

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

AS NOVAS TECNOLOGIAS DE MANUFATURA COMO INSTRUMENTO COMPETITIVO

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



01802988

WLADIMIR COHEN HORNICKEL

FLORIANÓPOLIS, MAIO DE 1990.

AS NOVAS TECNOLOGIAS DE MANUTATURA COMO INSTRUMENTO COMPETITIVO

WLADIMIR COHEN HORNICKEL

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE

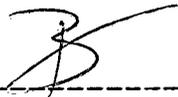
MESTRE EM ENGENHARIA

SPECIALIDADE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO



Prof. CRISTIANO J.C.DE ALMEIDA CUNHA,Dr.rer.pol.
ORIENTADOR



Prof. RICARDO MIRANDA BARCIA, Ph.D
COORDENADOR DO CURSO

BANCA EXAMINADORA



Prof. CRISTIANO J.C.DE ALMEIDA CUNHA,Dr.rer.pol.
PRESIDENTE



Prof. RABAH BENAKOUCHE, Dr. d'Etat



Prof. EDGAR AUGUSTO LANZER, Ph.D

Especialmente para meus filhos
Vania(8), Marcos(6) e Aline(1)

AGRADECIMENTOS

- Ao Governo do Brasil, representado por sua Universidade Federal de Santa Catarina e CNPq.

- A Universidad de Tarapacá, Arica-Chile por ter dado a possibilidade de realizar os estudos de pós-graduação em Engenharia de Produção.

- Ao professor Cristiano J.C. Cunha, pela orientação deste trabalho.

- Aos professores Edgar Lanzer e Rabah Benakauche pela contribuição dada ao trabalho e pela participação na banca examinadora.

ÍNDICE

RESUMO..... ix

ABSTRACT.....xi

CAPÍTULOS

1. Introdução 1

 1.1 Definição do problema..... 1

 1.2 Formulação dos Objetivos..... 2

 1.3 Estrutura do Trabalho..... 3

2. A Função de Manufatura..... 5

 2.1 A Evolução da Administração da Manufatura..... 5

 2.1.1 A Manufatura conduzida como Capitalismo Tecnológico.. 5

 2.1.2 A Manufatura Orientada para a Produção em Massa..... 11

 2.1.3 A Administração Descentralizada da Manufatura..... 15

 2.1.4 A Administração da Manufatura Aperfeiçoa o Controle.. 22

 2.1.5 Duvidando dos Fundamentos da Administração Industrial..... 29

 2.2 Orientação Atual da Manufatura..... 31

3. Diferentes Enfoques para o Desenho de uma Estratégia de manufatura..... 35

3.1	Introdução.....	35
3.2	O Modelo de W. Skinner.....	35
3.2.1	Introdução.....	35
3.2.2	O Processo de Determinação das Políticas da Manufatura.....	37
3.2.3	Compensações no Desenho do Sistema de Manufatura....	41
3.2.4	Dois Conceitos Importantes.....	43
3.2.5	Criticas ao Modelo.....	46
3.3	O Modelo de Hayes e Wheelwright.....	48
3.3.1	Introdução.....	48
3.3.2	A Matriz Produto-Processo.....	49
3.3.3	Três Conceitos Importantes.....	52
3.3.4	Efeito das Mudanças do Meio sobre a Empresa.....	56
3.3.5	Criticas ao Modelo.....	67
3.4	O Modelo de Gudnason e Riis.....	68
3.4.1	Introdução.....	68
3.4.2	O Papel da Produção na Estratégia Empresarial.....	69
3.4.3	O Desenho de uma Estratégia de Produção.....	70
3.4.4	Criticas ao Modelo.....	73
4.	A Tecnologia Industrial como Elemento Competitivo.....	76
4.1	Introdução.....	76
4.2	O Conceito da Nova Tecnologia de Manufatura.....	78
4.2.1	A Evolução da Nova Tecnologia.....	78
4.2.2	Descrição das Diferentes Fases Funcionais.....	80
4.2.2.1	O Desenho.....	80
4.2.2.2	A Tecnologia de Grupo.....	82

4.2.2.3	Planejamento e Controle dos Recursos da Manufatura.....	83
4.2.2.4	As Máquinas do Processo de Manufatura Assistidas por Computadores (CAM).....	88
4.2.2.5	O Robô.....	90
4.2.2.6	O Sistema de Manufatura Integrado Computacionalmente (CIM).....	92
4.3	Vantagens Estratégicas da Nova Tecnologia.....	93
4.3.1	As Novas Economias de Manufatura.....	93
4.3.1.1	A Flexibilidade.....	96
4.3.1.2	O Controle.....	101
4.3.1.3	Integração.....	102
4.3.2	A Nova Função do Gerente de Produção.....	105
4.4	As Barreiras para Implementar a Nova Tecnologia.....	107
4.4.1	Introdução.....	107
4.4.2	Obstáculos para a Mudança.....	108
4.4.3	A Nova Competição Industrial.....	112
4.5	A Importância dos Investimentos em P&D na Tecnologia de Manufatura.....	113
5.	O Processo de Tomadas de Decisões da Tecnologia de Manufatura.....	117
5.1	Introdução.....	117
5.2	Considerações sobre o Processo Decisório.....	119
5.2.1	Introdução.....	119
5.2.2	Categorias de Decisões.....	120

5.2.3 Os Objetivos.....	122
5.2.4 Comentários.....	126
5.3 A Teoria de Investimento de Capital no Planejamento Estratégico da Produção.....	127
5.3.1 Introdução.....	127
5.3.2 Análise da Teoria de Investimento de Capital.....	128
5.3.3 Aspectos Estratégicos da Escolha.....	130
5.3.4 Comentários.....	132
5.4 Conceitos Necessários para tomar Decisões.....	133
5.4.1 Introdução.....	133
5.4.2 Conceitos Básicos Sobre a Tecnologia.....	135
5.4.3 Efeitos da Tecnologia.....	139
5.5 Algumas Metodologias para a Justificativa da Tecnologia de Manufatura.....	140
5.5.1 Introdução.....	140
5.5.2 A Metodologia de Projetos Estruturados.....	141
5.5.3 Um Método que Assinala os Fatores Inatingíveis.....	149
6. Conclusões.....	155
Bibliografia.....	161

RESUMO

O objetivo geral deste trabalho consiste em demonstrar que as oportunidades oferecidas pelas novas tecnologias de equipamentos e procesos são fundamentais para a competitividade das empresas de manufatura.

Inicia-se mostrando a evolução da administração da manufatura e discutindo as causas pelas quais as empresas industriais ocidentais estão tornando-se cada vez menos competitivas quando comparadas com seus concorrentes asiáticos, particularmente os japoneses. Conclui-se que os desajustes provêm da excessiva ênfase dada à produtividade e se necessita pensar estrategicamente em relação as decisões de produção.

Em consequência disto analisam-se alguns modelos de administração da manufatura, que visam demonstrar que uma poderosa vantagem competitiva pode ser criada mediante uma estratégia de produção. Porém, estes modelos não consideram o potencial de competitividade oferecido pelas " Novas Tecnologias de Manufatura", na formulação, não só da estratégia de produção, como também, na estratégia global da empresa.

Na etapa seguinte, descreve-se este recurso, mostrando suas características, seus benefícios estratégicos e discutindo a problemática de sua implementação.

Finaliza-se este trabalho analisando os problemas do processo decisório em geral e em particular, com respeito às novas tecnologias, oferecendo uma estrutura de análise de

justificativa, que está orientada para a perspectiva de competitividade externa e não para metas de recuperação do capital a curto prazo.

Conclui-se este estudo revelando a necessidade de incorporar estas novas tecnologias na escolha de decisões estratégicas, para que possa sobreviver competitivamente no futuro.

ABSTRACT

The general objective of this work consists in demonstrating that the opportunities offered by the new technologies of equipment and processes are fundamental for the competitiveness of manufacturing industries.

