais comumente verificadas para melhorias nos níveis de qualidade sugerem à mudança da percepção do gerenciamento “top”, a implementação da qualidade continuamente (melhoria contínua) e criar uma cultura de zero defeitos.

VANALLE (1995) salienta que alguns programas estão contribuindo para a transformação desta prioridade, e ilustra como o mais significativo a filosofia do TQM, na qual todos devem contribuir e se responsabilizar pelo melhoramento da qualidade. Outros programas que merecem destaque são os chamados programas de garantia da qualidade através do desenvolvimento e qualificação dos fornecedores.

Qualidade e custo sempre foram vistos como oportunidades incompatíveis, ou seja, se algum produto tivesse baixo custo então ele teria baixa qualidade. Mas agora, as companhias que querem competir têm que concentrar-se em baixos custos e alta qualidade, elas não podem ser eficientes em custos com pessoal que não sejam eficientes em realizar mudanças de engenharia após o produto ser lançado, a inspecionar produtos, para retrabalhar defeitos nos produtos, para assistir os clientes etc (GUNN, 1992).

### **3.2.2. Custo**

Mais que uma variável competitiva, é a mais antiga das estratégias competitivas, pois a produção com baixo custo é sempre um objetivo desejável, mesmo quando o sucesso competitivo não é uma questão importante para vencer a concorrência nos preços (VANALLE, 1995).

GUNN (1992) alerta que um método tradicional de redução de custos pode causar uma série de efeitos nocivos à organização, pois geralmente englobam esforços

em reduzir o custo com o trabalho direto, com manutenção preventiva, com o pessoal da área de Pesquisa e Desenvolvimento, com a busca de novas tecnologias, com a força sobre os fornecedores, com salários, ou com a redução dos programas de treinamento. Como resultado, pode tornar-se uma empresa voltada ao baixo custo e com graves deficiências em qualidade.

A maneira mais inteligente de promover esta estratégia é pensar que o baixo custo é o resultado de fazer outras coisas bem feitas. Muitas companhias dispõem de grandes grupos de pessoas com esta finalidade e com uma visão holística da formação dos custos.

GARVIN (1987 e 1993) *apud* VANALLE (1995) “classifica o custo em três tipos:

- Custo inicial : preço ou custo por se obter um produto;
- Custo operacional : o custo de operação ou o custo de utilização de um produto durante a sua vida;
- Custo de manutenção : o custo de conservação de um produto durante sua vida.

GUNN (1992) sugere que para se tornar um competidor em baixo custo a companhia deve seguir quatro passos básicos: utilizar o custo baseado no mercado para produtos e processos, entender a relação entre custo e qualidade, ter um sistema confiável para promover os custos e entender as relações de transações para os “overheads”.

Uma técnica japonesa chamada de “target cost/target profit” enfatiza que os custos devem ser revistos e acompanhados durante a fase de planejamento e projeto, que é o ponto no qual todos os custos subseqüentes são determinados. Esta técnica constitui-se de um estudo das características do produto designado com o custo alvo e então durante o desenvolvimento do produto aplicam-se opções de redução de custo do produto ao longo do tempo permitindo uma estimativa de custos durante a vida do produto.

A competição em baixo custo é um desejo de todos os concorrentes, porém quando não é viável concorrer apenas nesta dimensão, há que se concentrar em outras variáveis que não necessariamente impliquem em aumento dos custos.

### 3.2.3. Tempo

Segundo WASSENHOVE & CORBETT (1993) e STALK JR. (1988) o tempo engloba as tradicionais prioridades flexibilidade e inovação (entendida como o número de novos produtos lançados por uma empresa em determinado tempo).

Será focada esta variável devido à sua relação com o novo conceito de lançamentos de novos produtos e suas peculiaridades, que tornam o tempo um fator preponderante de sucesso para a estratégia de concepção e lançamento de novos produtos e processos, como será verificado.

Pode-se notar que estas demais variações flexibilidade e inovação são tão importantes quanto a própria variável tempo e portanto merecem destaque:

#### 3.2.3.1. Flexibilidade

Na produção esta variável vem tornando-se essencial devido aos mercados cada vez mais instáveis e concorrentes por sua vez mais vorazes, que com a aplicação de tecnologia fazem com que disputem a habilidade de alternar-se em modificar aquilo que produzem (produto) e como produzem (processo).

GERWIN (1987) *apud* VANALLE (1995), “define flexibilidade como sendo a habilidade de responder, de forma efetiva, a mudanças circunstanciais.” GARVIN (1993) classifica a flexibilidade em três tipos:

- Flexibilidade de produto : pode ser subdividido em novos produtos (velocidade com que os novos produtos são criados, projetados, fabricados e introduzidos no mercado), customização (habilidade em produzir um produto com características específicas, determinadas pelo cliente), e modificações (modificação de produtos existentes para necessidades especiais);
- Flexibilidade de volume : fragmenta-se em incertezas nas previsões (mudanças imprevistas no volume de um produto requerido), e “ramp up” (velocidade com que os novos processos podem passar de pequenos volumes para uma produção em grande escala);
- Flexibilidade de processo: subdivide-se em flexibilidade no mix (habilidade de se produzir uma variedade de produto, num certo espaço de tempo, sem



modificar as instalações existentes), flexibilidade a substituições (habilidade no ajuste à mudança do mix de produtos a longo prazo), flexibilidade nos roteiros (absorver mudanças nos roteiros de produção), flexibilidade nos materiais (habilidade de absorver substituições e variações da matéria-prima), e flexibilidade nos seqüenciamentos (absorver alterações no sequenciamento da produção em razão de incertezas nas datas de liberação das matérias-primas).

### **3.2.3.2. Inovação**

A inovação ou inovatividade (“innovativeness”) é representada pela capacidade que a empresa tem para introduzir, em suas instalações, novos produtos e/ou processos num certo tempo.

A inovação baseada no tempo é reconhecida como o caminho para competir como líder tecnológico, possibilitando trabalhar com margens maiores devido ao produto ser mais novo e mais desejável.

### **3.2.3.3. Requisitos por atuação no tempo**

O tempo nem sempre foi um requisito de vantagem competitiva. Assim na evolução da Nova Ordem Econômica houve, segundo MEYER (1993), quatro mudanças que dirigiram o tempo como requisito importante de competição: a primeira foi o incremento da competição global. A partir de 1950 os EUA dominaram todo o mercado global, a Alemanha e o Japão haviam sido dizimados pela II Guerra Mundial, e viviam-se os tempos da guerra fria. Em contraste com os dias de hoje o Japão é uma grande força econômica, a Alemanha está reunificada e o bloco europeu é o maior mercado do mundo. O desenvolvimento do Terceiro Mundo, principalmente no leste asiático, criou outros grandes centros econômicos, tornando o ambiente competitivo aquecido e vibrante. A segunda mudança foi o desenvolvimento tecnológico tornando os produtos mais inteligentes e compactos. A terceira deve-se ao rápido crescimento da educação global pela qual todos têm acesso aos avanços tecnológicos sejam pelo contato com outras universidades, ou por jornais e simpósios. E por último, a quarta mudança tem sido o sucesso conseguido pelas empresas que adotam o tempo como prioridade.

As prioridades competitivas vêm movendo-se do custo (até o fim de 1970) para a qualidade (início dos anos 80 até o início dos anos 90) e para o tempo (corrente), como habilidade de uma companhia em responder as necessidades dos clientes (KUMAR & MOTWANI, 1995). Convém esclarecer que este efeito vem ocorrendo de forma consciente, sempre respeitando-se as relações entre as prioridades de forma a obter o sucesso perante a concorrência.

Enquanto todos concordam que tempo desperdiçado é indesejável, o consenso sobre o que é tempo desperdiçado está longe de ser unânime. Alta velocidade não é sempre sinônimo de melhor uso do tempo, mas atacando e eliminando atrasos invariavelmente melhora-se o tempo de atravessamento e serviços. Medidas para redução nos tempos de projeto, tempos de ciclos, tempos de “set-up”, tempos de atravessamento e tempos de entrega estão aparecendo com regularidade nos relatórios de desempenho. Eliminar atrasos e melhorar o fluxo do produto envolve criatividade, trabalhadores especializados, investimento em capital e mudanças no “status quo”. Frequentemente significantes melhorias podem ser obtidas com relativamente pequeno ou nenhum investimento de capital.

O desperdício deve ser definido estrategicamente e inicia sendo identificado como aquilo que não agrega valor ao cliente. O inventário, por exemplo, pode ser considerado desperdício em ambiente em que a composição de custos é importante. Para identificar aquilo que não agrega valor é necessário conhecer todo o processo logístico, já que as melhorias são executadas usualmente aprimorando-se o fluxo do valor.

“A competição baseada no tempo é uma envolvente estratégia de negócios que redefine a significância das atividades da organização. Sua ênfase é no ambiente flexível interno que incrementa o fluxo de saída por eliminação nos atrasos de tempo do sistema. Qualquer atividade que consuma tempo, mas não adiciona valor ao produto, é um alvo inicial para redução ou eliminação do desperdício. As atividades que somam valor devem ser continuamente melhoradas no sentido de redução do tempo e assim cada vez mais adicionar maior valor. Desperdício é algo que não adiciona valor ou demanda mais tempo que o necessário. O sistema é definido como toda uma corrente logística da criação (concepção) até o consumo. O inimigo é o tempo morto,

atividades não sincronizadas, filas, otimização de locais não integrados e interações funcionais adversas. A redução do “lead-time” com a corrente fornecedor-produção-distribuição é o mecanismo para a competição baseada no tempo (TERSINE & HUMMINGBIRD, 1995, página 9).”

Não se pode esquecer dos canais de distribuição, pois são especialmente críticos para o sucesso da competição baseada no tempo. Todo o tempo potencialmente ganho na manufatura pode ser perdido se a operação de distribuição atrasar.

MEYER (1993) estabelece ainda que a premissa básica é comprimir todo o ciclo do negócio, que inicia com a identificação da necessidade do cliente e é concluída com o pagamento recebido pelo produto embarcado. Como o ciclo total é composto por vários outros subciclos (desenvolvimento, manufatura, vendas, etc.), este se expande ou se contrai baseado nas necessidades sobre o tempo. Toda vez que se completa um ciclo, é acumulado um dado sobre a relação entre a empresa e seus clientes. O como este dado é transformado em aprendizado determina a escala na qual a organização pode se adaptar e mudar. E conclui que os competidores baseados no tempo são rápidos não porque eles manuseiam a complexidade melhor que os outros, mas porque eles as eliminam conforme as possibilidades. Em resumo: O competidor que consistentemente providenciar o maior valor ao cliente primeiro, vence.

O aproveitamento da vantagem competitiva tempo é dirigida às empresas que têm habilidade de minimizar os passos através da corrente de soma de valores aos seus clientes no menor tempo e no menor custo. Diferenciação em serviços, por exemplo, é possível reduzindo-se “lead-times” entre a produção e o consumo.

A competição baseada no tempo ou velocidade refere-se à habilidade de entregar produtos e serviços mais rapidamente que outros competidores, verificando possibilidades que proporcionem maior velocidade aos procedimentos que diz respeito ao tempo de trazer novos produtos ao mercado, tempos para manufaturar um produto existente, e o tempo para entregar um produto ao cliente.

DAUGHERTY & PITTMAN (1995) definem que o “lead-time” inclui o tempo total da colocação de uma ordem de compra até o recebimento pelo cliente. Pode ser segmentado em “lead-time” da produção e “lead-time” de distribuição. Na produção engloba o tempo de preparação, tempo de filas, tempo de “set-up”, tempo real (“run

time”), tempo de movimento e tempo de inspeção, sempre excluindo o tempo de aquisição de materiais e componentes. O “lead-time” de distribuição inclui o tempo requerido para a transmissão da ordem, processamento da ordem, preparação da ordem e trânsito. Para o consumidor somente interessa quando irá receber a mercadoria.

O caminho crítico no qual ocorrem os segmentos de tempos a serem atacados de acordo com KUMAR & MOTWANI (1995) são:

- 1- Engenharia do projeto e produto : inclui todas as atividades entre a identificação das necessidades do mercado até o projeto do produto estar completo e “congelado”;
- 2- Protótipo e processo de desenvolvimento : inclui as atividades envolvendo o protótipo e desenvolvimento de um processo factível para que se produza as especificações de projeto;
- 3- Preparação para a produção : inclui as atividades como desenvolvimento e/ou procura por ferramentas e equipamentos, e outros dispositivos necessários para a produção assim como o desenvolvimento da infra-estrutura de acordo com o tamanho de lote planejado;
- 4- Produção : inclui todas as atividades iniciando-se de material cru até o produto ser finalmente produzido e embalado;
- 5- Entrega : inclui todas as atividades requeridas para entregar o produto aos clientes pontualmente na forma de eficiência em custo.

As empresas tradicionais requerem longos “lead-times” para resolver conflitos entre as várias atividades que requerem o mesmo recurso, afirma STALK JR. (1988), e este “lead-time” cresce quanto maior for o elo do planejamento, aumentando custos, incrementando atrasos e criando sistemas ineficientes. A solução é “quebrar” o elo do planejamento reduzindo os estoques de segurança e todo o resto tendo previsão somente para o próximo dia de venda, ou o menor prazo possível, reduzindo atrasos no fluxo de informações.

Conforme visto até aqui, o que distorce o sistema é o tempo: o grande atraso entre o evento que cria uma nova demanda e o tempo quando a fábrica finalmente recebe a informação. Estas distorções agravam-se mais através do sistema, com desperdício e ineficiência. Então, as companhias têm as seguintes escolhas: produzir

sob previsão (“forecast”) ou podem reduzir os atrasos no fluxo de informação e produto através do sistema. A solução tradicional é produzir sob previsão. O novo desafio é reduzir o tempo de concepção. (STALK JR.,1988).

O tempo como apresentado relaciona-se à agilidade de resposta, assim os fatores e subfatores determinantes dessa agilidade são apresentados na tabela abaixo.

Tabela 03: fatores determinantes da agilidade de resposta

<b>Fatores</b>	<b>Subfatores</b>
Disciplina no fluxo de informação e material	Sistema de puxar Produto ou layout celular Poucos fornecedores
Estado da tecnologia	Tecnologia “computer aided” Sistemas de manufatura flexível Sistema de manufatura ágil Tecnologia da informação Base de dados integradas
Funções especializadas	Engenharia simultânea Tecnologia de grupo Projeto e processo voltados à fabricação Otimização de projeto e processo
Fatores de recursos humanos	Treinamento e educação Empowerment dos operários Flexibilidade da força de trabalho Número de níveis hierárquicos Fluxo de informação flexível
Qualidade	Desdobramento da função qualidade Controle estatístico da qualidade
Flexibilidade	Inovação de produtos e processos Economias de escopo Flexibilidade de processo Flexibilidade de programação

Fonte: KUMAR & MOTWANI (1995), página 42, figura 3.

Os mecanismos que relacionam cada determinante de agilidade visto na tabela 3, pode ser brevemente descrito em melhorias como por exemplo: o sistema de puxar como JIT ou kanban, que emprega a filosofia de puxar para mover o material entre estações proporcionando a redução dos “lead-times” de produção, a agilidade predomina na inexistência de filas em frente às estações de trabalho, baixos tempos de set-ups, pequenos lotes, redução de problemas de qualidade e redução do espaço.

KUMAR & MOTWANI (1995) salientam que o valor estratégico primário dos competidores baseados no tempo refere-se a: um tempo de resposta mais rápido comanda um preço prêmio; uma entrega mais rápida de produtos “customizados” atraem mais clientes e encoraja uma marca de lealdade; e passos acelerados de economia de atividades na produção e logística em custos, o que resulta em maior contribuição e benefícios.

As vantagens externas da adoção da competição baseada no tempo segundo MEYER (1993) são: prover uma capacidade de ensinar/copiar - o competidor não pode copiar os processos; permite aumentar as margens de lucro - sendo o primeiro a lançar o produto, elimina a competição; fortalece o marketing - sendo o primeiro a lançar o produto; estabelece as normas; escolhe os melhores canais de distribuição; mantém uma posição de inovador perante o mercado; cria condições de melhor controle do mercado em relação às previsões; incorpora a tecnologia mais recente; incrementa qualidade e reduz custos; e reduz o tempo de resposta ao cliente. As vantagens internas refere-se a: foco na redução do tempo do processo para detectar e corrigir problemas; permite ciclos de aprendizados mais completos - aumenta a experiência em decisões; as medidas são fáceis de serem entendidas e de serem usadas; reduz os “overheads” - uso de times e achatamento da pirâmide hierárquica; permite fluxo de informações dirigidas a todos; fornece maior poder de decisão ao pessoal e constrói confiança mútua; incrementa o senso de realização; e incrementa a qualidade rapidamente.

Na concepção de DAUGHERTY & PITTMAN (1995) as vantagens referem-se a: vantagem competitiva através do gerenciamento do tempo, incrementar resposta rápida à corporação, flexibilidade, e melhoria no sistema de comunicação e informação usando-se tecnologias integradas em toda rede.

STALK JR. & WEBBER (1993) citam que a estratégia de competir no tempo foi fortemente adotada pelos japoneses, então, estes tiveram no início dos anos 90 de reavaliar a importância do tempo, que foi a estratégia pela qual as companhias foram condenadas a correr cada vez mais rapidamente, porém, sempre permanecendo no mesmo lugar da competitividade, devido à tônica de colocar no mercado mais e mais variedades de produtos sem perspectivas de alcançar vantagens competitivas como maiores margens de lucro ou mais atrativos.

Os competidores baseados no tempo focam todo o sistema de uma empresa com olhos especialmente voltados ao tempo total requerido para entregar um produto ou serviço, sendo seus objetivos encontrar o melhor caminho para desempenhar uma tarefa eliminando as seriadas, fazendo-as de forma paralela, e deste modo todo o tempo é diminuído, e nenhum é desperdiçado, a palavra-chave é identificar onde atuar. A limitação do uso desta estratégia como foi demonstrado refere-se à atenção de não descuidar-se do cliente.

### **3.3. AS VANTAGENS COMPETITIVAS**

#### **3.3.1. Introdução e conceitos**

O termo que designa concorrência hoje é vantagem competitiva, e este termo teve origem em 1980 com a publicação do livro “Estratégias Competitivas” de Michael Porter, até então o termo dominante era simplesmente concorrência. ZACCARELLI (1995) descreve que o objetivo do planejamento das empresas com fins lucrativos passou a ser único: aumentar as vantagens competitivas.

A vantagem competitiva enfatiza os aspectos positivos e é medida sob uma lógica comparativa muito mais complexa que a lógica absoluta, assim a vantagem competitiva de uma empresa pode tanto levá-la ao sucesso como ao fracasso, ela é a base do pensamento estratégico e possibilita à empresa : crescer; melhorar para aprofundar nas vantagens competitivas; lucrar aumentando preços; desperdiçar, criando desvantagens competitivas somente para facilitar a vida dos administradores.

Normalmente na literatura não se vê um valor da vantagem competitiva, ela somente existe se for reconhecida pelos clientes e possui as seguintes características: tem valor somente enquanto durar; seu valor depende da decisão sobre a sua utilização;

o valor não é proporcional ao seu tamanho; o valor da soma de vantagens competitivas distintas não é a soma do valor isolado de cada uma delas; se a empresa tiver uma vantagem competitiva e uma desvantagem competitiva, assim não se pode subtraí-las para obter o valor final.

A preocupação sempre é a de explorar melhor as vantagens competitivas e minimizar os efeitos das desvantagens competitivas; mostrar que os estrategistas acertam mais do que os financistas (retorno sobre o investimento); baixo custo não é vantagem, o consumidor não percebe o custo mas o preço final.

O perfil competitivo varia de empresa para empresa e sua lógica é aparentemente simplória pois: “apenas uma vantagem competitiva, sem nenhuma desvantagem competitiva, é suficiente para uma empresa ter muita possibilidade de crescer, melhorar, lucrar e fracassar. O inverso também é verdadeiro.

- Se uma empresa tiver uma vantagem competitiva muito nítida ou em muitos fatores de competitividade, tem-se uma situação instável, e com possibilidade de redução do número de empresas operando no mercado, ou de mudanças nos concorrentes, para rebater as vantagens competitivas da melhor empresa;
- Uma empresa poderá se manter no mercado, até em boa posição se o seu perfil contiver uma mistura de vantagens e desvantagens competitivas;
- Podem competir em um mesmo mercado, em situação estável, diversas empresas apresentando vantagens competitivas diversas;
- Os especialistas em estratégia preferem buscar pequenas vantagens competitivas, uma a uma, em sucessão, a buscar uma grande idéia que forneça apenas uma vantagem competitiva.”(ZACCARELLI, 1995, página 18).

Até os anos 80 acreditava-se que para ser competitiva, uma empresa deveria dirigir seus esforços para uma ou duas destas prioridades competitivas, sendo conhecido como o conceito de foco, introduzido por SKINNER (1974). Este modelo sugere que há incompatibilidades entre as prioridades sem ao certo esclarecer quais são estes “trade-offs”. Skinner usou a questão: “Como podemos competir?”, sendo entendida como “Qual prioridade devemos focar?”, assim as empresas focam em exatamente uma prioridade, e argumenta que mais que uma prioridade causa confusão e ineficiência.



HILL (1989) distingue entre critérios qualificadores e ganhadores de pedidos e sugere que a manufatura deve encontrar o critério qualificador para entrar e permanecer no mercado, implicando que a empresa não necessariamente ganhe pedidos, mas esteja apta a não perder clientes para seus competidores.

Os critérios qualificadores de pedidos são aqueles critérios apreciados pelo cliente como condição mínima de participação e manutenção no mercado, sem os quais, na maioria das vezes, não é possível competir. É importante citar que atendendo a estes critérios, a empresa está apta a competir, como, por exemplo, um patamar mínimo de qualidade e custo compatível.

Já os critérios ganhadores de pedidos, são aqueles atributos apreciados pelo cliente como condição crucial de diferenciação entre um produto e outro, levando o cliente a escolhê-lo.

ZACCARELLI (1995, página 17) cita os critérios de Hill da seguinte forma:

“1- Fatores de manutenção versus fatores ganhadores de pedidos: os de manutenção são aqueles com os quais a empresa perde se estiver em desvantagem em relação a eles, mas, se ela estiver em vantagem, eles não garantem por si sós um aumento de pedidos dos clientes, sendo fatores assimétricos.

2- Fatores “puxadores” de vantagens competitivas: são aqueles que, trazendo em si uma vantagem competitiva conseguem facilmente outras vantagens competitivas, sendo um fator catalisador.

3- Fatores “becos sem saída”: uma vantagem competitiva impede a passagem para outra vantagem competitiva. A mais exemplificada é a vantagem preço baixo conseguida com o pagamento de baixos salários. Se a empresa desejar outra vantagem competitiva mais sofisticada, baseada na alta eficácia dos trabalhadores, terá que desistir previamente dos baixos salários. O fator “beco sem saída” é um inibidor.

4- Fatores incompatíveis entre si: são aqueles com os quais é impossível ter ao mesmo tempo vantagem competitiva. Fica-se com um ou outro, mas não com ambos simultaneamente. São fatores excludentes.”

Este modelo de Hill sugere a existência de critérios qualificadores e critérios para concorrência diferindo do modelo tradicional das compatibilidades e incompatibilidades das variáveis competitivas sob dois aspectos: introduz o conceito de

patamar mínimo para ser sustentado no negócio, e explicita a orientação ao consumidor ao invés do modelo tradicional de “trade-off” de Skinner.

FERDOWS & DE MEYER (1990) em pesquisa, observaram que certos competidores são mais hábeis que outros no desempenho das prioridades competitivas. A idéia original de Skinner foi mal interpretada, acreditando que o foco ajuda a simplificar decisões de acordo com a importância das prioridades competitivas na qual o vetor resultante é único definindo claramente a missão da companhia. Argumentam que programas de melhoria de qualidade geralmente guiam a redução de custos, sendo, portanto, uma ilusão o “trade-off” custo-qualidade.

A emersão de novas tecnologias é um dos pontos que FERDOWS & DE MEYER (1990) explanam em suas observações. No passado havia grande incompatibilidade entre custo e flexibilidade (Ford modelo T), hoje com a automação flexível isto não existe.

Entre as diferentes estratégias recomendadas, muitos autores recorrem às analogias relacionando-se às prioridades competitivas e suas aplicações para melhor explicá-las. Estas analogias são definidas como modelo do cone de areia de FERDOWS & DE MEYER (1990) e a analogia das ondas de uma maré de WASSENHOVE & CORBETT (1993).

### **3.3.2. O modelo do cone de areia**

FERDOWS & DE MEYER (1990) definem seu modelo como um cone de areia composto de diferentes camadas, representando programas de melhoria. A areia fina e seca representa programas de melhoria em custos, a ligeiramente firme e ainda seca representa flexibilidade, a úmida e razoavelmente firme a confiabilidade enquanto a sólida e úmida representa programas de melhoria da qualidade. Cada camada de areia tem sua posição certa no cone senão o programa não será bem implementado, daí a analogia.

Este modelo é dinâmico em contraste com o tradicional modelo de compatibilidade e incompatibilidade (“trade-off”). Uma das mais importantes suposições é que a firma em consideração não possui folga em sua operação, constituindo-se no que hoje é chamado de firma “enxuta”.

O modelo cone de areia constitui um importante passo explanando o desempenho da manufatura, por quatro razões:

- modelo protagonista ao invés do tradicional antagonista;
- sugere hierarquia e reforço entre as prioridades competitivas;
- o conceito de foco está errado: as firmas podem competir em várias dimensões competitivas concorrentemente;
- pelo fato de seu desenvolvimento ter tido um suporte empírico.

O modelo apresenta ainda outras características, tais como:

- estrita ordem qualidade, confiabilidade, flexibilidade e custo. O mercado define as prioridades competitivas;
- usa a tradicional ordem entre as prioridades competitivas custo, qualidade, confiabilidade e flexibilidade incluindo inovação sob a flexibilidade.

Assim, estão intimamente relacionadas: alta confiabilidade facilita alta flexibilidade, enquanto que alta flexibilidade é o passo em direção a habilitar maior inovação.

### **3.3.3. A analogia das ondas de uma maré**

WASSENHOVE & CORBETT (1993) sugerem que essencialmente há três prioridades competitivas: qualidade, custo e tempo, e está alinhada à crescente atenção dada ao tempo como uma nova forma de vantagem competitiva e estabelece uma classificação mais clara das prioridades competitivas.

Assim como a analogia do cone de areia, WASSENHOVE & CORBETT (1993) propuseram a analogia denominada de ondas de uma maré. Considerando a areia da praia, observando-se quando a maré está baixa, na linha da água, a areia está firme; agora focalizando da parte molhada para a parte seca (vindo à terra) a areia fina cobre a camada de baixo de areia firme e molhada. Quando a maré vem, a praia fica menor, e previamente a areia seca torna-se firme e molhada. Assim ao contrário do modelo do cone de areia, há uma contínua irrigação da base num incremento de velocidade.

Quando a maré é baixa, o produto ainda é relativamente novo e o mercado está vagarosamente envelhecendo, isto é na verdade possível. Entretanto em algum

tempo a maré se eleva e firmas que mantiverem seus cones de areia na área de qualidade na praia serão as primeiras a serem levadas para fora do mercado, embora possam ser hábeis a manter suas cabeças acima da água. A linha da água marca a diferença entre as necessidades competitivas e as prioridades competitivas.

Como a praia e a maré, a competição está tornando-se cada vez mais acirrada e o mercado restrito. Finalmente parte da praia está sob a água, deixando somente as firmas que moveram-se para a competição baseada no custo sobrevivendo. Algumas firmas que permanecem neste segmento estão aderindo ao muro do mar, necessitando de todos os seus recursos humanos para mantê-los escorregando ou caindo e sendo devorado pelas famintas ondas da competição.

WASSENHOVE & CORBETT (1993) sugerem um novo caminho para olhar as tradicionais prioridades competitivas classificando-os em categorias “quality-based, time-based e cost-based”, e propõem um modelo diferente. Partindo do modelo do cone de areia definindo três prioridades (custo, qualidade e tempo) ao invés das cinco tradicionais, este modelo reorienta as prioridades. A hierarquia sugerida é dirigida pelo mercado e não dirigida pelos fabricantes como no caso do cone de areia. A hierarquia dinâmica distingue a necessidade competitiva da prioridade competitiva, conhecendo o fato que a maturidade do mercado implica que a firma deve encontrar-se no patamar mínimo do critério de qualificação. Pode-se apontar algumas conclusões quanto a este modelo:

- A matriz produto/processo encaixa-se com o ciclo de vida do produto e do processo, o modelo das ondas de uma maré sugere o conceito de ciclo de vida das prioridades competitivas. Encolhendo o ciclo de vida dos produtos e introduzindo novas tecnologias com flexibilidade, há um grande argumento de rever a matriz produto/processo e “correr na diagonal”;
- Algumas companhias podem decidir a evitar o escorregamento em direção a competição em altos volumes na clássica matriz produto/processo escolhendo um nicho de mercado;
- A dinâmica hierarquia das prioridades competitivas, embora a seqüência qualidade-tempo-custo seja provavelmente comum, significa não haver sempre uma única seqüência concebível.

Com o conhecimento desses conceitos básicos, pode-se concluir que deve haver níveis mínimos de desempenho em todas as prioridades competitivas. A formulação da estratégia da produção é que poderá definir qual focar a médio e longo prazos e através de que meios.

### **3.3.4 – O ambiente competitivo**

As companhias que adquirirem conhecimento mais rápido que seus competidores mostrarão desempenho superior e poderão apresentar-se no cenário com algumas vantagens adicionais.

Pode-se confirmar a velocidade com que ocorrem as mudanças no mercado expressando as alterações na percepção dos clientes. Através de pesquisas executadas no Japão, EUA e Europa na busca de uma produção que cumprisse com o seu papel de elo de sucesso com os clientes revelaram a evolução destes grandes centros industriais desde 1983. Estas pesquisas foram:

- Pesquisa de DE MEYER, NAKANE, MILLER & FERDOWS (1989) entre 1983 e 1986 em 214 indústrias japonesas, 186 norte-americanas e 174 européias;
- Pesquisa de DE MEYER (1992) de 1989 à 1992, com 108 empresas européias de 15 países;
- Pesquisa de ROTH, GIFFI & SEAL (1992) em 1988, com executivos norte-americanos.

A partir das transformações observadas nas organizações, verifica-se cada vez mais a necessidade de uma evolução na metodologia de concepção, desenvolvimento e lançamento de novos produtos e para suprir esta lacuna surge a Engenharia Simultânea, que é o objeto de estudo deste trabalho e será explorada nos próximos capítulos.

## **IV - A ENGENHARIA SIMULTÂNEA COMO ARMA COMPETITIVA**

### **4.1 – INTRODUÇÃO**

A ES, como será verificada, é praticamente uma reavaliação do processo de concepção, desenvolvimento e lançamento de novos produtos utilizando-se da execução de passos ou atividades simultâneas nas várias fases previstas no desenvolvimento do processo em referência. Vem tornando-se um fator preponderante para a redução do “time to market” (tempo desde a concepção até o lançamento no mercado de um produto), fazendo com que este tempo seja reduzido através de interações contínuas entre os componentes de um time facilitando o desenvolvimento, sem afastar-se dos propósitos ou características iniciais definidas para o produto, o que pode garantir uma maior qualidade do produto final.

Nos capítulos anteriores foram apresentadas as condições do ambiente e da própria organização do trabalho no que se refere ao dinamismo das transformações ocorridas nos últimos anos. Neste cenário em que deve imperar a eficiência sob todos os aspectos organizacionais, a forma seqüencial como são executadas as atividades de concepção e desenvolvimento de novos produtos não permite atingir a flexibilidade, os custos e o padrão de qualidade impostos.

A história da ES está relacionada à própria história dos times multifuncionais, pois sem a utilização de times não é possível a concepção da ES.

No Japão, os times, ou melhor, grupos de trabalho foram usados como força-tarefa para identificar, analisar e resolver os graves problemas de qualidade no início dos anos 60, posteriormente para melhoria da produtividade e depois para o desenvolvimento de novos produtos. No caso de desenvolvimento de novos produtos, os times não dispunham de uma denominação especial apenas “parallel approach”. Quando a idéia de que as atividades de projeto e produção poderiam ser desenvolvidas de modo paralelo ultrapassou a fronteira do Japão e começou a ganhar novas denominações como: Engenharia Concorrente, Desenvolvimento Concorrente, Desenvolvimento Integrado de Produtos ou Engenharia Simultânea.