The work begins by showing the evolution of the administration of manufacturing and discussing the causes for which Western industrial companies are becoming increasingly less competitive when compared to their Asian competitors, particularly the Japanese. It is concluded that the difference results from the excessive emphasis in the West given to productivity instead of strategic production decisions.

As a consequence of this some models of manufacturing administration are analyzed. They demonstrate that a powerful competitive advantage can be created through a production strategy. However, these models do not consider the competitiveness potential offered by the "New Technologies of Manufacturing", not only in production strategy, but also in the global strategy of the company.

In the following stage, this resource is described, showing its characteristics, its strategic benefits, and discussing the problems of its implementation.

Afterwards, the problems of the decision-making process in general are analyzed, and in particular, with respect to new technologies. The work offers a justified structure of

analysis, that is oriented to the perspective of external competitiveness and not to goals of short term capital recovery.

This study concludes by revealing the necessity of incorporating these new technologies in the selection of strategic decisions, so that the company may survive competitively in the future.

CAPÍTULO 1

1. Introdução

1.1. Definição do Problema

Hoje, discute-se muito a pressão competitiva do Japão e outros países asiáticos na indústria manufatureira do ocidente. Esta pressão fez-se sentir nos fabricantes de automóveis, máquinas ferramentas, minicomputadores, máquinas têxteis, aparelhos e eletrodomésticos, equipamentos de som e TV, apenas para nomear alguns.

Qual é a causa do fracasso da indústria manufatureira ocidental para permanecer competitiva?

Muitos autores concordam em que a responsabilidade por esta frágil posição competitiva, depende não somente das forças econômicas gerais, como a inflação, a política de impostos, etc., mas também da maneira pela qual a alta administração das empresas do mundo ocidental consideram seu processo produtivo. Elas concentram frequentemente seus esforços estratégicos em áreas como marketing e finanças, deixando a área de produção como uma função operacional, parcial ou totalmente desintegrada do planejamento estratégico.

A pressão competitiva torna indispensável uma nova atitude da empresa com relação à importância cada vez maior da manufatura para o êxito da empresa. Esta nova atitude consiste em oferecer uma estrutura para compreender como sua organização de manufatura pode contribuir para o êxito da empresa.

Uma poderosa vantagem competitiva pode ser criada por uma efetiva estratégia de manufatura e também, uma poderosa vantagem competitiva pode ser obtida, quando a estratégia da empresa baseia-se na tecnologia de equipamento e processos produtivos, que permitem maior flexibilidade e versatilidade das operações, através da utilização das novas tecnologias de manufatura baseadas no microprocessador.

Por outra parte, a tomada de decisões estratégicas devem apoiar-se em uma análise de justificativa que esteja orientada para a perspectiva de competitividade externa da empresa, e não exclusivamente para metas de retorno de capital, característico da administração de muitas empresas que têm como objetivos fundamentais a eficiência, o volume e a lucratividade das operações.

1.2 - Formulação dos Objetivos

Um dos objetivos deste trabalho é mostrar como alguns autores tem enfocado e considerado os fatores que contribuem significativamente na compreensão da estratégia de manufatura.

Justifica-se a apresentação das posições de vários autores por duas razões: primeiro, eles divergem quanto à

importância de alguns fatores na formulação de uma estratégia de manufatura; segundo, partindo-se de diferentes modelos pode-se formar uma opinião mais detalhada sobre como organizar a função de manufatura, para que sirva de suporte à estratégia empresarial.

Outro objetivo consiste em discutir o potencial que oferece as novas tecnologias de equipamentos e processos, para ser utilizado estrategicamente como um poderoso instrumento competitivo e mostrar, que apesar das fortes contribuições desta tecnologia, é surpreendente que seja tão pouco utilizada na administração estratégica.

Finalmente, mostrar-se as dificuldades que surgem ao se tentar avaliar a conveniência de contar com estes novos sistemas de manufatura, já que os benefícios mais importantes são frequentemente estratégicos e difíceis de quantificar. Por este motivo indicam-se alguns modelos que podem ser úteis para que a alta gerência tome uma decisão a respeito.

1.3 - Estrutura do Trabalho

O capítulo 2, inicia mostrando a evolução histórica da função de produção e finaliza discutindo as causas da frágil posição competitiva das empresas do mundo ocidental frente às de alguns países asiáticos, principalmente o Japão.

No capítulo 3, analisam-se três modelos de administração estratégica da manufatura, cujo propósito é tirar outras empresas desta situação, tentando com isso demonstrar que uma poderosa vantagem competitiva pode ser usada mediante uma estratégia de

manufatura.

Este capítulo finaliza criticando estes modelos, principalmente porque não consideram em plenitude a nova tecnologia de manufatura como um recurso estratégico que apresenta um grande potencial.

No capítulo 4 descrevem-se estas novas tecnologias de manufatura como suficientemente poderosas para transformarem-se em um instrumento competitivo importante. Discute-se também alguns aspectos relacionados com estas tecnologias, tal como a dificuldade que apresentam as empresas para poderem utilizá-las.

No capítulo 5, analisam-se alguns modelos que permitem que a alta administração, conte com uma estrutura de análise adequada para tomar decisões com respeito as novas tecnologias.

CAPÍTULO 2

2 - A Função da Manufatura

2.1 - A Evolução da Administração da Manufatura

Cinco períodos da História Industrial destacam-se no desenvolvimento das características dominantes da administração da manufatura * :

- 1780-1850 - A manufatura orientada como capitalismo tecnológico.
- 1850-1890 - A manufatura orientada rumo à produção em massa.
- 1890-1920 - A manufatura administrada de maneira descentralizada.
- 1920-1960 - Os administradores da manufatura aperfeiçoam suas destrezas no controle e na estabilidade.
- 1960-1980 - Duvidando dos fundamentos da administração industrial.

2.2.1 - A Manufatura Conduzida como Capitalismo Tecnológico

(1780-1850)

A nova tecnologia daquela época permitiu que a produção começasse a mudar da empresa tradicional, que era de tipo

* Skinner (1985), p. 280

artesanal com baixos volumes de produção, para o uso intensivo de bens de capital (maquinarias).

A energia fornecida pelas máquinas a vapor de água e pelas quedas d'água, foi combinada com novas máquinas e equipamentos usando mecanismos de engenharia para a transmissão de força e a mecanização de operações que se executavam de maneira manual. Eixos de transmissão, engrenagens e engenhosos mecanismos de movimentos ajudaram a eliminação de muitas operações manuais. As mudanças estavam limitadas por fatores tecnológicos - os meios para transportar o carvão e produzir metais de qualidade eram inadequados. Os meios de comunicação eram limitados e os de transporte muito lentos e de pequena escala. Todos estes fatores mantêm os mercados pequenos e locais.

Como resultado, a "revolução" industrial desenvolveu-se lentamente, menos na produção têxtil, em algumas instalações de produção de metais e fabricação de máquinas, e em modestas plantas processadoras no campo da agricultura, tais como a moenda de grãos.

O primeiro moinho movimentado pela força hidráulica, foi desenvolvido por Samuel Scater e os irmãos Brown, o primeiro era um hábil mecânico e os últimos eram ricos comerciantes. A primeira fábrica integrada na indústria têxtil foi construída por Francis Lowell, que era um habilidoso engenheiro "auto-didata" e um grande comerciante.

Apesar da imponência destas grandes e integradas fábricas têxteis, sua administração não era muito complexa. Devido à restrição dos equipamentos e à falta de flexibilidade, cada

fábrica possuía um estoque pequeno de produtos.