O que levou a adoção desta nova idéia, além do próprio ambiente, foi e está sendo a verificação do distanciamento entre os engenheiros de desenvolvimento e os

engenheiros das áreas produtivas, fazendo com que um produto sofra muitas revisões até poder atender todos os requisitos colocados pelo cliente, daí o trabalho em times multifuncionais ser essencial.

A importância deste trabalho está justamente em preencher algumas lacunas encontradas na literatura quanto à ES, principalmente com relação aos passos para a sua implantação, pois nas empresas em que o autor pôde vivenciar estas implantações, verificou-se que nem sempre foram aplicadas de forma organizada e coerente, outras vezes ocorre de ser interpretada de forma muito particular pela empresa não se atendo a aspectos conceituais importantes que poderiam auxiliar em uma implantação com base sólida. Entretanto isto não significa que há uma só maneira de implantar, como uma receita a ser seguida, conforme salienta EVANS (1991) trata-se de um senso comum de idéias.

## **4.2 - A ENGENHARIA SIMULTÂNEA**

### **4.2.1- Conceitos e objetivos**

Há inúmeras definições para a ES. A partir das definições de alguns autores como HADDAD (1996), RADHARAMANAN (1993) e LEE *apud* GIFFI *et al* (1990), pode-se considerar que:

Engenharia simultânea é a possibilidade de promover antecipadamente, durante a fase de concepção até o lançamento, uma integração de todo conhecimento, recursos, e experiência em projetos, desenvolvimento, marketing, produção e vendas de uma empresa para criar novos produtos com sucesso. Permite atingir simultaneamente a redução do “time-to-market”, a melhoria da qualidade do produto, e a diminuição dos custos de desenvolvimento dos produtos.

“Uma mistura entre funções e comunicação eficaz asseguram que a manufaturabilidade, assim como outros atributos importantes sejam consideradas nos estágios mais iniciais do processo de desenvolvimento. Isto faz com que o número de mudanças sejam consideradas na fase de projeto antes de gastos significantes de recursos” (HADDAD, 1996, pág. 124).

Para HADDAD (1996) a ES é uma ruptura total com o passado, através da transformação da organização baseada em componentes para uma organização baseada por produto.

Segundo COSTA (1994), tomando-se por base o processo de desenvolvimento de novos produtos como uma combinação de processos que transformam conhecimento, trabalho, matéria-prima e energia em um produto final, tem-se em mente a combinação desses de acordo com a metodologia usada. Assim pode ser considerada, por exemplo, a seguinte seqüência de processos: concepção de um novo projeto, desenvolvimento do projeto, detalhamento do projeto, definição do processo de fabricação das peças, montagem do protótipo, avaliação do protótipo, ajuste do protótipo, e liberação do novo produto. Cada fase pode ser iniciada após a anterior ou durante a execução de fases concomitantemente, dependendo de vários fatores como a disponibilidade de recursos, tipo de produto, cultura da empresa, etc.

Utilizando-se da engenharia convencional, tradicional ou serial, os processos são realizados sequencialmente por cada setor na estrutura da organização: os projetos são executados pela engenharia de produto, os processos de fabricação pelo setor de métodos e processos, e assim por diante. Seus benefícios englobam os processos que são desenvolvidos de forma ordenada e com foco nos trabalhos funcionais. As desvantagens incluem longo tempo de concepção e produtos difíceis de fabricar, com produtos fora do foco do cliente. O detalhe é que a área de métodos e processos só tem conhecimento do produto após o detalhamento ter-se encerrado na área de engenharia. Um exemplo típico é o de que após uma pizza estar pronta, colher informações sobre que ingredientes desejam.

Alguns mecanismos incluem o time multi-funcional, seleção de componentes e fornecedores para envolvê-los desde o início. O contato direto entre os projetistas e os clientes são peças fundamentais de uma revolução social da organização do desenvolvimento de produtos. A ES implementada completamente envolve uma revolução nos paradigmas do projeto (LIKER *et al*, 1996).

Do ponto de vista convencional, LIKER *et al* (1996) explanam que, por exemplo, um engenheiro de projeto desenvolve uma solução que preenche seus critérios (funcionalidade por exemplo) que pode ser mais ou menos difícil de produzir.



Os engenheiros de manufatura criticam o projeto, sugerindo mudanças incrementais para fazer o projeto mais fácil de ser produzido (por exemplo, alterar curvaturas e reduzir o número de peças). Os projetistas podem progredir através de muitas interações, reconsiderando-as nos próximos projetos. A prática da ES faz esta interação acelerada e o time ajuda a convergir para uma solução aceitável para todos os participantes. Desta forma, raramente esta decisão será contestada por tratar-se de uma decisão da qual todos os membros sabem de todas as considerações.

O modelo de desenvolvimento tradicional inicia-se com a definição do problema, e, então, são geradas várias possíveis soluções. Após análise preliminar, os engenheiros escolhem aquela que promete mais, então avaliam, testam e modificam até uma solução satisfatória. Se esta alternativa mostra-se pouco manufaturável, mais mudanças são adicionadas e assim o processo segue. O ponto básico é que normalmente uma solução é primeiro sintetizada e então analisada e mudada de acordo com as novas considerações. Esta situação de mudanças gera muitos conflitos e quando não, a concordância força a prolongadas reuniões e grandes revisões nos processos (LIKER *et al*, 1996).

O tempo requerido no processo de desenvolvimento convencional é grande devido às interações relacionadas aos problemas encontrados em cada fase que sugere a volta para a fase anterior, ou conforme a programação de lançamento no mercado, transforma-se em uma “colcha de retalhos” devido às adaptações sofridas em cada fase para não enfrentar a causa principal gerada nas fases anteriores.

A alternativa é a ES que também inicia-se com a geração de idéias para definição do problema. Os projetistas, a princípio, pensam em várias soluções e através da integração com a manufatura eliminam aquelas que não se aplicam totalmente, através de informações de todas as funções envolvidas, convergindo para uma solução final definitiva (LIKER *et al*, 1996). SPRAGUE *et al* (1991) concordam com Liker *et al*, uma vez que ressalta que o processo de desenvolvimento integrado - ES - resulta em uma solução ótima de projeto porque o time trabalha em paralelo e pode rapidamente verificar múltiplas opções.

Os princípios da ES não são novos, SPRAGUE *et al* (1991) citam o exemplo do artesão solitário que era responsável pela definição, projeto, manufatura e suporte de

seus produtos prevendo a satisfação de seu cliente. Por volta dos anos de 1950 algumas práticas de ES com pequenos times dotados de algum poder em grandes indústrias como a General Electric para solucionar graves problemas de produtos em campo foram implantados e assim, sistematicamente o uso de times multidisciplinares foi se alastrando nos idos de 1970, sempre sem a devida atenção. Mais recentemente é que os estudos neste sentido foram sendo executados de forma mais sistematizada.

EVANS (1991) demonstra que não há nada de formidável na aplicação da ES. Ela nada mais é do que a aplicação de um senso comum de idéias. ROSENBLATT & WATSON (1991) ressaltam que a ES possui vários nomes como engenharia simultânea ou paralela, e que os fabricantes japoneses de eletrônicos a têm praticado por anos sem dar-lhe um nome especial; eles consideram simplesmente um ótimo negócio e senso de engenharia.

A engenharia simultânea é uma metodologia de desenvolvimento de novos projetos que tem uma proposta de realização de vários processos de forma paralela, ou simultânea, usando um grupo de projeto multidisciplinar e dinâmico. Este time deve conter pessoas com conhecimentos nas mais diversas áreas referentes ao projeto em desenvolvimento e propiciam através da colaboração e tomadas de decisões consistentes, a redução dos tempos da concepção e aumento da qualidade com reduções de custo, devido à redução de surpresas e retrabalho, suas principais virtudes. Um número reduzido de pessoas permite maior fluidez e flexibilidade nas tomadas de decisões por grupo e é imperativa a existência de um líder (“team leader”) para gerenciar de modo que todos os integrantes cheguem ao mesmo ponto ao mesmo tempo.

Para o sucesso do desenvolvimento da ES é sugerido por KRISHMAN (1996) que sejam observadas as mudanças nas perspectivas organizacionais requeridas para a transição, cujas características comparativas entre a visão tradicional e a da ES são apresentadas na tabela 04.

Tabela 04: Engenharia Tradicional (seqüencial) versus Engenharia Simultânea

<b>Sob a visão da engenharia seqüencial</b>	<b>Sob a visão da engenharia simultânea</b>
A informação de projeto é transferida somente uma vez – na forma finalizada,	A informação é trocada muitas vezes, bem antes de ser finalizada,
A informação do projeto é disponível para mudanças somente no fim da fase de geração,	A troca de informações pode ocorrer em pontos intermediários da fase de geração,
A duração das fases são constantes, sem nenhuma interação planejada,	As fases possuem duração variável para incorporar mudanças de projeto nas interações futuras,
Pontos intermediários na evolução da informação do produto não são reconhecidas,	O conhecimento da evolução é usado na execução das fases simultaneamente,
O efeito de mudanças nas trocas de informações é ignorado,	A troca de informação é usada em paralelo nas fases que se juntam,
A comunicação entre fases é mínima.	A comunicação entre fases é freqüente. Não somente no conteúdo da informação trocada várias vezes, mas também nos níveis de detalhes como evolução e sensibilidade.

Fonte: KRISHNAN (1996), table I, página 216.

Do modo tradicional a visão de materiais, segurança, manutenção, manufaturabilidade e custo somente poderiam surgir após o projeto estar completo; na ES estão sendo considerados desde o início do projeto. O maior benefício da ES é diminuir o ciclo de fabricação dramaticamente através de ganhos entre a transferência eficiente dos dados de projeto para o chão de fábrica através de sistemas como CAD e CAM (BEERCHECK, 1990).

Para KIM (1991) os objetivos do projeto concorrente são: aumentar a efetividade do produto pela incorporação de todo conhecimento na fase de projeto, e aumentar a eficiência do processo de projeto pela redução do tempo de concepção até a entrega.

Os objetivos da engenharia simultânea são, basicamente, melhorar a qualidade fazendo-se certo desde a primeira vez e conseqüente diminuição das revisões de engenharia que provocam entropia em toda cadeia produtiva; reduzir os custos no ciclo de vida dos produtos, pois pode haver potencial perda de cliente devido a baixa

qualidade ao longo do tempo de desenvolvimento; e reduzir o tempo de desenvolvimento associado ao produto, pois é imperativo o lançamento de novos produtos no mercado antes dos demais competidores. A integração com os fornecedores é essencial para a redução dos “lead-times”, pois permite iniciar os trabalhos pertinentes ainda na fase do projeto com a elucidação de todos os objetivos de custo e qualidade priorizando sua manufaturabilidade e ajudando-se mutuamente na seleção de materiais e aparência.

As companhias japonesas possuem uma longa história de parceria com seus fornecedores dando-lhes responsabilidades no desenvolvimento de produtos. As especificações e os requisitos são usados para a coordenação de atividades, até que um protótipo seja executado e testado, acelerando o processo de introdução do produto na produção (LIKER *et al*, 1996).

HADDAD (1996) expõe que neste panorama há que se levar em consideração novos parâmetros para avaliar os talentos humanos. Nesta nova concepção, somente quem tem mais contato com os trabalhadores é que pode avaliar o desempenho individual baseado nas habilidades e comportamento tanto com os superiores como com os subordinados e clientes.

HAUPTMAN & HIRJI (1996) colocam que dentre os princípios da ES estão objetivos comuns, completa visibilidade dos parâmetros de projeto, consideração mútua de todas as decisões, colaboração para resolver conflitos, times de trabalho, melhoria contínua. Nesta ótica, o desenvolvimento de novos produtos é uma seqüência de ligações entre as necessidades de se conhecer o mercado e as oportunidades tecnológicas que são traduzidas em informações para a produção.

Em função de todas estas colocações, EVANS (1991) procura esclarecer numa linguagem coloquial, mais voltada para a fábrica, através da tabela 05, resumidamente o que é e o que não é ES.

Deste modo pode-se notar que segundo Evans (1991) a ES é algo atingível e factível desde que haja disposição para mudança no pensamento de toda a sistemática de desenvolvimento de um produto.

Tabela 05 : O que é e o que não é a ES.

<b>Engenharia Simultânea é :</b>	<b>Engenharia Simultânea não é :</b>
Baseada na cooperação	Cara
Muito bom para vocês	Alta tecnologia
Um pacote de ferramentas	Complicada
Fácil de implantar	Alto risco
Diferente para cada um	Uma grande implementação
Orientada ao cliente	Uma cultura
Repensamento do processo de projeto	Impossível de iniciar
Demanda de gerenciamento	Alguma coisa para o próximo ano

Fonte: EVANS (1991), página 17.

#### **4.2.2- As ferramentas para a ES**

KING & MAJCHRZAK (1996) argumentam que as ferramentas para a ES objetivam aumentar ainda mais a concorrência do projeto, permitindo aos projetistas e membros do time se comunicarem mais rapidamente e intensamente via rede através de informações compartilhadas com uma base de dados comum. As ferramentas para ES incluem um ambiente computacional, dados de gerenciamento de produtos, gerenciamento de processos, e capacidades de suporte a decisões. Entre elas pode-se citar: CAD, CAM, CSCW, sistemas de informações distribuídas, e sistemas de suporte a decisões de grupos. Na ES é necessário desenvolver estratégias de criação de ferramentas para refocar o desenvolvimento do trabalho, sendo que estes autores recomendam três estratégias complementares:

- desenvolver ferramentas baseadas nos princípios de projeto centrado no usuário,
- desenvolver componentes para ferramentas de ES que capturam informações na realidade contextual na qual a ferramenta está sendo usada e usar esta informação contextual para modificar a ferramenta de acordo com as necessidades dos usuários,
- desenvolver ferramentas para a ES diferentemente em função de se estar fazendo um detalhamento ou somente estudos.

EVANS (1991) demonstra que há três grandes categorias de decisão quanto à introdução das ferramentas em ES : tecnológicas, técnicas e times.

#### **4.2.2.1. As ferramentas de base tecnológica**

As ferramentas de base tecnológica dizem respeito às atividades de informação, principalmente do projeto, como o CAD e bases de dados de engenharia, que permitem compartilhar informações com um mínimo de esforço. Podem reduzir custos, mas afetam somente a parte do ciclo de projeto, e podem fornecer pequenos impactos no desempenho global. Entre as ferramentas tecnológicas tem-se:

- a) CAD : permite uma comunicação através de desenhos. Com o CAD 3D pode-se compartilhar idéias fora da atmosfera do projeto com os fornecedores e engenheiros de produção no início do projeto, além de permitir uma aceleração nas mudanças não críticas que se façam necessárias.
- b) Simulação rápida (Rapid Simulation) : pode suportar o projeto através de um retorno rápido do desempenho do projeto CAD sob o ponto de vista técnico, como análise do “stress” mecânico, elétrico e/ ou térmico em apenas algumas horas.
- c) Gerenciamento de configurações e base de dados de engenharia: ataca as atividades que não somam valor no projeto, como as de encontrar e alocar informações, por exemplo, de desenhos similares.
- d) Sistemas de avisos : providenciam informações aos projetistas enquanto eles estão projetando, por exemplo, detalhes que propiciam uma melhor manufatura colocados na memória dos computadores.

A ES tal como descrita por COSTA (1994) permite alocar os recursos ideais para a execução de cada tarefa, independentemente do local ou do horário em que ela será executada. Podem surgir duas situações diversas: durante a formação do grupo de trabalho de um determinado projeto, poderiam ser alocados recursos de todas as subsidiárias da empresa no mundo, inclusive podendo ser monitorada e controlada pela matriz da empresa. As regras de hierarquia da empresa são quebradas, pois sendo o colaborador um indivíduo que conhece bem suas funções e que recebe a atribuição das tarefas através do computador, não importando quem atribuiu as tarefas a serem

executadas (organização matricial); e as pessoas que realizam tarefas não dependem da interação face-a-face com os outros colaboradores do processo podendo exercer suas funções em suas próprias residências e, ainda, para mais de uma empresa ao mesmo tempo. Não há dúvidas de que ferramentas computacionais como o CAD em 3 dimensões e a interligação em redes de micro computadores são essenciais para uma comunicação eficaz entre os membros e demais interessados. O CAD 3D, por exemplo, permite que o projeto seja desenvolvido em uma reunião e alterado em tempo real, além de permitir grande aproveitamento de soluções de outros projetos. Os “electronic mail” possibilitam tomadas de decisões conjuntas rápidas e permitem uma rastreabilidade dos registros das decisões.

#### **4.2.2.2. As ferramentas de base técnica**

As ferramentas de base técnica são várias e a avaliação de seus potenciais deve dar-se de acordo com as necessidades. O que todas as técnicas têm em comum é o desejo de puxar as atividades antecipadamente para possibilitar a visão de uma prévia fraqueza. Dentre as técnicas mais conhecidas estão:

- a) Desdobramento da Função Qualidade (QFD) que considera o impacto de uma decisão oriunda de uma pesquisa de mercado e aspectos de análise do valor. O objetivo primário do QFD é especificar produtos e processos corretamente, e o QFD faz isso traduzindo a voz do cliente dentro das especificações, associando os requisitos do cliente com a técnica apropriada para cada estágio do desenvolvimento e produção. Normalmente, usa-se um método de matriz simples para mapear as necessidades dos clientes, requisitos dos produtos e requisitos do processo. Com esta técnica é possível atingir considerável sucesso por: lembrar a situação exata dos requerimentos dos clientes; documentar qualquer decisão; constantemente lembrar o uso da razão para qualquer discussão pelo claro mapeamento dos requerimentos dos clientes. Em um quadro são colocados os atributos dos clientes e requerimentos de engenharia e através de setas para cima (positivo) ou para baixo (negativo) é indicada a situação atual das relações de acordo com a opinião de um grupo.

- b) Custo alvo (Target cost/ Target profit) : consiste em tomar o preço alvo fornecido pelo mercado e através de decisões sobre o material e processo, estudados na fase de planejamento e concepção, e compor o preço do produto passo a passo até atingir uma condição que seja propícia à empresa entrar no negócio. Pode ocorrer uma opção por entrar no mercado apostando em eficiências futuramente agregadas ao produto através de uma metodologia de melhoria contínua.
- c) Envolvimento antecipado (Early Involvement) : envolver o mais cedo possível na etapa de projeto, os clientes, e/ou fornecedores, e/ou pessoal da manufatura. Os engenheiros de projeto compartilham o mais cedo possível os dados de projeto e através de revisões informais do projeto ocorre o atendimento das premissas dos diversos setores.
- d) Encorajar/ Desencorajar mudanças: quanto mais cedo processam-se mudanças, mais econômicas elas serão. Mudanças tardias são progressivamente mais difíceis de implementar e mais caras.
- e) Planejamento do projeto (Project Planning) : organização de todas as tarefas requeridas para lançar um produto de acordo com a concepção do mercado. O planejamento projeta oportunidades de realização de tarefas em paralelo diminuindo os prazos. As tarefas críticas podem ser investigadas para verificar se podem ser movidas e algumas atividades podem inclusive serem juntadas.
- f) Função perda da qualidade (Quality Loss Function) : a premissa é que qualquer desvio do valor ótimo das características de um produto gera um custo devido a não qualidade. A função vem de uma das ferramentas de Tagushi que desenvolveu este cálculo do custo, ou seja, a perda da qualidade aumenta com o quadrado do desvio do valor alvo. Esta ferramenta mostra os custos de garantia, os custos de reparo ou devolução de cliente, e perda da satisfação do cliente.
- g) Experimento por ordem ortogonal (Experiment By Orthogonal Arrays): presta-se a evitar experimentos em massa. Este conceito introduzido por Tagushi tem como premissa um programa que altera diversos parâmetros com o tempo e verifica quais realmente interferem em grande magnitude no resultado final.



- h) Controle Estatístico do Processo (Statiscal Process Control) : Não basta anotar os defeitos apresentados, é necessário fazê-lo de forma que o monitoramento seja rápido e eficaz em corrigir as variações em qualidade. As cartas do CEP, se bem estabelecidas, podem ajudar nestas detecções de flutuações do desempenho do processo produtivo.
- i) Sete ferramentas de Ishikawa (Ishikawa's Seven Tools) : Estas ferramentas baseadas nas informações do CEP são: diagrama de causa e efeito (diagrama de espinha de peixe), folhas de verificação, histogramas, diagramas de Pareto, cartas de controle, diagrama de espalhar e carta de probabilidade binomial. São ferramentas simples usadas para melhor demonstrar e solucionar os problemas.
- j) DFM e DFMA: são técnicas que podem ser usadas juntas ou separadamente para otimizar ou melhorar um aspecto específico de um produto. A robustez do projeto refere-se à diminuição da susceptibilidade do projeto às várias condições geradas pelo meio externo como as variações do processo produtivo e ambiente através de componentes de alta confiabilidade. No caso da técnica DFMA é uma técnica que associa uma preocupação do projeto com a manufaturabilidade e facilidade de montagem do produto.

De todas as ferramentas o DFMA é o mais difundido, pois presta-se a relatar diretamente às habilidades do projetistas e desenvolvimento com um processo industrial de produção. Os objetivos são: a otimização do processo de projetar e a otimização do projeto físico ou o produto atual. Assim, após o processo de projetar, ser otimizado, o produto deve então ser reprojetoado para permitir: melhor método de produção, aumento da produtividade, aumento da qualidade, e redução do “time-to-market”.

#### **4.2.2.3. Times multifuncionais**

Os times são essenciais para a existência da ES. Sem os times a ES não é possível devido às condições de interações dos elementos que propiciam o atingimento dos objetivos de redução do tempo de lançamento de um novo produto no mercado, melhorar a qualidade dos produtos e diminuir os custos de desenvolvimento.

Os times são indispensáveis e fundamentais para a redução do tempo de desenvolvimento pois: estabelecem um fórum para aprendizado interativo incluindo as soluções de problemas, tornam possível criar uma cultura de valor focada no cliente ao invés de orientada internamente, e providenciam grande flexibilidade para mudanças gerenciais em comparação com outras estruturas organizacionais (MEYER, 1993).

HADDAD (1996) em pesquisa realizada em uma indústria automobilística americana revela que o uso de times multifuncionais denota uma responsabilidade pelo projeto do início ao fim e que todos os membros detêm poder para decidir nos mais variados níveis, gerando um espírito coletivo de propriedade sobre o projeto e orgulho pelo produto desenvolvido.

#### **4.2.2.3.1. Grupos e times**

KATZENBACH & SMITH (1993) enfatizam que há muitas diferenças entre um time e um grupo de trabalho e ainda complementa que times e bom desempenho são inseparáveis, normalmente não há um sem o outro. O desempenho de um grupo de trabalho é função daquilo que seus membros fazem individualmente enquanto que em um time inclui os resultados individuais e daquilo que é chamado de produtos de trabalho coletivo (“collective work-products”). Os membros do grupo de trabalho não se responsabilizam por resultados que não reconhecem serem seus próprios e nenhum deles desenvolve uma contribuição de desempenho de forma incremental. As diferenças entre times e grupos de trabalho são mostrados na tabela 06.

Pode-se notar pela tabela 06 grandes diferenças entre um grupo de trabalho e um time. O time é muito mais que um grupo de pessoas reunidas, a maior diferença está no objetivo compartilhado.

A CONTEAM (1992) propõe que os times, se utilizados de forma correta, podem levar a organização a sair de um nível de desempenho tradicional para um nível de alto desempenho, que é demonstrado na tabela 07.

Tabela 06: Diferenças conceituais entre grupos de trabalho e times

<b>GRUPOS DE TRABALHO</b>	<b>TIMES</b>
Forte, claramente focado no líder	Regras de liderança distribuída
Responsabilidades individuais	Responsabilidades individuais e mútuas
O propósito do grupo é o mesmo de acordo com a missão organizacional	O time possui um propósito específico que o próprio time define
Produto do trabalho individual	Produto do trabalho coletivo
Reuniões rodam eficientemente	Encoraja as discussões e ativa as reuniões de resolução específica de problemas
Mede sua efetividade indiretamente por suas influências nos outros (desempenho financeiro do negócio)	Mede seu desempenho diretamente pelo acesso do produto do trabalho coletivo
Discute, decide e delega	Discute, decide, e faz o trabalho real juntos

Fonte : KATZENBACH & SMITH (1993), página 113.

Tabela 07: Diferenças entre a estrutura tradicional e a de times

<b>ESTRUTURA TRADICIONAL</b>	<b>ESTRUTURA EM TIMES</b>
Focalização sobre a tecnologia	O pessoal e a tecnologia são otimizados
Trabalhadores como parte do equipamento	O trabalhador melhora equipamentos
Trabalhadores como peças de reposição	O trabalhador é um recurso crucial
Tarefas reduzidas e especializações simples	Polivalência e especializações extensas
Controle externo e procedimentos	Autocontrole, times e setores
Muitos níveis hierárquicos com estilo autocrático	Organização plana, envolvimento
Competitiva	Colaborativa
Propósitos da empresa antes de tudo	São levados em consideração também os propósitos pessoais e sociais
Adesão: “é apenas um trabalho”	Empenho: “é o meu trabalho”
Não assumir riscos	Iniciativas e inovações

Fonte: CONTEAM (1992), página 1-28.

A utilização de times favorece uma maior integração entre os vários elementos fazendo com que haja mudanças na organização através de melhoria contínua.

Os times produzem discretamente através de contribuições conjuntas de seus membros e assim atingem níveis de desempenho maiores que a soma individual de seus participantes. A essência de um time é o entendimento comum, e sem isto, o desempenho individual das pessoas do time pode ser comprometido. O propósito dos times é “transformar as contribuições dos fornecedores em satisfação dos clientes” para “fazer da companhia uma coisa que possa se orgulhar” ou para “providenciar que todos possam aprender com a organização”, deste modo a credibilidade do time deve-se a um elemento relativo a vencer, ser o primeiro, revolucionar ou ser a referência.

Uma outra característica importante demonstrada por KATZENBACH & SMITH (1993) é que os times transformam um objetivo comum em objetivos específicos de desempenho que sejam mensuráveis como reduzir a taxa de rejeitos em 50%, diminuir o tempo de concepção de um novo produto em 30% etc. Segundo estes autores as várias razões para que haja uma definição dos objetivos comuns, para então transformá-los em específicos são:

- Ajudam a definir um conjunto de produtos que são diferentes do lado organizacional e dos objetivos individuais; como resultado, alguns produtos requerem um esforço coletivo dos membros do time para fazer alguma coisa específica acontecer, e disto, somam valores reais ao resultado;
- Facilitam em clarificar a comunicação e construir conflitos com o time; quando os objetivos são claros, as discussões podem focar no propósito e reconsiderações, e por outro lado quando os objetivos são ambíguos ou inexistentes, algumas discussões são pouco produtivas;
- Ajudam a manter o foco nos resultados obtidos;
- Permitem atingir pequenas vitórias na perseguição dos objetivos;
- São símbolos de realização que motiva e energiza.

Os objetivos específicos são essenciais para um bom desempenho. Cada um depende do outro para permanecer relevante e vital. Objetivos claros ajudam o time a manter-se e permanecer na trilha do progresso (KATZENBACH & SMITH, 1993).

#### 4.2.2.3.2. Composição dos times

Normalmente um time é composto pelos membros, por um líder, por um facilitador e por um responsável (“sponsor”). O papel do facilitador pode ser desempenhado pelo líder. É necessário definir os papéis e responsabilidades de cada função para que haja consciência de que a disponibilidade das pessoas é limitada, e evitar a complicação de ausência ou acúmulo de funções, assim os membros do time deverão possuir capacidade para executar as atividades, espírito crítico e ser pró-ativo. O líder é responsável por delegar funções, fazer “follow-up”, estimular, reconhecer e trazer retornos. O facilitador é responsável por prover recursos, prestar assistência, garantir a dinâmica, possuir conhecimentos técnicos e tomar decisões. O responsável pode ser o dirigente com capacidade de estabelecer metas, detectar os problemas e criar responsabilidades, reconhecer os esforços e difundir os resultados (CONTEAM, 1992).

Quanto maior seu tamanho maior a chance de ocorrer subgrupos destruindo a unidade (CONTEAM, 1992). Grupos grandes têm vários problemas de logística como encontrar espaço suficiente e tempo para os encontros. ORSBURN *et al* (1992) sugerem que a melhor quantidade de pessoas para a formação do time deve estar entre um mínimo de seis pessoas e um máximo de dezoito pessoas. KATZENBACH & SMITH (1993, página 114) em adição, escrevem que “para encontrar o tamanho certo de um time, deve-se desenvolver um “mix” de habilidades de modo que cada uma dessas habilidades complementem a outra necessária para o time”. A CONTEAM (1992) demonstra que a dimensão ideal de um time deve situar-se entre cinco e nove pessoas, porém alerta que outras pessoas podem participar na qualidade de consultores.

As habilidades desejáveis aos participantes do time possuem três categorias: especialização técnica ou funcional, pessoas para solução de problemas ou com facilidade de tomada de decisão, e pessoas com habilidades interpessoais para trabalhar conflitos.

MEYER (1994) ainda sugere a formação do grupo incluindo engenheiros de desenvolvimento, profissionais da manufatura e pessoal do Marketing, sendo que cada membro representa sua área específica e não deve ter habilidade em todas as tarefas, mas ser acessível a demonstrar soluções para o time. É desejável que o time trabalhe todo o tempo no projeto, porém, isto é discutível por depender do número de projetos e

recursos disponíveis. HADDAD (1996) sugere que os mais experientes (aqueles que possuem históricos da organização) têm clara vantagem na resolução de problemas e que o foco em um único produto por vez e por time leva a resultados muito favoráveis.

#### 4.2.2.3.3. Gerenciamento

HAYES *et al* (1988) demonstram que a célula básica dos times são os talentos humanos e que há contrastes entre pontos de vistas diferentes em relação ao ambiente da produção, pois há dois paradigmas em questão que são: comando e controle, e a melhoria contínua, de acordo com a tabela 08.

Tabela 08: Contrastes entre a condição de comando e controle e melhoria contínua

<b>Contrastes</b>	<b>Comando e controle</b>	<b>Melhoria contínua</b>
Arquitetura da manufatura	Tarefas otimamente definidas Produtividade: aderência à melhor prática de decisão pelos mais altos níveis. Definição estreita do trabalho “Staff sobre a linha”	Tarefas envolvendo melhorias Produtividade: desenvolver melhores práticas de decisões empurradas pelos mais baixos níveis. Ampla definição do trabalho “Linha sobre o staff”
regras da força de trabalho	Esforço físico Habilidades mínimas Processo independente do trabalhador Estabilidade do processo mantida (mudança só pelo “staff”)	Esforço individual Habilidades máximas (técnicas e de resolução de problemas) Trabalhar pode adicionar valor ao processo, melhorando-o O processo pode ser melhorado por todos
Necessidades de informação	Coordenação (o que e quando) Respostas fixas aos problemas através de normas operativas Desempenho medido pela aderência aos procedimentos	Solução de problemas Respostas flexíveis ao problemas Desempenho medido pelo sucesso do negócio

Controle gerencial	Controle direto	Segunda ordem (sistemas e procedimentos) e terceira ordem (normas e valores)
	O chefe sabe a resposta	O chefe suporta e ajuda
	Estrita hierarquia e status	peessoas trabalham em forma de times

Fonte: HAYES *et al* (1988), table 9-1, página 251.

O gerenciamento de times para a melhoria contínua deve ser entendido como flexível e genérico. Atualmente muitos times são auto-gerenciáveis exatamente devido à flexibilidade em lidar com os problemas.

Gerenciar um time sem um bom e simples sistema ou uma linha guia é como dirigir um carro sem um quadro de bordo. Deve ser claro que o propósito das decisões é que os gerentes ajustem os times para a resolução de problemas e não encontrar falhas ou fornecerem a solução (MEYER, 1994).

O sistema de desempenho deve ser elaborado pelo grupo e não cair no erro de promover "experts" quando eles precisam de diferentes pessoas falando uma língua comum. O objetivo primário da medida de desempenho tradicional é colocar boas informações nas mãos dos gerentes para que possam tomar boas decisões, assim times independentes possuem suas próprias medidas informando os resultados medidos.