A principal tarefa da administração (depois que a fábrica era projetada e construída e a maquinaria instalada) era delegada aos capatazes, um em cada seção. Os capatazes prestavam contas aos proprietários. Por outro lado os lucros eram calculados duas vezes ao ano e a contabilidade era apenas financeira, sem nenhum levantamento dos custos dos produtos. As habilidades e os conhecimentos dos proprietários eram essencialmente técnicos; estavam orientadas para a maquinaria e equipamentos, e para o desenvolvimento de certos cálculos necessários para o bom funcionamento da manufatura. À medida em que o tempo transcorria durante este período, produziram-se grandes incrementos na produtividade induzidos pelas mudanças tecnológicas que se efetuaram na fiação, pelos melhoramentos na maquinaria para trabalhar os metais e pelos novos processos contínuos para a moenda dos grãos.

Nas indústrias metal-mecânicas e nas fábricas de componentes e montagem, como a fabricação de armas, a principal inovação ao final deste período foi a mudança de partes individuais e produtos únicos, para a fabricação de componentes e produtos intercambiáveis, que podiam ser rapidamente reparados apenas, substituindo-se as partes danificadas. Este sistema de fábrica precisou de instalações, instrumentos, equipamentos e procedimentos de controle mais complexos. Também necessitou-se de um método padrão de manufatura e desse modo uma melhor disciplina e supervisão do trabalho.

A administração da manufatura era relativamente simples

e se realizava pelos proprietários. Depois que o sistema era colocado em funcionamento pelos proprietários tecnologicamente competentes, eles praticamente já não se interessavam pela fábrica. O aspecto mais importante na operação da planta era tecnológico, centralizado nos mecânicos que operavam as máquinas e os capatazes de cada seção. O capataz tinha total responsabilidade em cada aspecto do emprego.

Desde o começo, uma nítida característica das fábricas deste primeiro período era a resistência e inquietude dos trabalhadores, formavam-se sindicatos e produziam-se sabotagens ocasionais. Isto pareceu surpreender a princípio, pois o sistema de fábrica tinha muitas vantagens para os empregados. O salário e as condições de trabalho eram bastante superiores aos do campo. Mais ainda, o trabalho era leve e fácil comparado com as tarefas a executar quando não se contava com as máquinas movidas a carvão. O horário era longo, mas usual para aqueles tempos. Havia oportunidades para progredir e para alguns, existia o desafio da maquinaria. As tarefas de coordenação entre materiais e produtos era simples, para todos existia a oportunidade da integração social.

Para alguns entretanto, isto não era suficiente. A fábrica era um meio estranho para o ser humano. Requeria uma estreita auto-disciplina para obedecer aos horários de trabalho. Este era desempenhado de acordo com métodos prescritos: o início e o fim do trabalho não eram matéria de eleição pessoal, mas eram impostos por uma ordem; o ritmo do trabalho era frequentemente dirigido por uma máquina, e o capataz se fazia sentir de maneira

Implacável. Havia um capataz por seção que tinha total autoridade para contratar, despedir, disciplinar e usar castigos físicos se o estimava conveniente. A fábrica era normalmente ruidosa e frequentemente as operações com as máquinas eram perigosas. O trabalho, embora, não sempre fácil, frequentemente era monótono. A transferência à sociedade industrial impunha uma severa reestruturação dos hábitos de trabalho, novas disciplinas, novos incentivos e uma nova natureza humana sobre a qual estes incentivos poderiam penetrar efetivamente.

Em 1887 Arnold Toynbee escreveu sobre as primeiras fábricas na Inglaterra *:

"Quando se estabeleciam as grandes fábricas se perdia essa relação entre o mestre e os aprendizes, o operário odiava seu empregador e este considerava seus operários como mãos. De 1800 a 1873 as relações mútuas, como era admitido por ambas partes, estavam praticamente suspensas. Não podia haver relação alguma, diziam os empregados, entre classes cujos interesses eram tão diferentes..."

Entre os operários e o capitalista que os empregavam às dezenas abriu-se um abismo. O operário chegou a ser a ferramenta viva sobre quem o empregador conhecia menos do que sobre sua máquina à vapor. Este distanciamento era admitido pelos empregadores que declaravam que era impossível haver relacionamento entre as classes altas e baixas da sociedade. Não podia haver nenhuma união entre empregador e empregados, porque

* Skinner (1985), p.283

era interesse do empregador obter a maior quantidade de trabalho pelos salários mais baixos possíveis.

O pessoal não se ajustava facilmente à vida da fábrica. Aqueles que estavam dispostos a aceitar um trabalho na fábrica eram considerados como de um dos níveis mais baixos da sociedade. Cada imigração ou trabalhadores provenientes dos campos, proporcionava as fontes principais de recursos humanos para o insaciável crescimento das fábricas. Estes trabalhadores normalmente tinham menos educação e frequentemente nem sequer falavam inglês. Mas eles eram baratos e estavam dispostos a trabalhar. A administração não tinha razões ou necessidade para preocupar-se com eles e por mais de um século esta área da administração foi simplesmente delegada e ignorada.

Os contratos dos trabalhadores, a disciplina e as compensações eram dirigidas pelo capatazes. Desde o começo da sociedade industrial, produziram-se choques e sabotagens. "Assim, entre a agitação, o receio e o sofrimento foi introduzido o moderno sistema de fábrica" escreveu Taylor em relação à resistência dos trabalhadores à fábrica*.

Em resumo, o primeiro período da manufatura viveu uma genuína revolução quanto à forma como se fabricavam os produtos e quanto à maneira como trabalhavam grande quantidade de empregados. As fábricas começaram a mudar a civilização ocidental. Estas originaram-se de empreendedores competentes tecnologicamente. Além dos proprietários e mecânicos se requeria pouca

*Skinner (1985), p. 283

administração, apenas a mais simples hierarquia administrativa. Entretanto, a semente da produção em massa (Investimentos de capital em equipamentos e tecnologia de processo, a utilização de uma fonte central de energia, a produção de produtos padronizados, a utilização de partes intercambiáveis e operações repetitivas, alguns poucos experimentos isolados em contabilidade como mecanismos de controle e o emprego de grandes quantidades de trabalhadores para o controle das máquinas) havia sido semeada, mas os proprietários não estavam muito envolvidos com os trabalhadores.

Uma revolução tinha ocorrido, em pequena escala, e uma real revolução industrial esperava mais adiante produzindo mudanças-chaves tanto na geração de força, como nos transportes, nas comunicações e nas tecnologias de equipamentos e processos.

2.1.2 - A Manufatura Orientada para a Produção em Massa

(1850-1890)

A verdadeira revolução industrial, que se produziu durante os próximos 40 anos, foi uma das mais poderosas e rápidas mudanças na história econômica. O que aconteceu não foi apenas uma transformação total da maneira como a maioria dos produtos eram fabricados, mas também uma grande escalada no emprego industrial, nos produtos industriais, e uma revolução total na sofisticação, penetração e contribuição da tecnologia de equipamentos e processos.

Chandler o denominou "o fim das restrições

tecnológicas"* . Nos EUA como consequência das ferrovias, o carvão e as matérias primas podiam agora ser transportados em grande quantidade, até os lugares com mais recursos de trabalho e mercados. Com o carvão e os novos progressos na indústria do aço, a maquinaria progrediu aceleradamente, incluindo grandes melhorias na eficiência, segurança e versatilidade na geração de energia mediante o vapor d'água. Todos estes fatores conduziram a novas localizações para as plantas. Além disso, como estes foram seguidos pela aplicação de princípios científicos e de engenharia nas indústrias que utilizavam a energia térmica (tais como as plantas químicas, produção de metais, vidro, borracha, açúcar e destilarias) o crescimento industrial foi rápido. O sistema de fábrica se expandiu do conceito de partes intercambiáveis para a produção de altos volumes.