De acordo com MEYER (1994), o maior problema dos times multifuncionais é que os gerentes usam o sistema de medidas para controlar projetos e processos, inevitavelmente determinando a não efetividade de qualquer time. Quando um grupo de pessoas constrói um sistema de medidas, está também criando uma linguagem comum, tendo certeza de que todos entendam os objetivos do time e caminhem numa mesma trilha, fazendo com que se esforcem para definir os termos que não são familiares aos outros.

Medidas que eram relevantes durante os estágios iniciais de desenvolvimento de um novo produto poderão tornar-se irrelevantes na fase próxima à produção. O time deve regularmente auditar os dados dentro do sistema de medidas para ter certeza que

eles são confiáveis e rápidos, catalogando as medidas que pareçam ter sido mais efetivas em uma aplicação particular e eliminando outras.

Para tornar um time efetivo, GIFFI *et al* (1990) aconselham: colocar a tomada de decisão onde a informação está; simplificar o sistema de informação; focar o sistema de informação e providenciar times com oportunidades para solução dos problemas, manutenção preventiva e identificação das áreas na necessidade de melhoria; aceitar os dados levantados pelo time como legítimos e gerar informação ao pessoal que precise delas.

#### 4.2.2.3.4. Classificação

Os times, segundo KATZENBACH & SMITH (1993) podem ser classificados sob três formas: times que recomendam tarefas, times que executam tarefas e times que verificam tarefas. As características são demonstradas na tabela 09.

Tabela 09: Classificação dos times

<b>Times que recomendam</b>	<b>Times que executam</b>	<b>times que verificam</b>
Incluem força-tarefa, grupos de projeto e auditoria.	Incluem pessoas próximas à manufatura, desenvolvimento, operações, marketing, vendas, serviços e outras atividades de adição de valor ao negócio.	Grupos de trabalho que possuem alta liderança formados por quase todas as pessoas da organização.
Estudam e resolvem problemas	Desenvolvem novos produtos e processos	Verificam sob reuniões em que as prioridades são definidas e as decisões são implementadas de forma individual.
Possui datas pré-determinadas	Não possuem datas de término pois as atividades sempre existem.	Possuem datas pré-determinadas.
Necessitam de clara definição dos objetivos e ajuda de gerentes para “abrir portas”	Apoiam-se nos pontos críticos e tomam decisão em tempo real	Focados nos resultados de desempenho
Necessitam de regular revisão dos objetivos	Os objetivos mudam conforme os pontos críticos	Necessitam de grande acompanhamento

Fonte: KATZENBACH & SMITH (1993).



Como pode ser observado os **times que recomendam** referem-se à força-tarefa, grupos de projeto, auditores de qualidade ou grupos para segurança sempre voltados a resolver um problema particular. Os **times que executam** são grupos voltados aos pontos críticos para os processos que adicionam valor no negócio, como desenvolvimento de novos produtos ou projeto de novos processos de fabricação. Os **times que verificam** são grupos de gerentes que priorizam as atividades.

Pelo exposto, pode-se dizer que sem um time multifuncional não há meios de exercício da ES, que baseia-se sobre este pilar básico. A formação do time é imperativa para a existência da ES.

Um time satisfeito resolve conflitos, compartilha experiências, trabalha bem em conjunto, o “stress” é baixo e o nível de confiança é alto. Quanto à eficiência dos objetivos projetados, normalmente atingem: o custo do produto estabelecido inicialmente, o budget de investimentos previsto para o projeto, o “lead time” estabelecido e principalmente a qualidade (HAUPTMAN & HIRJI, 1996).

Como verificado anteriormente, o desenvolvimento de um novo produto raramente é feito de forma linear ou estática. Normalmente o processo é interativo requerendo geração de idéias e testando múltiplas perspectivas o tempo todo, e uma segunda razão a favor dos times multifuncionais é que eles provêm uma estrutura permanente na qual o objetivo é fornecer soluções aos clientes, e por último o time possui estrutura muito mais flexível que outras formas de organização, principalmente nos dias atuais quando a tecnologia e os requisitos do mercado mudam rapidamente (MEYER, 1993).

#### **4.3.3- Vantagens da ES**

GIFFI *et al* (1990) e HAUPTMAN & HIRJI (1996) apontam as vantagens da ES que estão relacionadas aos próprios objetivos da ES, como sendo: melhoria na qualidade do produto através da manufaturabilidade considerada na fase de desenvolvimento do produto, diminuição do ciclo de concepção/desenvolvimento/lançamento de um produto no mercado (“time to market”), redução dos custos do projeto do produto e processo; altera a seqüência da engenharia:

protótipos, rejeitos, e retrabalho; e melhoria na eficiência da produção. Resumindo, as grandes vantagens apontam para a economia de recursos através da redução dos equívocos e retrabalhos nas fases do projeto próximas ao lançamento do produto.

EVANS (1991), do “CIM Institute”, salienta que entre as companhias que ele vem observando, entre aquelas que praticaram a ES, há um grande número de fatores comuns como:

- Sucesso : os resultados são impressionantes e ocorre a demonstração de um grande salto em desempenho;
- Simplicidade : as empresas não tentaram implementar todas as ferramentas da ES. A utilização das ferramentas privilegiou os conhecimentos existentes, como o caso do CAD e do envolvimento dos fornecedores no início dos projetos;
- Foco : ES foi implementada para atingir um objetivo específico, não porque era o melhor ou o certo a ser feito. Limitando o número de objetivos aumenta-se as chances de atingi-los.

Em seu trabalho, EVANS (1991) demonstra uma escala de melhoria de desempenho verificadas em companhias que instituíram a ES e relaciona:

- O número de mudanças de engenharia pode ser reduzido em até 90%;
- O “lead time” da produção pode ser reduzido em até 30%;
- Os custos com a produção podem ser reduzidos em até 40%;
- O “lead time” de projeto pode ser reduzido em até 60%;
- Os custos com o projeto podem ser reduzidos em até 30%;
- O número de retrabalhos e refugos pode ser reduzido em até 70%.

SHINA (1991) *apud* ROSENBLATT & WATSON (1991) cita que com a ES pode-se “customizar” produtos rapidamente reutilizando investimentos para atender as mudanças nas necessidades dos clientes; reduzir os “cycle time” de ordens e fabricação; evitar os reprojatos e retrabalhos; atingir na primeira passagem pela fábrica (pré-série) patamares maiores que 95% de acertos; as pessoas são mais interessadas e orgulhosas de seus trabalhos.

#### **4.3.4- Limitações da ES**

As restrições quanto a ES, apontadas por ROSENBLATT & WATSON (1991), HADDAD (1996) e SPRAGUE *et al* (1991) são:

- Cultura organizacional: é a tradicional separação entre as várias funções dentro da organização, que normalmente inviabiliza mudanças dessa natureza com as inconstâncias de propósitos. A ES age integrando as várias funções dentro de uma cultura de times.
- Falta de comunicação: que pode ser devido à distância física entre os engenheiros de desenvolvimento e os engenheiros de produção, ou à falta de experiência, principalmente dos engenheiros de desenvolvimento nas atuações da produção, ou à falta de infra-estrutura. O uso intensivo de times e de ferramentas de interação entre projeto e processo podem amenizar este problema.
- Centralização de poder: há sempre o receio da perda de poder do primeiro escalão e com isso ocorre a dúvida entre aquilo que deve realmente ser feito e aquilo que os superiores instruem para ser feito.
- Influências externas dos clientes e fornecedores: que podem alterar consideravelmente o caminhar do projeto, principalmente se mal gerenciados.

#### **4.3.5 - Conclusão**

A ES requer a aplicação de mudanças radicais na estratégia de lançamentos de novos produtos, não sendo suficiente reunir e dizer aos engenheiros para trabalharem juntos a partir de então. É necessário treinamento, convivência com tomadas de decisão nas resoluções de problemas e ferramentas que propiciem comunicação entre os membros do grupo, que devem ser transformados em time, e o meio externo.

Quando a ES é bem utilizada pode-se obter uma considerável redução no tempo (e custo) de desenvolvimento e lançamento de novos produtos no mercado; grande redução do desperdício tanto em material como em tempo; a qualidade é elevada substancialmente devido ao conhecimento profundo do processo e redução das revisões de engenharia que impactam a produção; as informações são mais confiáveis e

precisas; as decisões são tomadas por quem realmente deve tomá-las; providenciar uma maior integração entre fornecedores e engenharia de produto e produção podendo inclusive se iniciar a construção de um ambiente com cultura da qualidade; elevar o valor depositado nos produtos com redução de custos para o cliente; proporcionar um ambiente de trabalho inovativo.

HAUPTMAN & HIRJI (1996) argumentam que enquanto algumas dificuldades são encontradas quando há informações ambíguas ou incompletas que tem um efeito negativo, a comunicação em duas direções tem um efeito positivo na satisfação do time. Os graus de desempenho de tarefas paralelas na ES (simultaneidade) ocorrem através das seguintes dimensões de processos de informação:

- ampliar o fluxo de informações bilateral entre os engenheiros de desenvolvimento e representantes da produção nos times;
- ampliar o uso de soluções de problemas em paralelo entre os engenheiros de desenvolvimento e representantes da produção nos times;
- eliminar o uso de informações incertas, incompletas, e/ou ambíguas pelos engenheiros de desenvolvimento e representantes da produção nos times;
- ampliar a prontidão de engenheiros de desenvolvimento e representantes da produção no time para evitar informações ambíguas ou incompletas.

Para implementar uma ES com sucesso as companhias devem ser preparadas para repensar sua organização e seus processos de trabalho, particularmente aqueles referentes à produção. E devem reconhecer a significância de compartilhar as experiências através dos sistemas tecnológicos de informação e determinar quão bem aplicá-los.

Como afirma EVANS (1991) é necessário fazer um plano de implantação de ES, porém devido a própria natureza da ES torna-se difícil entender sem fazer. O conselho é começar pequeno e iniciar rapidamente, como será verificado no capítulo seguinte.

## V - A IMPLANTAÇÃO DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA

### 5.1 – Introdução

Uma discussão ampla da implantação da ES faz-se necessária, pois é neste momento que a forma utilizada para a implantação pode comprometer todo o planejamento estratégico desta metodologia. Assim verificar-se-á uma base teórica sobre a implantação suportada por vários autores e, depois, uma recomendação de implantação usando este referencial teórico e os fatos vivenciados pelo autor na implantação da ES em uma unidade de negócios autônoma de uma indústria de máquinas-ferramenta.

EVANS (1991) admite que a primeira coisa a fazer para a implementação da ES é utilizar a ferramenta essencial: um time para a introdução do produto. Devido a não requerer, a princípio, qualquer outra ferramenta, o uso de times não requer grandes investimentos e acima de tudo possui baixo risco. Por sua própria natureza, os times atacam o ponto central que é a simultaneidade de atividades passando sobre o grande obstáculo que é a estrutura formal de comunicação entre funções. A segunda etapa é considerar um planejamento do projeto, enxugando as atividades. A terceira é estabelecer uma ênfase no cliente, usando de artifícios como falar com os clientes, possuir um cliente no time ou fazer um “benchmarking” com produtos competitivos. Para o sucesso, é recomendado o uso de ferramentas e ainda considerar previamente um lote piloto de produtos e boa vontade em repensar o processo.

Para começar, uma das alternativas é fazer um plano de ES, porém devido a própria natureza da ES torna-se difícil entender sem fazer. O conselho é começar pequeno e iniciar rapidamente. As seguintes fases são os estágios chave:

- Selecionar um grupo guia;
- Fazer uma ampla análise do “lead time” e custos dos projetos;
- Identificar um produto piloto;
- Selecionar os membros do time piloto;
- Estabelecer os objetivos com o time;
- Treinar o time;
- Iniciar.

Para diminuir ainda mais o “time-to-market” e assegurar um bom nível de qualidade, a integração com os fornecedores no início do desenvolvimento é essencial, pois permite através de participação no time de desenvolvimento fazer sugestões de material e estética aliada à manufatura para melhorar a qualidade e diminuir o custo (HADDAD, 1996).

DEAN & SUSMAN (1991) sugerem uma mudança organizacional para ir de encontro ao projeto manufaturável e então salienta quatro passos:

- Fazer com que os projetos sejam aceitos pelo cliente produção através de uma análise crítica documentada. Se aprovados, há a continuação do processo de desenvolvimento com os protótipos,
- Fazer uso de elementos integradores entre o projeto e a manufatura,
- Migrar para times multifuncionais,
- Criar um departamento único englobando as funções de projeto e processo, permitindo uma engenharia simultânea integrada.

As recomendações apresentadas são sugestões compatíveis com a literatura estudada e a prática vivenciada pelo autor em desenvolvimento e lançamento de novos produtos. Podem servir como um grande auxílio na implementação da ES e mais ainda, favorecer o estabelecimento de certos rumos sem cometer os mesmos erros que serão apresentados nos tópicos a seguir.

## **5.2- Os primeiros passos**

Para iniciar um processo de implementação da ES é preciso antes de mais nada sentir-se convencido de que é isto que a companhia precisa, não somente no início, mas durante todo o processo, desde a concepção até o desenvolvimento e o lançamento do produto no mercado. Se este convencimento for parcial ou momentâneo, poderá ocorrer aquilo que os americanos descrevem como o “sabor do dia”, hoje é dia da engenharia simultânea, amanhã será o dia da qualidade, e assim por diante.

Estando convencido de que a engenharia simultânea é a solução para atingir os objetivos da empresa na estratégia de desenvolvimento de novos produtos e mais ainda na melhoria contínua, faz-se necessário, então, convencer outras pessoas da alta administração e em um primeiro momento divulgar a idéia.

As formas adotadas para este convencimento são as mais diversas possíveis e dependem muito do ambiente e cultura da empresa. O meio mais tradicional e normalmente mais convincente é aquele em que uma apresentação é marcada justamente para abordar o tema. O envolvimento sugerido é do tipo “top-down”, ou seja da alta cúpula para a hierarquia inferior, pois desta forma os resultados poderão ser melhores. Por outro lado, o envolvimento do tipo “down-top” pode ser executado, mas sem o envolvimento do “top”, normalmente é tudo mais difícil.

Nesta apresentação é necessário que o interlocutor esteja bem preparado sobre o tema e que não hesite em demonstrar situações práticas demonstradas na literatura e ainda recorrer a retórica teórica, ou então usar do “benchmarking” aliado a uma empresa de sucesso, o que pode ser feito através de dois cenários: 1) Como estamos hoje? Quais os erros do passado? e 2) Como seria se naquela época tivéssemos adotado a engenharia simultânea? É convencional tratar sempre na condição de quantidade de alterações de engenharia, os impactos para a produção e os impactos para o setor de serviços e por fim aos clientes, e estabelecer custos para todas estas operações.

A unanimidade é sempre questionável, quando ela ocorrer desconfie que terá sempre alguém a atacar o “pai” da façanha e por isso utilize de estratégias participativas nas quais todos sejam o “pai” do projeto de implantação. Em nenhum momento deve-se impor algum ponto de vista. Isto deve ser feito de maneira que todos sintam-se à vontade em discutir e consigam rumar para um só caminho: o da sobrevivência da empresa.

Uma vez “todos” convencidos de que a engenharia simultânea pode reduzir o “time-to-market”, melhorar a qualidade do produto e diminuir os custos de desenvolvimento de novos produtos (HADDAD, 1996), é chegado o momento de formular a estratégia de implantação e para fazer isso é necessário conhecer profundamente o assunto.

### **5.3- Onde estamos, onde pretendemos chegar?**

Para formular uma estratégia de implantação é necessário saber onde se está e saber onde se pretende chegar. Assim sugere-se que os seguintes dados sejam levantados em um período anterior à implantação:

- Conhecer as fases detalhadas do desenvolvimento de um projeto,
- Saber o tempo normalmente usado para cada fase,
- Conhecer o número de mudanças de engenharia do projeto,
- Conhecer o custo do desenvolvimento por fase,
- Conhecer o custo dos materiais usados,
- Conhecer o processo de fabricação detalhado do produto,
- Conhecer o tempo de cada fase do processo de fabricação,
- Conhecer os recursos disponíveis e a capacidade produtiva,
- Selecionar criteriosamente o produto piloto.

Desta forma, tem-se uma fonte de dados para serem comparados aos objetivos a serem definidos. Os objetivos devem ser definidos juntamente com o time e deve ser como um contrato entre a companhia e o time, servindo como linha guia nas discussões que surgirão nas reuniões dos times.