A revolução foi produzida não somente pelo fim das restrições tecnológicas (permitindo o aumento na velocidade de produção) mas também pelo incremento na população e mercados. A orientação da manufatura foi determinada desde cima pelos proprietários-investidores-capitalistas os quais foram tecnologicamente competentes, pois as novas fábricas exigiam arriscados investimentos em processos que não haviam sido experimentados em grandes escalas. O administrador da manufatura tinha que conhecer bem o desenho e a estrutura da manufatura em escalas sem precedentes, para confirmar-se que poderia trabalhar e produzir com baixos custos e altos volumes. Durante os 40 anos

* Skinner (1985), p.284

após 1850 a produção com tal orientação começou a ser utilizada no processo de líquidos como, cerveja e whiskey, e depois no processo contínuo de produtos agrícolas, tal como o trigo. Na indústria metal-mecânica e na indústria de produção de metais, a produção em massa começou mais tarde, retardada pela necessidade de avanços na metalurgia, um conhecimento mais sofisticado do que o que era requerido para o processo de muitos líquidos e produtos agrícolas.

O incremento na velocidade e volumes de produção, acompanhado por uma diminuição nos preços, qualidade mais uniforme, uma população crescente, deu como resultado as economias de escala, um incremento no tamanho das plantas, frequentemente permitindo instalações completamente integradas. As plantas começaram a incluir as etapas do processo desde a matéria-prima até o produto acabado.

Por estas razões depois de 1880 a tarefa do administrador da manufatura começou a considerar o desenho de plantas enquanto ainda delegava a administração da força laboral ao capataz. As plantas maiores e integradas exigiam de habilidades na coordenação e técnicas para balancear as entradas e saídas para os diferentes níveis e etapas da produção. Esta coordenação tinha que ser realizada pelo capataz, não existia ninguém mais capaz do que ele para realizá-la (os técnicos administrativos foram desconhecidos para a fábrica até o fim do século XIX). Como regra indiscutível, o capataz possuía completo controle no seu departamento. Ele comprava os materiais, contratava o pessoal e produzia ao preço prometido. Com tal controle e poder, e como as plantas eram monoprodutoras, as tarefas administrativas na

manufatura podiam ser conduzidas por ele, apesar do aumento no tamanho.

Não existia pessoal de escritório e ninguém que pudesse ser denominado hoje de "staff". Ainda a manipulação de materiais era normalmente realizado pelos operários. O capataz e os operários instalavam, mantinham e trocavam a maquinaria com ajuda especializada muito ocasionalmente, de um "mestre mecânico" quando se necessitava.

O capataz possuía um verdadeiro império. Eles contratavam, demitiam, designavam trabalhos, implantavam a disciplina, estabeleciam salários individuais, treinavam, promoviam e frequentemente procuravam os materiais. "A autoridade do capataz se derivava do fato de que as habilidades técnicas eram a chave do poder *".

Na indústria mecânica este período de 40 anos viveu rápidos avanços tecnológicos. Nos têxteis os principais avanços foram na cardação, fiação e na tecelagem que foram produzidos principalmente na década de 1850 e 1860. Em outras indústrias tais como as de cigarro, fósforos e processamento de alimentos, se desenvolveu uma nova tecnologia de processos que permitiu um processamento mais contínuo. Isto por sua vez simplificou as tarefas administrativas. Similarmente, na indústria de processos químicos, tais como sabão, tintas, borrachas e química básica, os novos processos permitiram melhorias substanciais na qualidade e variedade dos produtos. Nestas indústrias existia uma estreita

* Skinner (1985), p. 285

colaboração entre a alta administração e o desenvolvimento de processos de produção, e assim resultou uma grande inovação tecnológica.

A produção em massa surgiu principalmente no ano de 1890. Enquanto a administração das fábricas permanecia relativamente técnica e simples, a orientação da manufatura ficava nas mãos dos proprietários-investidores, os quais jogavam um papel importante nos conceitos tecnológicos e econômicos fundamentais das operações. A vantagem foi criada por investimentos de capital nos equipamentos e processos da produção em massa.

2.1.3 - A Administração Descentralizada da Manufatura (1890-1920)

Desde o período de 1880 a 1890, o sistema de fábrica desenvolveu-se rapidamente. As novas tecnologias industriais, a ferrovia, o telégrafo, a energia fornecida pelas usinas à vapor d'água, a imigração em grande escala e a expansão dos mercados proporcionaram o impulso para este notável sistema. Nos próximos 40 anos a complexidade, a demanda por emprego e os produtos se multiplicaram.

A história da administração da manufatura até 1890 é dirigida pela alta administração, normalmente envolvida nas decisões chaves sobre as tecnologias de equipamentos e processos. Mas entretanto, a fábrica, os equipamentos e os trabalhadores tinham que ser administrados, - os equipamentos e as instalações eram desenhados e construídos por técnicos que trabalhavam com os

altos administradores, enquanto delegavam a administração da força de trabalho aos capatazes. Estes tinham que manter os materiais em movimento entre as operações, assim como manter as máquinas produzindo, o que não era muito complicado pois a empresa tinha poucos produtos.

Depois de 1890, entretanto, o crescimento das empresas, o volume das vendas, a multiplicidade dos produtos levaram à necessidade de sistematizar o controle e isto gerou as bases para a administração científica. A nova complexidade se produziu devido ao crescimento dos mercados que forçaram a expansão das instalações e a localização de múltiplas plantas. Através de melhorias na tecnologia de processos, foram incrementadas as capacidades produtivas e as velocidades de produção. Houve mais profusão de novos produtos, novas indústrias, e novas maneiras de gerar energia, de construção, de transportes, de comunicações. Os negócios e a indústria explodiram em tamanho, variedade, complexidade e diversidade.

Empresas tais como a Dupont, General Electric, Westinghouse e dezenas de outras, começaram a expandir suas linhas de produtos, abarcaram outras indústrias, cobriram mercados nacionais no lugar dos regionais e fabricaram em mais de uma localidade. Proliferaram novos produtos (baseados no uso da eletricidade), tais como os motores, a iluminação e o telefone. No início de 1880 a luz elétrica começou a ser utilizada nas fábricas. Dez anos mais tarde os motores elétricos foram usados pela primeira vez para o funcionamento de máquinas individuais, evitando a necessidade de que a energia seja transportada

mecanicamente mediante eixos e correias desde um produto central para toda a fabrica. O uso do concreto armado nas construções permitiu que as edificações fossem mais altas e maiores, com maior espaço entre as colunas. As instalações podiam agora ser maiores, e com o tamanho, chegaram as economias de escala adicionais. Centralizou-se e integrou-se o sistema de manufatura num só nível ou em um grande complexo.

Com todos esses fatores que induziram o crescimento surgiu a "fábrica modelo", tal como as instaladas por Westinghouse em 1895, National Cash Register em 1896, Allis em 1902, United Shoe Machinery em 1904, plantas com um tamanho que nunca tinham sido construídas antes. Estas plantas chegaram a ser muito mais complexas, apresentando um desafio para a administração. Já não eram os dias de somente pequenas plantas, produzindo alguns poucos produtos para mercados regionais.

Como resultado, o império do capataz foi simplesmente superado. Proliferaram os volumes e a variedade de produtos. As empresas que agora possuíam diferentes unidades, cujos departamentos trocavam um grande volume de informações (inerentes a um sistema de produção integrado), demandavam uma coordenação que não tinha precedentes.

Como a tecnologia permitiu uma produção mais rápida e as inovações nas comunicações (telégrafo e telefone) reduziu as longas esperas produzidas na colocação de ordens e mudanças na programação, a administração industrial tinham que inventar novas formas de organização, novos conceitos e técnicas de manejar grandes quantidades de problemas. Pessoal administrativo,

contadores, planejadores de métodos e processos, departamentos de compras, etc, foram adicionados e por conseguinte os gastos gerais. O império do capataz começou a declinar, passando a ser as autoridades responsáveis estes novos funcionários administrativos.