Como visto anteriormente demonstrado por KATZENBACH & SMITH (1993), no tópico 4.2.2.3.1 deste trabalho, os times transformam um objetivo comum em objetivos específicos de desempenho, que sejam mensuráveis, facilitando a comunicação e ajudando a manter o foco.

### **5.4- Formando os times**

Para implantar os times multifuncionais há duas questões a serem consideradas: o esforço pelo reprojeto total e a redistribuição do poder. O sucesso da implementação requer um reprojeto de toda a organização. Exemplificando, é como a adição de um novo cômodo em uma casa, que não deve ser fechado entre quatro paredes, mas integrado aos demais cômodos, permitindo uma mudança de fluxo. Desta maneira o time multifuncional tem que complementar a organização existente e vice-versa. A segunda condição refere-se à alteração do equilíbrio do poder na organização, já que estas funcionam na regra de que quem detém o poder estabelece as regras. Para



encontrar os benefícios, algum poder deve ser transferido ao time multifuncional, partindo-se do princípio de que o pessoal que participa dos times possui senso e conhece seu trabalho. Porém, se este deslocamento de poder não ocorrer, as ações dos times conflitam com a organização funcional, e uma vez isto ocorrido, toda a estrutura é comprometida, pois os membros dos times tornam-se desiludidos, retiram-se e por fim toda a estrutura é vista como uma fraude.

Os times forçam para que o conceito de organização tradicional desvie para um princípio baseado na cooperação e comunicação entre funções. Há algumas regras para aplicação em times que podem aumentar seu desempenho e que pode-se lembrar:

- Providenciar um objetivo claro: em termos de desempenho do time e desempenho esperado do produto;
- Selecionar qualitativamente os membros: para todas as funções, com disponibilidade total, se possível;
- Limitar o tamanho do time: um grande número de pessoas pode tornar-se inconveniente;
- Remover a identificação por função: os membros devem identificar-se somente pelas tarefas;
- Medir o desempenho do time: não dos indivíduos;
- Fornecer retorno individual : baseados na concordância do plano de projeto com claras responsabilidades;
- Providenciar liderança comprometida: reconhecendo os esforços em atingir a concorrência e aderência com os princípios da ES;
- Suporte do “top level”: somente com este suporte o desempenho pode não ser comprometido em situações de desgaste.

A primeira necessidade na implantação de times é a aproximação dos diversos setores funcionais. Esta é uma fase difícil, pois a visão de mundo de cada indivíduo em sua função é notoriamente diferente da de outro. Por exemplo, o projetista preocupa-se em uma solução que preencha seus critérios (funcionalidade por exemplo), os engenheiros de produção em sugerir mudanças para fazer o projeto mais fácil de ser produzido, etc (LIKER *et al*, 1996). Para HADDAD (1996), o time

multifuncional deve ter como enfoque o produto. Foi observado pelo autor deste trabalho, que a empresa de máquinas-ferramenta reavaliou em várias etapas a sua especialização em produtos ou em linhas de produtos, gerando a descontinuidade de certos produtos e a concepção de novos, limitando a sua estratégia de atuação no mercado.

DEAN & SUSMAN (1991) recomendam ainda, antes da introdução dos times, fazer com que os projetos oriundos da engenharia sejam aceitos pelo cliente produção através de uma análise crítica documentada. Particularmente, foi verificado que esta análise crítica surte um efeito muito bom, integrando os departamentos em discussões para um objetivo comum, mesmo tendo-se que considerar que os departamentos de engenharia de desenvolvimento dispunham de pouca visão das facilidades para a produção e argumentavam demais e sem bases sólidas para não promover as mudanças sugeridas. Para os engenheiros de desenvolvimento, o pessoal da produção optava por soluções caras e contraproducentes, e vice-versa na visão da produção. Em uma primeira etapa é esperado que os conflitos surjam e que estes normalmente serão decididos pela alta administração, mas com o passar do tempo as análises críticas se situarão nos níveis de decisão a que devem.

Esta é a primeira parte da integração entre os projetistas e a produção, já que o simples fato de ter-se que explicar o conteúdo do projeto antes da fase de protótipos evita uma série de “retornos às pranchetas” com as recomendações do pessoal da produção.

DEAN & SUSMAN (1991) consideram, nesta fase inicial, antes da formação do time, fundamental a existência de um elemento chamado de integrador entre os engenheiros projetistas e a produção com a missão de balancear as perspectivas de “cada mundo” e mostrar formas simples de atender às condições da produção e projeto. Este elemento é muito usado nas divisões eletrônicas e normalmente é um engenheiro industrial com conhecimento de projeto e especialmente focado nos esforços para melhoria contínua dos meios da produção.

Como a essência de um time é o entendimento comum, somente quando houver o sentimento de que o pessoal dos vários departamentos estão bem integrados é que se pode partir para a formação dos times.

KATZENBACH & SMITH (1993), como citado anteriormente no tópico 4.2.2.3.2 deste trabalho, salientam que para encontrar o tamanho certo de um time, deve desenvolver um “mix” de habilidades de modo que cada uma dessas habilidades complementem a outra necessária para o time.

Foi notado em certos times na vivência em implantação, que mesmo estando dimensionado da maneira como sugerida, a presença de um líder sem conhecimentos em ES proporcionou a formação de diversos subgrupos de duas pessoas com o objetivo de executar tarefas estabelecidas pelo líder. Isto destruiu a unidade do time e proporcionou resultados desastrosos quando tais membros eram designados a fazer tarefas que não tinham conhecimento. Por exemplo, o planejamento da estrutura de materiais (BOM- Bill of materials) foi designada a ser confeccionada pelo representante da programação de materiais e por um operador, quando deveria ser confeccionada pelo representante da engenharia de desenvolvimento com as sugestões de todo o time. No time é primordial que cada membro deste contribua com o conhecimento de sua área de atuação.

MEYER (1994), como já explanado no tópico 4.2.2.3.2 deste trabalho, é taxativo em afirmar que cada membro representa sua área específica e não deve ter habilidade em todas as tarefas, mas ser acessível a demonstrar soluções para o time. HADDAD (1996) sugere que os mais experientes têm clara vantagem na resolução de problemas e que o foco em um único produto por vez e, por time, leva a resultados muito favoráveis.

Verificou-se nas implantações vivenciadas pelo autor que os operadores e responsáveis por setores produtivos acrescentam soluções interessantes ao processo de discussão de opções de resoluções de problemas, porém há que se tomar cuidado ainda com a polivalência de funções dos operadores e o estabelecimento da nova visão da garantia da qualidade do produto, pois dependendo destas estratégias de treinamento, estes não ficarão à vontade para participar do time, encarando como mais uma função agregada, tornando-se motivo de não participação da unidade do time.

Através de observações, KATZENBACH & SMITH (1993) sugerem que o sucesso dos times dependem de seu desempenho e fornecem os seguintes argumentos: estabelecer urgência, normas de desempenho e direção; selecionar os membros pela

habilidade e habilidade potencial, não pessoalmente; prestar particular atenção na primeira reunião quanto às ações; formular um conjunto de regras claras de conduta; formular algumas medidas de desempenho rápidas focadas nas tarefas e objetivos; desafiar o grupo regularmente com fatos e informações; dispor de muito tempo juntos; explorar o poder da realimentação positiva, reconhecimento e recompensa.

A tecnologia ou a mudança da tecnologia empregada pode favorecer a criação de uma base de dados e registros melhor para realmente apresentar os resultados alcançados. Nos casos de implantação, com a participação do autor deste trabalho, foi dada ênfase na administração da capacidade de produção com o estabelecimento, por exemplo, da determinação de tempos das operações da produção (tempo ciclo) através da técnica MTM na qual o engenheiro de métodos estabelece por estudos dos movimentos e tabelas de tempos associados ao movimento o tempo padrão de tarefas. Isto foi o alicerce para a implementação de melhorias em tecnologia e metodologia para a redução dos tempos de produção.

Foi verificada grande integração entre as diversas áreas graças à presença de um líder e de um facilitador. Normalmente o líder é escolhido por votação dentro do grupo, ou definido pelo “sponsor” e sua principal característica é a de guiar o grupo em relação aos objetivos e “esfriar” as discussões mais calorosas, e o facilitador é um observador, geralmente do primeiro nível da empresa, que tem como função levar algumas tomadas de decisões maiores para a alta administração, para possibilitar uma solução rápida, e assegurar através da aquisição de recursos para o time, que o cronograma do projeto seja cumprido.

Do líder espera-se o conhecimento do conceito de ES, estabelecer juntamente com o time os objetivos e valores do time e ter consciência dos resultados esperados pela alta administração.

As reuniões com frequência constante ajudam a manter os diversos aspectos de decisão do projeto e processo de fabricação em discussão para encaminhar às soluções e normalmente as atas destas reuniões prestam-se à assessorar os interessados no andamento das atividades do time. Um método empiricamente empregado é o grupo designar um relator, justamente para manter o histórico das decisões de projeto de forma transparente e promover ainda uma padronização de comunicação. Outra solução

empírica que se presta a ganhar tempo é confeccionar a ata de reunião ainda durante a reunião e ao final todos assinam concordando com os pontos expostos. Há que se tomar muito cuidado com a informalidade nas decisões. Não é necessário fazer da formalidade uma atitude para o time, mas tomando-se as decisões informais todo o histórico da atuação do time pode ser questionado, assim é aconselhável se interagir de forma informal quando convier, mas tomar o cuidado de relatar as decisões em atas de reuniões. Agindo assim o processo decisório torna-se transparente para a alta administração e para o próprio time.

Sugere-se como a primeira atividade do time o estabelecimento de sua missão, o estabelecimento dos objetivos do projeto, o estabelecimento de normas de conduta (valores), e a escolha do líder e outras funções que se façam necessárias. É importante que os objetivos sejam claros e concordados com o time, não impostos pelo líder. Em um dos projetos de implantação da ES denominado projeto Ômega, para uma nova linha de painéis eletro-eletrônicos para equipar os tornos Cosmos, os objetivos eram, por exemplo: zero erro na pré-série, 50% de redução dos tempos de montagem, 30% de redução do tempo de projeto e 30% de redução do custo do produto.

Sugere-se, então, em reunião futura, demonstrar o cronograma tradicional do projeto anterior mais similar e discutir as atividades que poderão ser realizadas de forma simultânea ou enxutas e em que tempo, e nas próximas reuniões se iniciar as atividades.

### **5.5- Incluindo os fornecedores e clientes nos times**

Quando o time estiver bem integrado, é chegado o momento de juntar ao time representantes de fornecedores e clientes.

Os fornecedores principais normalmente passam a oferecer soluções inovadoras e econômicas para certas condições de projeto que muitas vezes o time pode julgar consagrado pelo uso em outros projetos. Através da participação do fornecedor no time, este pode fazer sugestões de material e estética aliada à manufatura para melhorar a qualidade e diminuir o custo e “lead time” de entrega (HADDAD, 1996).

Com o fornecedor participando dos times na empresa estudada pelo autor, foi notada uma grande mudança de conceitos que eram considerados intransponíveis devido ao sucesso em projetos do passado. Novos materiais e componentes permitiram grande agilidade na produção e importante redução de custos de insumos.

A participação de clientes (internos à companhia ou cliente final) é salutar pois pode permitir que as decisões sejam mais focadas nos seus anseios, ou caso contrário, aumentar a expectativa do cliente em pontos discutidos em conjunto, havendo um maior comprometimento de ambas as partes. Quando não é possível a participação direta de clientes, um outro artifício usado, segundo EVANS (1991) é um “benchmarking” em relação a outro produto do mercado ou simplesmente consultar os clientes.

Nos diversos times de ES em que o autor participou, houve a participação de forma eventual do cliente e do pessoal da área de Marketing a título de consultores, quando afetavam funções de destaque no produto final. O cliente pode ser representado por um membro da qualidade gestional que tem como objetivo garantir que os passos do projeto e as características fundamentais do produto não sofram desvios que possam acarretar riscos ao cliente final.

O autor deste trabalho também notou que houve um grande compartilhamento de experiências entre os engenheiros de desenvolvimento e engenheiros de produção, que permitiu no futuro menos revisões de engenharia, mesmo durante a fase de projeto, pois a engenharia de desenvolvimento já conhecia as facilidades proporcionadas para uma melhor produção. Os objetivos de custos do produto, custo do projeto, o “lead time” e a qualidade foram cumpridos integralmente em tais projetos, confirmando as afirmações de HAUPTMAN & HIRJI (1996) descritas no tópico 4.2.1.

Todos estes projetos de implantação dos times não acarretaram em gastos adicionais para a empresa, somente na disposição do tempo do pessoal para as reuniões, e não representou nenhum risco, como aqueles demonstrados no tópico 4.3.4, em nenhum momento do projeto.

## 5.6- Aplicação e resultados da ES

Uma vez executados os passos anteriores: formação dos times, participação dos fornecedores e clientes, estará somente faltando a aplicação efetiva de ferramentas que podem amplificar a eficácia da ES. A ES é muito mais que a simples execução de projetos em times. Há a necessidade de aplicação de diversas ferramentas para incrementar a cultura do time em soluções que vão de encontro aos objetivos estabelecidos e também otimizar o tempo de trabalho em atividades que realmente agreguem valor ao produto.

É crucial para o time ser treinado nestas ferramentas de modo que sua aplicação fundamente-se em “bases científicas” mais do que em impasses baseados unicamente em experiências anteriores de alguns integrantes do time. As ferramentas também estabelecem por si só linhas guias quando bem aplicadas e quanto mais cedo aplicadas, maior a possibilidade de verificação de eventuais fraquezas do projeto. As ferramentas mais usuais foram demonstradas no tópico 4.2.2 deste trabalho.

Nos times de ES formados na empresa de máquinas-ferramenta estudados pelo autor, as ferramentas de ES usadas foram o CAD e o DFMA, com resultados realmente muito bons. Em ambos os casos, após a finalização de um primeiro projeto, os demais projetos têm seu tempo de desenvolvimento reduzido a patamares de 30 a 50%, e os conceitos aplicados para projetos passados são considerados com os mesmos ganhos em tempos de produção, além de adicionalmente promoverem uma padronização de insumos e processos que elevam a qualidade e reduzem o “lead time” da produção.

A partir da escolha da técnica ou das técnicas a serem adotadas, o time inicia o trabalho, que no lançamento do protótipo entrará na fase de avaliação dos resultados e comparação com os objetivos propostos. Conforme verificado na prática, a cada projeto executado mais fácil será o atingimento dos objetivos e maior será a evolução do processo de desenvolvimento de novos produtos da companhia.

Embora as primeiras experiências com a implantação dos times de ES vivenciadas pelo autor tenham se mostrado desanimadoras, a sequência de experiências levou a um aprendizado que possibilitou nos demais casos se usufruir de vantagens previstas na literatura. É com esta vivência que o autor através deste trabalho sugere um

caminho com bases mais sólidas para uma implantação com sucesso. Por exemplo, em um primeiro time o resultado foi de redução de 30% do “lead time” de projeto e 20% de redução do “lead time” de produção. Porém devido à sérios problemas de conceitos equivocados do líder do time, após o projeto finalizado, houve necessidade de reestruturá-lo, fazendo com que ao final o “lead time” de projeto tivesse um aumento de 10% em comparação com projetos standard, sem utilização de ES.

O caminho para o próximo projeto de ES, para tornar os conceitos mais transparentes, foi o de executar um “brainstorming” sobre um protótipo montado com a participação de todas as pessoas da companhia. Foi preferível fazê-lo desta forma devido a falta de visão abstrata do pessoal da produção, e, portanto, numa primeira instância, achou-se que não seria conveniente se trabalhar com papéis. Para um determinado projeto, foram avaliadas 105 sugestões das quais 11 foram efetivadas pelo time e as demais tiveram sua não implantação justificadas e fixadas nos quadros de avisos da companhia.