Por conseguinte toda esta criação de gastos gerais não aconteceu sem consideráveis controvérsias internas. Os administradores foram chamados "fardos". Foram justificados parcialmente pela necessidade de que sem coordenação e controle produziam-se coisas mal feitas, seja no tempo como na quantidade. Assim como resultados tínhamos as demoras, desperdícios, reprocessamento e excessivos tempos de espera e inventários. Homens como Federic Taylor tentaram demonstrar que um dólar gasto nas pessoas de staff poderia economizar dois dólares no trabalho direto. Desta maneira, neste período surgiu e se desenvolveram os primeiros esforços sistemáticos para planejar, coordenar e controlar a manufatura. A influência do capataz declinou, já que foi cada vez mais absorvido pelo staff no que se refere a quem poderia empregar, quando deveria ser pago, que trabalhos iriam ser realizados a cada semana ou dia, as prioridades de produção, os métodos e processos a serem usados, as especificações dos produtos a serem cumpridas, os custos que se consideram aceitáveis e os inventários em processo a estar disponíveis.

Tamanho, volume, velocidade, variedade e integração trouxeram problemas no controle e na coordenação. Mas os métodos e técnicas administrativas e os sistemas para manejar estes problemas não existiam antes de 1890. Neste vazio entraram os

pioneiros da Engenharia Industrial (Taylor, Gilbreth, Cooke, Borth e outros). Eles foram os criadores de um conceito novo na administração. Como Nelson expôs "Não existia nada na literatura administrativa antes de 1890 *".

Taylor e seus seguidores fundaram a escola de administração científica. Esta era entretanto mais sistemática do que científica. Sua hipótese principal era que qualquer operação que considere pessoas e/ou materiais poderia tornar-se mais eficiente analisando os componentes da operação, medindo-as e diagnosticando onde se produzia o desperdício e como poderia ser eliminado. Em 1915, a data em que faleceu uma nova profissão havia-se criado, a do engenheiro industrial.

A Engenharia Industrial induziu um ponto de vista totalmente novo em relação à manufatura. Até 1890 a administração da indústria considerou somente dois níveis: a alta administração e a administração de piso de fábrica. A alta administração distribuía os recursos de capital em equipamentos e processos, que normalmente eram projetados na própria empresa. A operação da planta era totalmente delegada à supervisão da primeira linha, que controlava os trabalhadores e impulsionava a produção.

No período de 1890 a 1920 o crescimento do tamanho e da complexidade da empresa conduziram ao desenvolvimento do departamento de produção e ao administrador da produção, cuja responsabilidade era relacionar e coordenar todos os elementos da manufatura em um sistema economicamente eficiente. Esta era uma

* Skinner (1985), p.289

idéia completamente nova e teve lugar pelos anos de 1920. Acrescentaram-se as funções de planejamento, análises, melhoramentos, coordenação, controle e administração do pessoal. Mudou-se quase toda a amplitude e o poder da administração da manufatura.

Esta foi a primeira e principal mudança drástica antes da lenta evolução da administração da manufatura. Modificou-se o padrão de todo um século de inovações tecnológicas e decisões de investimento que considerava apenas a alta administração, e a confortável delegação da administração da força de trabalho e os problemas de produção do dia-a-dia, aos níveis inferiores. Daqui em diante, o departamento de produção devia exercer todas estas funções.

O poder do capataz morreu entre 1890 e 1920. O impacto do trabalhador sobre a eficiência e produtividade foi considerado, seus trabalhos estavam simplificados, estandarizados e controlados sem a anterior total dependência da supervisão. A autoridade e raio de ação do capataz foi reduzido em outros aspectos. Já não era o capataz o único responsável pela produção. Planejadores tomaram conta da programação, despacho, manejo de materiais, controle de qualidade, enquanto a engenharia desenvolvia as técnicas, métodos e processos, e as ferramentas e equipamentos a serem usados em cada passo do processo.

A nova orientação da manufatura começou a desenvolver uma burocracia completamente nova, o departamento de produção. Até 1890 a administração da empresa era a administração da manufatura. Os empregadores industriais foram técnicos-

capitalistas e investidores. Eles investiram em novos equipamentos e processos baseados nas tecnologias e economias que conheciam. Os fundadores de Brown e Sharpe, da Dupond e outros como Andrew Carnegie e Alexander Lymon Holley na indústria do aço foram homens que criaram a indústria com tipo de processo de produção em massa mediante a combinação da tecnologia e a inovação empreendedora. Tais líderes usaram a tecnologia e a inovação como meios para criar vantagem competitiva. O resto da administração podia ser delegada a nível inferior.

A nova burocracia do departamento de produção, criada apenas para resolver complicados problemas de coordenação, logo chegaram a ser os guardiões de todos os investimentos na manufatura. Mantendo responsabilmente a função de produção da empresa, era seu trabalho fazê-la funcionar e responder financeiramente pelos investimentos em ativos fixos.

Imediatamente chegou a ser um modelo econômico. Se os administradores da produção iam investir grandes somas para novos equipamentos de produção, tinham que assegurar aos proprietários um bom retorno econômico sobre estes investimentos. O processo administrativo aumentou a burocracia com o tamanho e a complexidade. A coordenação e o controle das unidades produtivas tiveram uma crescente preocupação. Os aspectos chaves da manufatura eram a eficiência, volume e a lucratividade das operações.

Este período revolucionário também viu outros dois desenvolvimentos importantes. Um foi a explosão da indústria automobiliz em meados do século. Cresceu tão rapidamente que em

1908 a FORD construiu uma moderna planta automotriz em High Land e em 1913 começou a produzir visando uma nova técnica, a linha de montagem. A indústria de automóveis gerou uma dúzia de indústrias subsidiárias, este produto revolucionou o transporte e criou novos mercados.

Outro fator importante para o desenvolvimento massivo da indústria foi proporcionado pela Primeira Guerra Mundial. Em 1920 a moderna indústria era como a que conhecemos hoje, com grandes instalações produtivas, multiproduto, administração da linha e staff, planejamento do trabalho administrativo, programação, controle, etc. A direção da manufatura havia caído na hierarquia administrativa.

2.1.4 - A Administração da Manufatura Aperfeiçoa o Controle (1920-1960)

Nos 40 anos que sucederam à Primeira Guerra Mundial viu-se um maior crescimento do sistema industrial, com incrementos tanto na quantidade como na complexidade dos problemas de controle na administração da manufatura. Como consequência, estimulou-se a criação de ferramentas e técnicas administrativas dinâmicas. Assim construíram-se os primeiros esforços para a administração sistemática e científica, produzindo uma era totalmente nova na administração profissional.

Apesar de atingido por sérios problemas trabalhistas e pela repressão econômica da década de 1930, estas quatro décadas podem, entretanto, ser considerados a idade de ouro para os

administradores industriais e seu corpo de conhecimento. Nos anos 60 o domínio da indústria norte-americana foi supremo na maioria dos mercados mundiais.

Cresceu o emprego desde 1920 a 1960, fabricavam-se em 1960 três vezes mais do que em 1920. O fornecimento para a maior guerra da história foi realizado com êxito. As empresas norte americanas continuaram a tradição iniciada na década de 1880 para produzir no estrangeiro, em particular na Europa, e mais de 2.000 fábricas norte americanas estavam estabelecidas fora dos EUA. Os produtos norteamericanos e a capacidade da manufatura deu como resultado um amplo domínio em indústrias como: automóveis, caminhões, equipamentos de construção, maquinaria têxtil, maquinarias para a fabricação de sapatos, equipamentos de comunicações, maquinaria de escritórios, farmacêuticas, bens de consumo pessoal, maquinarias e equipamentos elétricos, plantas e geradores de energia, etc.

Nos conselhos de alta administração, os executivos da manufatura jogaram um papel chave. Eles foram os responsáveis pelas contribuições entre a diferença das vendas e custos dos bens vendidos, fluxo de caixa vital para P&D, engenharia e marketing "2".

O fluxo de novas técnicas e idéias proporcionou uma extraordinária motivação aos administradores, engenheiros e acadêmicos, os quais trabalharam nas ferramentas administrativas para apoiar a máquina industrial. Partindo de onde Taylor e seus seguidores deixaram sua obra no campo do estudo de tempos e melhorias dos métodos de trabalho, conseguiu-se aprimorar às

técnicas de estudo de tempos, incluindo a utilização de microfilme e o estabelecimento de padrões para propósitos salariais e de controle. Isto conduziu ao desenvolvimento e uso extensivo de padrões pré-determinados que podiam ser gerados a partir de bancos de dados de movimentos e operações padrões. Os padrões chegaram a ser quase de uso universal, frequentemente para incentivos na taxa de salários e mais tipicamente para o que chegou a ser conhecido como a medida do trabalho diário. No princípio da década de 50, Alan Mogenson foi o pioneiro na difusão do conhecimento e técnicas práticas para a "simplificação do trabalho", uma técnica que os administradores e trabalhadores podiam utilizar para analisar e melhorar seu trabalho.

A orientação da maioria dos trabalhos de engenharia industrial neste período continuou onde havia começado, no trabalho sobre a mão-de-obra direta. Entretanto, em decorrência das despesas geradas pelo pessoal de staff, começaram as preocupações de controle da mão-de-obra indireta.

Novas técnicas e conceitos foram criados como resposta à complexidade e à necessidade de resolução dos problemas que foram surgindo desde o início do século. A principal foi simplesmente uma projeção da programação das partes necessárias usando tempos de entrega e listas de materiais para gerar a necessidade de componentes de partes e materiais e, depois de deduzidos os estoques, realizar as ordens de compra. Esta foi uma aproximação do moderno MRP ("materials requirements planning") cujos cálculos se efetuaram com as máquinas de escritório disponíveis naquele período.

O eterno dilema de quanto produzir, aparentemente foi "resolvido" pela fórmula da quantidade de pedidos ótimos, que balanceava o custo de manter inventários com o custo de pedido, com o propósito de minimizar os custos totais. Maiores aperfeiçoamentos no planejamento e controle da produção chegaram nas décadas de 1940 e 1950, incluindo o uso da estatística e melhorias nos métodos de prognósticos. O conceito de "curva de aprendizagem" emergiu da construção de aviões na Segunda Guerra Mundial, e manifestava que os melhoramentos nos custos tendiam a acompanhar a acumulação de experiência na produção.

A guerra e as pressões por grandes volumes de produção, novos produtos e altas tecnologias trouxe muitas outras técnicas para o controle da produção e o planejamento de projetos. Estes incluem o PERT (Project Evaluation and Review Technique) e GPM (Critical Path Method), técnicas extremamente úteis na construção e no desenvolvimento de novos produtos.

A técnica do balanço de linhas foi outra técnica efetiva desenvolvida para distribuir o conteúdo total de trabalho uniformemente entre as estações da linha, de tal maneira que a ociosidade de recursos de cada estação seja mínima.

O êxito na administração da produção gera lucro, e depende sobretudo da "coordenação". A principal dificuldade no trabalho da administração com a explosão do volume entre os anos 1920 e 1960 foi a de coordenar as vendas, os pedidos dos clientes, a engenharia, os equipamentos, os materiais, e os recursos de mão-de-obra necessários. Seu objetivo mais importante era a produtividade. Os administradores da manufatura estavam

constantemente pressionados para produzir um bom retorno sobre os investimentos de capital e alcançar uma melhor produtividade. Mas, as mudanças influem negativamente na eficiência e na lucratividade. E cada fator da produção está sujeito a mudanças. Os produtos, o volume de vendas, o desenho de engenharia de produtos, as especificações, a necessidade de materiais, tudo muda. A administração científica tenta medir, prever, programar, racionalizar e controlar todos estes elementos.

A grande explosão dos conceitos e técnicas administrativas durante as décadas de 1920 a 1960 estavam dirigidas para o controle de todas as variáveis. Assim a natureza básica da profissão de administrador da produção, desde seu começo até 1980 tem sido uma tentativa de estabilizar, sistematizar, simplificar e controlar cada variável.

Muitas outras técnicas novas para o controle e redução da incerteza foram proporcionadas pela Pesquisa Operacional (PO) que se desenvolveu a partir dos anos 40. A (PO) ajudou a manejar os problemas cada vez maiores de prognósticos, coordenação e o controle das operações da manufatura com uma ainda maior combinação de produtos, descentralização geográfica, diminuição do ciclo de vida dos produtos, fábricas distribuídas por muitos países e uma considerável integração vertical.

Este período também foi caracterizado por modestos melhoramentos "passo-a-passo" na tecnologia de equipamentos e processos. Quando o conceito "automatização" começou a tornar-se popular, ela era em geral pouco utilizada, com exceção da indústria de processos contínuos. Mais ocorreram graduais melhorias nos

processos que se produziram durante a guerra, principalmente nos mecanismos eletrônicos e servo. A automatização entrou em cena depois da guerra e de forma acelerada ao final dos anos 50 com "feedback" servo controlado, instrumentação avançada, máquinas de transporte permitindo operações contínuas, livre da necessidade de operadores de máquinas.

A indústria de processos, tais como químicas, papel, vidro e borracha, beneficiadas pelos controles de processos automatizados eletronicamente, começaram a dispensar a intervenção humana nos processos industriais. As indústrias fabricantes de partes e as de montagem foram mais difíceis de mecanizar. Entretanto foi possível mecanizar onde existia um certo grau de repetição, como por exemplo na pintura, soldagem e galvanoplastia.

O uso de máquinas ferramentas controladas numericamente foi um dos principais acertos na indústria de montagem e fabricação de partes. Operadas primeiro por cartões perfurados e mais tarde por controle computacional, estas máquinas aumentaram a precisão e a qualidade dos produtos, permitiram a diminuição do tamanho econômico dos lotes a produzir por meio da troca automático das ferramentas. Diminuíram-se os tempos de produção mediante a combinação num "centro de máquinas" das operações que antes solicitava o movimento das partes entre vários setores. Dado que o custo destas máquinas era astronômico em comparação com as máquinas ferramentas padronizadas e eliminavam as antigas habilidades, demandando outras totalmente novas, sua penetração, apesar de suas enormes vantagens, foi lenta. As máquinas ferramentas controladas numericamente levaram mais de 30 anos para

ser a tecnologia dominante na indústria metal mecânica.

Estes 40 anos (1920-1960) da indústria, foram prejudicados por uma grande depressão e agitação sindical. A depressão foi um fator positivo em um sentido, promoveu a eficiência industrial. A depressão causou a redução de preços, favoreceu a importância da engenharia industrial, a redução de custos, os melhoramentos na produtividade e uma administração industrial agressiva. Os executivos da produção foram os reis da empresa em grande parte deste período de 40 anos: por dez anos quando a sobrevivência dependia de chegar a ser o produtor com menores custos, por cinco anos pela produção na época da guerra e por três anos de demanda insatisfeita que seguiram à guerra.

Mas a situação trabalhista foi outra história. Nesta época de ouro da administração industrial, enquanto novos conceitos, técnicas e ferramentas administrativas estavam surgindo, existia um grande desconforto na força de trabalho. Produziram-se uma série de efeitos violentos e trágicos, em consequência dos milhões de desempregados.

Uma característica positiva deste período da história industrial foram os contínuos esforços provenientes de muitas campanhas para melhorar as relações trabalhistas. Por exemplo, melhoraram as pensões, as garantias de saúde, os procedimentos para prevenir acidentes, a compensação dos trabalhadores e surgiu um departamento de pessoal e de relações industriais muito mais profissionalizado.