Ao final de cada projeto convém fazer uma reunião de finalização para demonstração dos resultados para a alta direção e clientes envolvidos. Ao final de dois anos usando-se ES o resultado observado em um dos projetos de gabinetes eletro-eletrônicos para tornos e centros de usinagem a CNC, denominado de projeto Ômega foi:

- o tempo de montagem de um gabinete eletro-eletrônico foi reduzido em praticamente 60%, de 37 horas anteriormente para 14 horas devido a montagem de subconjuntos especializados;
- a redução do custo de material foi de 5%, porém com altíssima tecnologia embarcada, considerando-se inclusive exceções tarifárias (0% de impostos) para os equipamentos importados ;
- a pré-série ocorreu sem erros na lista de materiais (Bill of materials), pois no projeto todos participavam, incluindo-se detalhes antes desconsiderados nos projetos;
- os indicadores de qualidade foram reduzidos em até 6 vezes. A média de defeitos por gabinete montado era de 37 defeitos e passou a ser de 6 defeitos, já



que todos os subconjuntos passavam por testes simples intermediários, inclusive as montagens dos cabos.

Isto demonstra que o caminho do reprojeto da metodologia de concepção e lançamento de novos produtos vale a pena. Tanto que esta experiência que encontrava-se em somente uma unidade de negócios da companhia foi adotada pelas demais como forma de redução de custos e aumento dos níveis de qualidade.

Foi notado que os resultados parciais, à medida que eram mostrados, promoviam uma motivação muito grande, pois todos percebiam que aquilo que se pretendia não era tão inatingível quanto parecia. A transparência com que os dados eram demonstrados gerava um clima de confiança mútua entre os membros do time e a alta direção.

Aconselha-se que a partir de então, qualquer modificação sugerida (processo de melhoria contínua) seja analisada pelo time antes de sua efetivação, pois somente assim todos os conceitos utilizados no projeto serão considerados e o projeto não toma um rumo que desvie dos requerimentos iniciais de projeto estabelecidos pelo cliente.

DEAN & SUSMAN (1991) sugerem mais uma mudança organizacional para ir de encontro ao projeto manufaturável: criar um departamento único englobando as funções de projeto e processo de fabricação, permitindo uma ES mais integrada tendo em vista a proximidade e as facilidades de uma linguagem comum. Esta sugestão dependerá da estratégia da companhia. No caso da unidade apresentada, após três anos de vivência com a ES ocorreu a estruturação de um departamento único no qual ocorreu a junção da engenharia de métodos e processos com a engenharia de desenvolvimento. Os resultados iniciais mostraram que este caminho possui vantagens consideráveis. As mudanças de engenharia refletiam de forma positiva na produção por ter ao mesmo tempo seu processo de montagem definido. Os documentos de projeto e os procedimentos de montagem eram emitidos em tempo real.

### **5.7 - Cuidados a serem tomados**

Para evitar decepções, aconselha-se realizar uma seleção criteriosa dos componentes dos grupos, investir fortemente em treinamento da equipe de implantação

e iniciá-la por um projeto-piloto, que já tenha prazos, projetos e custos bem definidos para posterior avaliação.

Dentre as dificuldades de implantação deste tipo de metodologia na produção, segundo FLEURY & VARGAS (1983), GUNN (1992), MEYER (1993), EVANS (1991), GARRET (1990) e o autor deste trabalho estão:

- 1- Subdivisão do trabalho: a própria tecnologia de produção da empresa, incluindo-se os atuais sistemas tecnológicos, foram projetados para permitirem a máxima divisão do trabalho, pois assim eles requerem o mínimo de treinamento e iniciativa do operário;
- 2- Resistência às mudanças: refere-se à resistência da média gerência e de outros setores da empresa contra as mudanças, pois pode ocorrer redução do número de níveis hierárquicos já que a coordenação externa diminui; redução da mão-de-obra indireta já que as tarefas de planejamento e controle do trabalho são entregues aos próprios elementos do time; e por último a mudança do grau de importância do operário dentro da empresa democratizando as relações de trabalho. Poucas organizações aceitam repensar seu processo de desenvolvimento de novos produtos.
- 3- Liderança : sem uma liderança adequada de gerenciamento e um entendimento global da companhia a ES poderá falhar, pois é necessário um plano com objetivos claros da empresa, constituído de uma avaliação para definir em que patamar a empresa está (situação atual) e qual patamar deseja alcançar (objetivo futuro), na metodologia de concepção de um novo produto até o lançamento no mercado. Para a avaliação da situação atual, os registros de projetos e da produção usados em cada fase do processo são muito importantes por oferecer uma base sólida de informações que poderá ser constantemente verificada para saber se a metodologia ou as vantagens desejadas continuam apropriadas.
- 4- Não reconhecer os progressos: é preciso ter paciência e reconhecer qualquer progresso do time, pois não é possível definir o progresso baseando-se somente na qualidade das reuniões do time.

Então, os riscos principais referem-se à flexibilidade das organizações em desenvolver habilidades para repensar o processo de desenvolvimento de novos produtos e à falta de uma liderança adequada. A questão da redistribuição de poder aos times também é vista como um dos grandes entraves, pois se o deslocamento do poder não ocorrer as ações dos times conflitam com a organização funcional, e uma vez isto ocorrido, toda a estrutura é comprometida. A decisão deve ser tomada onde a informação está.

## **5.8 - Conclusão**

As recomendações foram baseadas na literatura estudada e nos pontos vivenciados pelo autor na implantação e atuação em times de ES em uma empresa metalúrgica fabricante de máquinas-ferramenta. Assim, de forma resumida, os passos aqui recomendados representam uma estratégia de implantação que teve em consideração as recomendações teóricas e as evidências empíricas de casos reais:

- 1- Convencer e obter a aprovação da alta cúpula: é necessário que a alta cúpula da empresa participe da decisão de rever o processo de desenvolvimento dos produtos, e mais que isto, precisa estar convencida de que esta é uma solução viável;
- 2- Fazer uso de análises críticas entre engenharia e produção: estabelecer o conceito cliente-fornecedor interno, principalmente entre a engenharia de desenvolvimento, engenharia de processos e produção no recebimento de novos projetos, utilizando-se de uma análise crítica formal entre estas fases;
- 3- Estabelecer o melhor momento para formar o grupo: após os conflitos iniciais referentes ao item anterior, é prudente aguardar para que se estabilize o conceito cliente-fornecedor interno entre os 3 departamentos e então formar um grupo guia multifuncional;
- 4- Selecionar um grupo guia: estabelecer este grupo em função dos responsáveis pelos departamentos envolvidos e gerência geral;
- 5- Fazer uma ampla análise do “lead time” e custos dos projetos anteriores: é preciso conhecer todos os dados dos produtos, como as fases detalhadas do desenvolvimento do projeto, tempo usado em cada fase, número de mudanças

de projeto e os motivos, custos envolvidos etc. Somente desta forma pode-se comparar os dados atuais com os futuros e então estabelecer objetivos e linhas guia de atuação;

- 6- Identificar um produto piloto: este produto ou família de produtos pode ser selecionado a partir dos aspectos referentes à rentabilidade baixa, tempo de vida longo (produtos antigos precisando de reformulação), ou por estratégia de mercado;
- 7- Integrar os engenheiros de projeto e produção: dentro da perspectiva descrita no conceito cliente-fornecedor interno, vistos no item 2. Pode-se ainda estabelecer regras de projeto e regras de produção que devem ser respeitadas nos projetos;
- 8- Selecionar os membros do time piloto: escolher entre os departamentos de engenharia de desenvolvimento, engenharia de processos e produção de acordo com o produto selecionado e estratégia adotada. É conveniente indicar um facilitador da média gerência e posteriormente votar juntamente com o time um líder;
- 9- Incluir ou ouvir fornecedores e clientes nos times: os fornecedores oferecem soluções inovadoras e econômicas, muitas vezes particularizando uma aplicação. Os clientes permitem que as decisões do time não se desviem dos seus anseios. É usado o artifício do cliente ser representado pelo departamento de Marketing e/ ou garantia da qualidade;
- 10- Estabelecer os objetivos com o time: é importante que os objetivos sejam claros e estabelecidos em conjunto com os membros do time, de forma alguma devem ser impostos pelo líder;
- 11- Discutir e definir as ferramentas disponíveis: as ferramentas podem ser estabelecidas no desenvolvimento das atividades ou definidas antecipadamente. Sugere-se ao menos: trabalhos em times (essencial para a existência da ES), CAD e DFMA;
- 12- Treinar o time nas ferramentas;
- 13- Iniciar;
- 14- Examinar os resultados parciais e compartilhar com o time;
- 15- Avaliar os resultados finais em comparação com os objetivos concordados;

## 16- Novo projeto....

De acordo com as pesquisas efetuadas, observou-se que nenhum autor fornece de forma isenta e transparente as fases para implantação da ES com menor risco possível. Todos, sem exceção, fornecem conceitos básicos, nem sempre abordando os intraves e expectativas às vezes frustrados que muitas vezes acompanham o processo de implantação.

O cerne deste trabalho está justamente em sugerir uma seqüência ampla para este processo, considerando-se as recomendações de diversos autores, mesmo quando limitadas a explicar apenas parte do todo, o que só foi possível pela experiência prática do autor deste trabalho.

## VI - CONCLUSÃO

Conforme explanado nos capítulos “1.1. A Engenharia Simultânea como objeto de estudo” e “1.2. objetivo do estudo”, os objetivos deste trabalho são três:

- 1- Mostrar a importância da Engenharia Simultânea como uma opção viável em relação ao modelo atual de concepção, desenvolvimento e lançamento de novos produtos, através de suas potencialidades e suas limitações;
- 2- Esclarecer as limitações quanto a algumas questões teóricas;
- 3- Sugerir um caminho para a implantação da Engenharia Simultânea de modo a auxiliar/ estimular àqueles que pretendem implantá-la.

A forma encontrada para atingir o **objetivo 1**, foi:

Demonstrar num contexto geral a evolução dos sistemas de organização do trabalho desde o artesanato, passando pelas revoluções industriais, paradigma Fordismo / Taylorismo até as empresas pós industriais. A intensão deste capítulo foi propiciar ao leitor uma percepção histórica dos acontecimentos que influenciaram no mercado com novas exigências, e dentre elas o ciclo de vida curto para os produtos.

Explanar os conceitos de variáveis competitivas como qualidade, custo e tempo, enfocando a variável tempo porque permite uma atuação no ciclo de vida curto para os produtos. Através das pesquisas mostradas entre os anos de 1983 a 1991 verificou-se de modo mais intenso toda a dinâmica de transformações sofridas pelas organizações a daí a necessidade de uma evolução na metodologia de concepção, desenvolvimento e lançamento de novos produtos em detrimento da usada até então.

Focar a Engenharia Simultânea como alternativa de evolução da metodologia de desenvolvimento seqüencial departamentalizada para uma forma de desenvolvimento com atividades paralelas executadas por um time, ressaltando suas vantagens e poucas limitações, porém alertando sobre tratar-se não simplesmente de uma nova metodologia, mas sim de um novo paradigma de organizar a produção.

Neste contexto, o que pode ser observado é que, às vezes, companhias sólidas ainda possuem grandes deficiências na implantação de metodologias para o processo de desenvolvimento de produto. As atividades são executadas setorialmente, de forma serial ou seqüencial, sem grandes envolvimento da produção, e de forma a um setor

“passar o bastão” para o próximo setor. Este método tradicional de organização foi muito efetivo em um ambiente estático tecnologicamente caracterizado por longos ciclos de vida de produtos, tecnologias homogêneas, e requerimento por produtos padronizados.

As fraquezas deste método referem-se aos longos períodos de desenvolvimento e com isso grandes somas são desperdiçadas, devido às repetidas revisões de engenharia para consertar certas características, principalmente as relacionadas às questões de produção. Já é consenso que quando um produto é modificado várias vezes durante seu desenvolvimento, o custo envolvido é muito menor que após seu lançamento no mercado.

O ambiente atual é dinâmico e caracteriza-se por produtos com ciclos de vida excessivamente curtos e o uso intensivo de novas tecnologias, demandando um novo paradigma organizacional quanto à concepção, desenvolvimento e lançamento de novos produtos. Este novo paradigma chama-se Engenharia Simultânea que tem como objetivo integrar todos os elementos do processo de desenvolvimento de um produto para “fazer certo da primeira vez” com produto e processo produtivo sendo desenvolvidos simultaneamente.

A ES, como visto, faz uso intensivo de times e ferramentas para melhoria contínua do projeto nos mais diversos parâmetros. Este novo paradigma pode ser implantado sem grandes dificuldades técnicas, porém com enormes dificuldades organizacionais. Há que se considerar que entre os maiores entraves estão: inércia institucional e rigidez, e questionamento da autoridade gerencial tradicional.

Conforme pode ser lembrado, o ideal é que somente um departamento seja responsável tanto pelo produto como pelo processo produtivo e assim proporcionar um melhor fluxo de informação, aumento das iniciativas dos trabalhadores e redução da necessidade de existência da média gerência e dos supervisores. Isso provoca uma grande relutância dos gerentes preocupados com a manutenção do “status quo”. O departamento unificado pode ser considerado como uma melhoria futura.

Em pesquisa ZIRGER & HARTLEY (1996) verificaram doze técnicas que tem o efeito de acelerar o tempo de desenvolvimento de novos produtos e concluíram que somente quatro delas efetivamente causam grande impacto nos tempos de

desenvolvimento de produtos: a estrutura de times, variáveis de gerenciamento, desenvolvimento de atividades em paralelo, e redução do número de fornecedores de um projeto.

A ES é a intersecção de todas estas técnicas e por isso é comprovadamente o paradigma a ser adotado pelas companhias que desejam obter sucesso comercial através da redução do “time to market”. Portanto acredito que o objetivo 1 foi amplamente discutido e demonstrado.

Para demonstrar o **objetivo 2** - Esclarecimento das limitações de um conjunto de questões teóricas - foram usadas referências relativas principalmente à implantação da ES. Pode ser notado que de toda a bibliografia pesquisada nenhuma delas apresentou uma metodologia de implantação do início ao fim. Tais artigos mostraram partes do todo que como um “quebra-cabeças” teve que ser interpretado de forma global, que foi exatamente o que se tentou realizar. Esta interpretação somente foi possível, como já colocado anteriormente, pelas participações do autor deste trabalho em várias implantações de Engenharia Simultânea. Esta vivência foi importante em função de que as questões teóricas referenciadas tratam de conceitos onde cada autor dispõe de uma visão particular não havendo ainda uma homogeneidade teórica, até em função do tema ainda ser relativamente recente quanto à sistematização de seu corpo de conhecimentos.

O **objetivo 3** - Sugerir um caminho para a implantação da Engenharia Simultânea de modo a auxiliar/ estimular àqueles que pretendem implantá-la - que é o objetivo principal deste trabalho, foi tratado nos capítulos relativos à implantação de times e da ES tanto através das referências bibliográficas quanto da vivência do autor. Por tratar-se de um paradigma que envolve uma transformação organizacional, a ES deve ser planejada e executada em um prazo relativamente curto dentro das empresas, sempre atentando para os pré-requisitos necessários à implantação de novas ferramentas de desenvolvimento do trabalho, não caindo nas armadilhas da “simplicidade à primeira vista”. Antes de qualquer implantação de engenharia simultânea, como verificado, há que se investir em sistemas de informações eficientes para que haja transparência administrativa e em treinamento para o desenvolvimento



dos talentos humanos em todos os níveis, promovendo uma maior participação de todos nas tomadas de decisões.

De nada adianta executar os passos demonstrados para a implantação da ES se não houver profissionais dedicados e motivados. A base da ES é o uso intenso de times, portanto cabe aos gerentes preparar-se para perder, ou melhor, dividir algum poder dentro da organização com os membros do time. Somente assim o processo de decisão será aperfeiçoado e haverá maiores chances de que as melhores decisões venham a ser tomadas.

Verifica-se cada vez mais que a empresa moderna busca no trabalho em time uma âncora para a participação envolvendo o trabalhador, delegando responsabilidades que permitem e estimulam a colaboração de todos e para melhorar o desempenho da empresa no mercado.

A valorização do profissional e o investimento no seu desenvolvimento estimula a confiança entre funcionários e empresa para a busca de objetivos comuns tais como qualidade e produtividade. Os trabalhos executados por times, como é o caso da ES, proporcionam acima de tudo a identificação entre os objetivos individuais e os da empresa, e a Engenharia Simultânea é o caminho para a continuidade deste processo de melhoria contínua e participação.