Alguns acadêmicos começaram a tentar compreender melhor as relações humanas. Elton Mayo e Fritz Roethlisberger

investigaram estes assuntos. Demonstrou-se que as condições de trabalho podem ser importantes, mas as expectativas sociais e os sentimentos pessoais são mais ainda. O treinamento dos operários e inspetores, o treinamento dos executivos em relações humanas, a participação dos trabalhadores, a participação nos lucros, etc., são muito importantes. Experiências de muitos tipos foram realizadas no fim da década de 50, tal como o trabalho de grupos autônomos. Os administradores e os acadêmicos começaram a investigar soluções radicalmente novas.

Em resumo, o período de 1920-1960 foi um período de progresso, principalmente orientado para a melhoria dos mecanismos de coordenação e controle, mas com modestas realizações tecnológicas. Os administradores da manufatura estavam desvinculados dos aspectos trabalhistas, mas pelo menos em alguns aspectos começaram a enfrentar sua herança de pouca relação com os empregados e a apoiar isoladamente, mas determinadamente os esforços otimistas para melhorar a sociedade industrial.

2.1.5 - Duvidando dos Fundamentos da Administração Industrial (1960-1980)

Nos 20 anos deste período a liderança industrial americana foi colocada seriamente em dúvida. Primeiro por uma crescente incapacidade para competir nas indústrias automobilística e do aço. Segundo, o fluxo de importações produziu problemas similares em outras indústrias tal como a de maquinaria elétrica,

a de máquinas ferramentas, a de equipamentos têxteis e a indústria de artigos eletrodomésticos, principalmente de equipamentos de som e TV.

Em 1980 existiam muitos indicadores de que a manufatura tinha entrado em colapso. Na imprensa especializada, escrevia-se muitos artigos em relação ao "mal estar industrial" e a necessidade de "reindustrialização" "2". O pior é que os japoneses e muitos outros administradores estrangeiros estavam derrotando à indústria norte americana, não só através da mão-de-obra mais barata (o qual poderia ter sido facilmente compreendido), mais também com melhor esforço e cooperação dos trabalhadores. Eles tinham melhores sistemas administrativos para a programação e o controle da produção, faziam melhor uso da antiga e nova tecnologia de processos, tinham sistemas de controle da qualidade infinitamente superiores, melhores procedimentos e atitudes, melhor comunicação interna, melhores controles financeiros, um fluxo constante de sugestões e idéias dos empregados, trabalhadores mais comprometidos e mais treinados, etc. Eles fizeram uma utilização imaginativa do computador, excelente aplicação das técnicas de pesquisa operacional, sistemas muito disciplinados de manutenção preventiva, importantes benefícios para os empregados e uma total segurança no trabalho, um baixo inventário de produtos em processos, etc.

Os japoneses aperfeiçoaram algumas técnicas existentes como o controle estatístico da qualidade e o uso de padrões em engenharia, e eliminaram outras, como o tradicional uso de grandes inventários de produtos em processo "27". Em todo caso ficou

demonstrado que o Know-How da indústria manufatureira americana, já não era uma importante arma competitiva no campo mundial.

2.2 - Orientação Atual da Manufatura (década de 1980)

Nas décadas de 1960 e 1970 as empresas americanas perderam muito mercado em muitas indústrias. Quando se aguçou a competição e os competidores estrangeiros fabricaram produtos com menores custos e melhor qualidade, muitos fabricantes não quiseram reconhecer que o problema não era causado apenas pelo menor custo da mão-de-obra estrangeira. Não foi tomada nenhuma ação corretiva. Finalmente, não muito antes de 1980, o problema estava tão nítido que animou uma resposta enérgica e determinada. Este reconhecimento apenas produziu-se depois de amplas análises das técnicas de fabricação japonesas, os quais demonstraram alguns desajustes da administração manufatureira americana "2,27,46".

Para a maioria estes desajustes provinham da excessiva ênfase na "produtividade". As empresas formaram comitês de produtividade, departamentos de produtividade, laboratórios, etc. Formaram-se três instituições nacionais relacionados com a produtividade e dúzias de artigos em relação à produtividade começaram a aparecer na imprensa especializada.

Dentro da empresa regressou-se ao básico. Os departamentos de engenharia industrial foram reestabelecidos, reestruturaram-se os padrões de trabalho e os "lay-outs" e os métodos de manejo de materiais foram estudados e melhorados. Além disto, foram investigadas todas as formas de desperdícios e

Ineficiências. Na qualidade, também voltou-se ao básico, com as antigas ferramentas de controle estatístico da qualidade e as cartas de controle e de processos. As empresas tinham a convicção de que "os altos investimentos são o resultado, em lugar da causa do crescimento da produtividade" *.

Entretanto, até agora, parece que pouco tem sido logrado para restabelecer a competitividade. A indústria regressou aos antigos instrumentos-chaves e estes tentavam maximizar a produtividade mediante o uso dos conceitos de engenharia industrial e técnicas de coordenação e controle, tal como foi realizado durante os 40 anos da idade de ouro.

A premissa é que a racionalização, a padronização, os altos volumes, a estabilidade, a produção em grande escala e o estreito controle e coordenação restauraram a produtividade industrial e o crescimento, o qual por sua vez restabelecerá a competitividade e trará um renascimento industrial. Entretanto estas premissas são muito questionáveis "30".

Claramente, necessita-se uma melhor produtividade. A questão é como obtê-la e se a produtividade é tudo o que se necessita. Tal argumento não considera o fato de que o equipamento de capital é antigo, que se têm fracassado em investir ousadamente, ou levado vantagem com a nova tecnologia da manufatura. Tampouco se explica o fato que a difusão desta nova tecnologia está avançado muito lentamente. A solução da produtividade não trata as poderosas mudanças nos mercados e a

* Skinner (1985), p. 306.

tecnologia como fatores para encurtar o ciclo de vida dos produtos, nem considera a possibilidade de produzir para clientes especiais, nem diminuir os lotes a produzir, nem uma acelerada marcha de inovações tecnológicas em produtos e processos, e nem o rápido crescimento nos custos dos equipamentos de capital. Tampouco trata os progressivos problemas da força de trabalho.

O curioso, mas não surpreendente fato é que a crise da administração da manufatura tem levado-a aos seus antigos modelos. No início, a primeira função dos administradores da manufatura foi a de coordenação e controle da produtividade. O trabalho consistia em reativar as mudanças na tecnologia, demanda dos clientes, especificação de produtos, processos disponíveis. O objetivo foi a produtividade, uma medida derivada do conceito de que a máxima produção por pessoa, produz o máximo retorno por máquina e um máximo retorno para os proprietários, que voltam a investir em capital mais rapidamente. O pensamento está baseado nos modelos pioneiros que consideram aos administradores da manufatura como guardiões dos ativos de capital e cujo propósito é o retorno de capital para os proprietários.

Assim em retrospectiva, este fracasso não é difícil de entender. O que produziu-se foi a melhor posição competitiva pela mão-de-obra mais barata, combinado com rápidas mudanças tecnológicas e níveis de qualidade nunca antes vistos. O que era necessário para sobreviver com estas novas regras, era uma rápida mudança nos produtos, processos e o uso da nova tecnologia. Além disso, uma reestruturação da manufatura para que chegue a ser um instrumento competitivo e um favorável e ativo pensamento

estratégico com grande inovação e imaginação. Mas a administração da produção, tão conservadora, controladora, gastando suas energias em uma cuidadosa coordenação, não foi capaz de jogar de acordo com as novas regras.

Necessitava-se uma orientação agressiva para adaptar-se às novas condições do meio ambiente. Em realidade, as mudanças que aconteceram, orientadas para a produtividade, eficiência e considerações de curto prazo, estavam 180 graus defasadas com relação as novas regras. Seu pensamento e estilo executivo parecia incapaz para competir com as rápidas reparações necessárias, particularmente uma incapacidade para proporcionar as ideias e a orientação convenientes da alta administração, necessária para fazer grandes e novos investimentos em sistemas de manufatura modernamente estruturados "44".