Como recomendações para trabalhos futuros pode-se: tentar a utilização do método proposto para a implantação num caso concreto e comparar os resultados às experiências anteriores. Pode-se ainda verificar a eficácia desta sugestão de implantação em empresas de outro segmento de mercado que não seja o metalúrgico, tomando-se o cuidado de providenciar adaptações conforme o ambiente exigir. Por exemplo, optar em utilizar outras ferramentas demonstradas ou até mesmo novas ferramentas para obter uma particularização na implantação de ES em uma determinada empresa ou segmento de mercado. É necessário ainda continuar realizando pesquisas comparativas em empresas que se utilizam da ES e outras que não utilizam, avaliando seus desempenhos no que se relaciona ao tempo de lançamento de novos produtos e tempo de resposta às exigências do cliente. Este procedimento permitirá o aperfeiçoamento da própria ES quanto ao acompanhamento de outras inovações que venham a ocorrer neste campo de estudos.

## VII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES FILHO, A.G., SCARPELLI, M., VANALLE, R.M., “*O consórcio modular e o novo modelo de organização da produção*”, Anais do 16. encontro nacional de Engenharia de Produção, Piracicaba, Outubro, 1996.
- AMATO NETO, J. “*Reestruturação industrial, terceirização e redes de sub-contratação*”, Revista da Administração de Empresas, volume 5, n. 2, São Paulo, pp. 33-42, Março-Abril, 1995.
- BEERCHECK, R.C. “*Manufacturing technology meeting the global challenge*”, Machine Design, Cleveland, pp. 64-69, August, 1990
- CLARK, K.B., HAYES, R.H., “*Recapturing America’s manufacturing heritage*”, California Management Review, Berkeley: Summer 1988, pp. 9-33.
- CLARK, K.B., WHEELWRIGHT, S.C. “*Managing new products and process development - Text and cases*”, New York: Ed. The Free Press, 1993, p. 896.
- CONTADOR, J.C. “*Planejamento estratégico: recomendações sobre os ambientes externo e interno*”, Revista da Administração de Empresas, São Paulo, volume 35, n. 3, pp. 43-56, Março-Abril, 1995.
- CONTADOR, J.C. “*Recomendações sobre o processo de planejamento estratégico*”, Revista da Administração de Empresas, São Paulo, volume 35, n. 3, pp. 33-48, Maio-Junho, 1995.
- CONTEAM CONSULTING. “*Team leader facilitator training*”, Manual do participante, Campinas, p. 320, 1992.

- COSTA, C.P. “*Desenvolvendo produtos com engenharia simultânea e Workgroup computing*”, Revista máquinas e metais, São Paulo, Dezembro, 1994, pp. 78-90.
- DAUGHERTY, P. J., PITTMAN, P.H., “*Utilization of time-based strategies - creating distribution flexibility / responsiveness*”, International Journal of Operations and Production Management, MCB University Press, Bradford – England, volume 15, n. 2, pp. 54-60. 1995.
- DEAN, J.W., SUSMAN, G.I., “*Organizing for manufacturable design*”, Harvard Business Review, Boston, pp. 23-27, paperback n. 90017, 1991.
- DE MEYER, A. “*Criando a fábrica virtual*”, 1992, Strategic Management Journal, European Manufacturing Futures Survey.
- DE MEYER, A. NAKANE, J. MILLER, J.G. FERDOWS, K. “*Flexibility: the next competitive battle - The manufacturing futures survey*”, 1989, Strategic Management Journal, volume 10, pp. 135-144.
- DOLL, W.J., VONDEREMBSE, M.A. “*The evolution of manufacturing systems: towards the post-industrial enterprise*”, Londres: Pergamon Press, 1991, pp. 401-411.
- EVANS, S. “*Changing your way to a better business*”, Engineering Computers, pp. 12-17, May, 1991.
- FERDOWS, K., DE MEYER, A. “*Lasting improvements in manufacturing performance: In search of a new theory*”, Journal of Operations Management, volume 9, n. 2, April, 1990.
- FLEURY, A.C.C.; VARGAS, N. “*Aspectos conceituais*”, In: Organização do trabalho, São Paulo: Editora Atlas, pp 17-37, 1983.

- GARRET, R.W. *“Eight steps to simultaneous engineering”*, Manufacturing Engineering, pp. 41-47, November, 1990.
- GARVIN, D.A. *“Competing on the eight dimensions of quality”*, Harvard Business Review, Boston, November-December, 1987.
- GIFFI, C., ROTH, A.V., SEAL, G.M. *“Competing in world class manufacturing: America’s 21st century challenge”*, Business One Irwin, Homewood, USA, pp. 1-19, 1990.
- GUNN, T.G., *“As indústrias do século 21”*, São Paulo, Ed. McGraw-Hill, Makron Books, 1993, p. 264.
- HADDAD, C. J., *“Operationalizing the concept of concurrent engineer: a case study from U.S. auto industry”*, IEEE Transactions on Engineering Management, volume 43, n. 2, p. 124-132, May, 1996.
- HAUPTMAN, O., HIRJI, K.K., *“The influence of process on project outcomes in product development: an empirical study of cross-functional teams”*, IEEE Transactions on Engineering Management, volume 43, n. 2, p. 153-163, May, 1996.
- HAYES,R.H., WHEELWRIGHT,S.C., CLARK,K.B. *“Dynamic manufacturing: creating the learning organization”*, The free press, 1988, New York, USA, 1st. edition, pp. 242-272.
- HILL, T.J. *“Manufacturing strategy: text and cases”*, Irwin, 1989.
- HOFFMAN,K.; KAPLINSKY,R. *“The point of transition - from machinofacture to systemofacture”*, In: HOFFMAN, K.; KAPLINSKY, R. Driving force: the global

restucturing of technology, labour, and investment in the automobile and components industries. London, Westview, 1988.

HUMPHREY, J. "*Adaptando o "modelo japonês" ao Brasil*", In: Sobre o "modelo" japonês, 1992, pp. 237-257.

KATZENBACH, J.R., SMITH, D.K. "*The discipline of teams*", Harvard Business Review, Boston, March-April 1993, pp. 111-124.

KIM, S.H. "*Product performance as a unifying theme in concurrent design - concepts*", Robotics & Computer Integrated Manufacturing, Pergamon Press, Great Britain, volume 8, n. 2, pp. 121-126, 1991.

KING, N. MAJCHRZAK, A. "*Concurrent engineering tools: are the human issues being ignored?*", IEEE Transactions on Engineering Management, volume 43, n. 2, pp. 189-200, May, 1996.

KRISHNAN, V. "*Managing the simultaneous execution of coupled phases in concurrent product development*", IEEE Transactions on Engineering Management, volume 43, n. 2, pp. 210-217, May, 1996.

KUMAR, A., MOTWANI, J. "*A methology for assessing time-based competitive advantage of manufacturing firms*", International Journal of Operations and Production Management, MCB University Press, Bradford - England, volume 15, n. 2, pp. 36-53, 1995.

LIKER, J.K., SOBEK II, D.K., WARD, A.C., CRISTIANO, J.J. "*Involving suppliers in product development in the United States and Japan: evidence for set-based concurrent engineering*", IEEE Transactions on Engineering Management, volume 43, n. 2, pp. 165-178, May, 1996.

- LINS, H.N. “A reestruturação da economia mundial e o projeto neoliberal para o Brasil”, In: Análise econômica, Porto Alegre: volume 11, Março, 1993, pp. 154-171.
- MARTINS, R.A. SACOMANO, J.B. “Integração, flexibilidade e qualidade: os caminhos para um novo paradigma produtivo”, Revista Gestão e Produção, Agosto 1994, São Carlos, volume 1, n. 2, pp. 153-170.
- MEYER, C. “Fast cycle time”, New York: ed. The Free Press, 1993, p. 290.
- MEYER, C. “How to measures help team excel”, Harvard Business Review, Boston, May-June 1994, pp. 95-103.
- MOTTA, R. “A busca pela competitividade nas empresas”, Revista da Administração de Empresas, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 12-16, Março-Abril 1995.
- ORSBURN, J.D. MORAN, L. MUSSELWHITE, E. ZENGER, J.H. “Self-direct work teams - The new american challenge”, New York, Irwin Professional Publishing, 1990, 1st. edition, pp. 6-26.
- RADHARAMANAN, R. “Concurrent engineering an design for manufacture”, Anais do XIII encontro nacional de engenharia de produção, 1993.
- ROSENBLATT, A., WATSON, G.F. “Concurrent engineering: special report”, conteúdo: “New rules for world-class companies”, de Shina, S.G.; “Concurrent engineering: defining terms and techniques”, de Hall, D.; “The darpa initiative: encouraging new industrial practices”, de Reddy, R., Wood, R.T., Cleetus, K.J.; “Making it work calls for input from everyone”, de Turino, J.; “Sucess stories in instrumentation, communications”, de Wheeler, R., IEEE Spectrum, pp. 22-35, July, 1991.

- ROTH, A.V. GIFFI, C.A. SEAL,G.M. *“Operating strategies for the 1990s. : elements comprising world-class manufacturing”* in *“Manufacturing strategy: process and content”*, Voss, C. A., Chapman & Hall, London, 1992, pp. 133-165.
- SALERNO, M.S. *“Trabalho e organização na empresa industrial integrada e flexível”*, In: Ferretti, C.J. e outros. *Tecnologias, trabalho e educação*, Petrópolis: Ed. Vozes, 1994, pp. 54-76.
- SCHWAB, K. SMADJA,C. *“Power and policy: the new economic order”*, Harvard Business Review, Boston, November-December, 1994, pp. 40-52.
- SKINNER, W. *“Manufacturing - missing link in corporate strategy”*, Harvard Business Review, pp. 136-145, May-June 1969.
- SKINNER, W. *“The focused factory”*, Harvard Business Review, Boston, pp. 113-121, May-June, 1974.
- SLACK, N. *“Vantagem competitiva em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais”*, Editora Atlas, São Paulo, 1993.
- SPRAGUE, R.A. , SINGH, K.J. , WOOD, R.Y. *“Concurrent engineer in product development”*, IEEE Design & Test of Computers, pp. 6-13, March, 1991.
- STALK, G. Jr. *“Time: the next source of competitive advantage.”* Harvard Business Review, Boston, July-August, 1988, pp. 41-51.
- STALK, G. Jr. WEBBER, A.M. *“Japan's dark side of time.”* Harvard Business Review, Boston, July-August, 1993.

- TAUILE, J.R. *"Flexibilidade dinâmica, cooperação e eficiência econômica: anotações"*. Revista de Economia Política, vol. 14, n. 1 (53), Janeiro-Março, 1994, pp. 85-100.
- VANALLE, R.M. *"Estratégia de produção e prioridades competitivas no setor de autopeças"*, Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 1995, p.267.
- VEJA, revista "Em troca de bilhões" , Economia e negócios, Editora Abril, edição 1378, ano 28, n. 6, 8 de Fevereiro de 1995, pp. 86-87.
- VEJA, revista "O fim do sonho dos importados", Economia e negócios, Editora Abril, edição 1386, ano 28, n. 14, 5 de Abril de 1995, pp. 96-103.
- VEJA, revista "Quem dá mais pela fábrica", Economia e negócios, Editora Abril, edição 1399, ano 28, n. 27, 5 de Julho de 1995, p. 96-99.
- VOSS, C. A. *"Manufacturing strategy: Process and content"*, Ed. Chapman & Hall, London, 1992.
- WASSENHOVE, L.N., CORBETT,C.J. *"Trade offs? What trade-offs?"*, Working paper, Insead, 1991.
- WASSENHOVE, L.N., CORBETT,C.J. *"Trade offs? What trade-offs?"*, Competence and competitiveness in manufacturing strategy, California Management Review, Summer,1993.
- ZACCARELLI, S.B. *"A nova ideologia da competição"*, Revista da Administração de Empresas, São Paulo, volume 35, n. 1, p. 14-21, Janeiro-Fevereiro 1995.



ZIRGER, B.J., HARTLEY, J.L. “*The effect of acceleration techniques on product development time*”, IEEE Transactions on Engineering Management, volume 43, n. 2, p. 143-152, May, 1996.

### VIII - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ADLER, P.S., MANDELBAUM, A., “*Getting the most out your product development process*”, Harvard Business Review, Boston, pp. 134-151, March-April, 1996.
- ADLER, P.S., “*Time and motion regained*”, Harvard Business Review, Boston, pp. 97-108, January-February, 1993.
- BELTRAMINI, R. , “*Concurrent engineering: information acquisition between high technology marketers and R & D engineers in new product development*”, International Journal of Technology Management, volume 11, n. 1/2, Short Run Press, Exeter- Great Britain, pp. 58-69, 1996.
- BLACKBURN, J.D. "The time factor." *Time-based competition- the next battleground in american manufacturing*, New York: Ed. Business One Irwin/APICS, pp. 3-23, 1993.
- CANO, W. “*Reflexões para uma política de resgate do atraso social e produtivo do Brasil na década de 1990*”, *Reflexões sobre o Brasil e a nova (des) ordem internacional*, Campinas: Ed. UNICAMP e FAPESP, pp. 13-48, 1993.
- DRUCKER, P. “*The coming of the new organization*”, Harvard Business Review, Boston, January-February 1988, pp. 45-53.
- DUMKE, D. “*Ação dos recursos humanos para a qualidade*”. Anais do XIII ENEGEP 1993, volume1, pp. 158-162.
- DUTRA, J.S. “*Cultura e poder nas organizações - A utopia da mudança das relações de poder na gestão de recursos humanos*”, São Paulo: Ed. Atlas, 1990, pp. 155-168.

- DVORAK, P. “*Designers get smart about manufacturability*”, American Machinist, pp. 53-58, September, 1992.
- FISCHER, M.F. “*Gestão do trabalho - dimensões institucionais e organizacionais*”. RAE - Revista da Administração de Empresas, São Paulo, volume 31, n.4, Outubro-Dezembro, 1991, pp. 85-90.
- FLEURY, A.C.C. “*Novas tecnologias, capacitação tecnológica e processo de trabalho - comparações entre o modelo japonês e o brasileiro*”, In: Sobre o "modelo" japonês, 1992, pp. 33-46.
- GONÇALVES, J.E.L.; GOMES, C.A.. “*A tecnologia e a realização do trabalho*”, RAE - Revista da Administração de Empresas, São Paulo, volume 33, n. 1, pp. 106-115, Janeiro-Fevereiro, 1993.
- HUGE, E.C., ANDERSON, A.D. “*The spirit of manufacturing excellence: an executive's guide to the new mind set*”, Dow Jones-Irwin, Homewood, 1988.
- HULL, F.M., COLLINS, P.D., LIKER, J.K. “*Composite forms of organization as a strategy for concurrent engineering effectiveness*”, IEEE Transactions on Engineering Management, volume 43, n. 2, pp. 133-141, May, 1996.
- KOTTER, J.P. “*Why transformation efforts fail*”, Harvard Business Review, Boston, pp. 59-67, March-April, 1995.
- LU, S.C.Y. “*Knowledge processing for concurrent engineering: an evolving challenge in CIM research*”, Robotics & Computer Integrated Manufacturing, Pergamon Press, Great Britain, volume 7, n. 3/4, pp. 263-277, 1990

- MEYER, M.H., UTTERBACH, J.M. “*Product development cycle time and commercial success*”, IEEE Transactions on Engineering Management, volume 42, n. 4, pp. 297-304, November, 1995.
- PORTER, M. E. “*Vantagem competitiva - Criando e sustentando um desempenho superior*”(1985), 8a. reimpressão, Rio de Janeiro, Editora Campus, 1996, pp. 1-210.
- ROSA, E. et al “*Uma base computacional para a Engenharia Simultânea*”, Revista Máquinas e Metais, novembro/dezembro, 1994, pp. 42-61.
- SHENAS, D.G. DERAKHSHAN, S. , “*Organizational approaches to the implementation of Simultaneous Engineering*”, International Journal of Operations & Production Management, volume 14, n. 10, MCB University Press Limited, Bradford - England, pp. 30-43, 1994.
- SCHONBERGER, R.J. “*World class manufacturing: the lessons of simplicity applied*”, The Free Press, New York, 1986.
- TERSINE, R. J. HUMMINGBIRD, E. A. “*Lead-time reduction: the search for competitive advantage*”, International Journal of Operations and Production Management, MCB University Press, Bradford - England, volume 15, n. 2, 1995, pp. 8-18.
- WISNER, J.D. FAWCETT, S.E. “*Acoplado a estratégia corporativa às decisões operacionais através de medições de desempenho*”, Production and Management journal, third quarter, 1991.