No capítulo seguinte se discute, alguns modelos de administração da manufatura, que têm como finalidade ajudar a satisfazer os desafios dos novos tempos. Os conceitos sugeridos nestes modelos, estão baseados em que o fim do isolamento dos administradores da manufatura em relação à estratégia empresarial e à alta administração, pode transformar esta função em um instrumento competitivo muito importante.

CAPÍTULO 3

3 - Diferentes Enfoques para o Desenho de uma Estratégia de manufatura

3.1 - Introdução

Desde o importante trabalho de Skinner *, sobre o papel da manufatura na estratégia empresarial, uma crescente quantidade de autores têm feito significativas contribuições na formulação de uma estratégia de manufatura.

O propósito deste capítulo é apresentar os modelos de alguns autores e criticá-los. A escolha dos modelos deve-se fundamentalmente a que enfocam o problema desde ângulos diferentes, permitindo com isto, que se aborde uma maior quantidade de conceitos relacionados com o papel da manufatura dentro do âmbito estratégico empresarial.

3.2 - O Modelo de W. Skinner

3.2.1 - Introdução

A idéia de Skinner "48", é que a alta administração da empresa deve administrar o sistema de manufatura. Ele critica o

* Skinner (1985), cap.2

modo como alguns altos executivos e gerentes de produção consideram o sistema de manufatura, ou seja, com tendo objetivos prioritários a produtividade e os baixos custos. Este enfoque não contempla as dimensões tempo e satisfação do cliente, de tal forma que uma planta altamente eficiente pode ter um desempenho medíocre, em relação à outra planta da mesma indústria não tão eficiente, por que a estratégia que segue cada uma é diferente.

O propósito da manufatura, afirma o autor, é servir a empresa, satisfazer suas necessidades para sua sobrevivência, lucratividade e crescimento. A manufatura é parte do conceito estratégico que relaciona os pontos fortes e recursos da empresa, com as oportunidades que se apresentam no mercado. Cada estratégia cria um única missão da manufatura. A capacidade da gerência de manufatura para cumprir esta missão ou objetivo, é a medida primordial para o êxito competitivo da empresa.

Com bastante frequência a alta administração não toma conhecimento da relação entre as decisões de manufatura e a estratégia da empresa. Como consequência disto, delegam uma excessiva quantidade de decisões de manufatura aos gerentes desta área, que possuem um conceito técnico da manufatura, e estão, portanto, preocupados com a produtividade e os baixos custos. Têm um limitado e às vezes, inclusive, um errôneo sentido das necessidades do mercado e da estratégia empresarial. Por este motivo, o autor sugere que seja a alta administração a responsável em definir as políticas de manufatura e apenas quando estas estejam formuladas poderão os técnicos ou experts na manufatura realizar seu trabalho, pois terão a orientação necessária para que

seu trabalho seja eficaz.

3.2.2 - O Processo de Determinação das Políticas de Manufatura

A figura 3.1 mostra uma sequência de passos que é muito útil para a determinação destas políticas. Considera-se que uma política de manufatura efetiva deve derivar-se da estratégia empresarial e que o processo de determinação destas políticas, é o meio pelo qual a alta administração pode gerenciar a produção. O uso deste processo pode acabar com o isolamento da manufatura, porque relaciona os altos executivos com o processo produtivo.

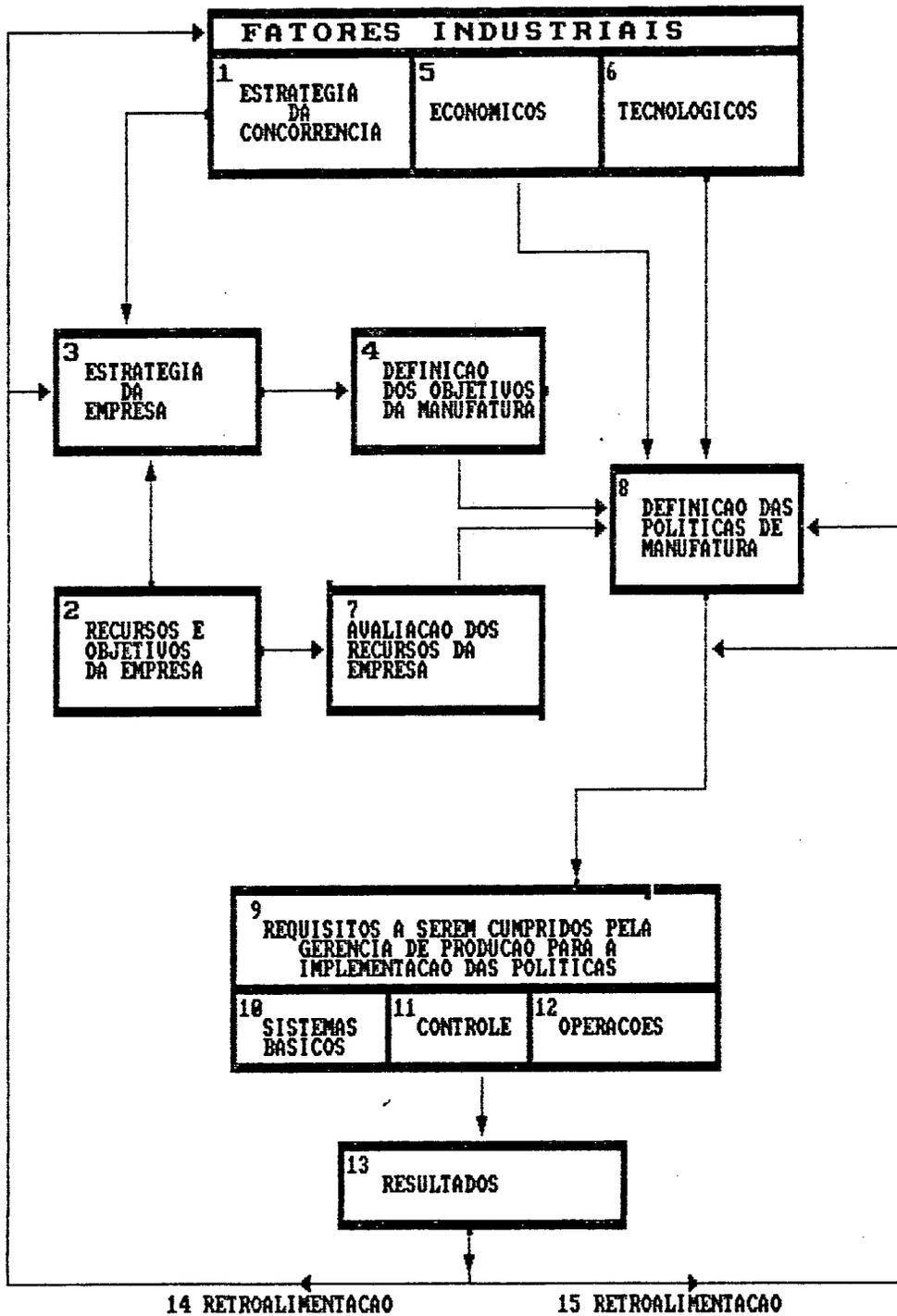
A seguir se explica a sequência necessária para este processo:

1º passo- Análise da concorrência. Examinar como as empresas estão competindo em termos de produtos, mercados, políticas e canais de distribuição. Deve-se estudar a quantidade e tipo de competidores, quais recursos possui, que sistemas utiliza, qual é a sua organização, que estratégia está seguindo, em quais novos produtos ou serviços está trabalhando e além disso devem estar atentos as oportunidades que se apresentam a firma.

2º passo- Definição dos objetivos da empresa e um estudo dos recursos e habilidades que a empresa apresenta.

3º passo- Formulação da estratégia da empresa. Mediante a avaliação conjunta das forças e fraquezas da empresa e uma

FIGURA 3.1



Identificação daquilo que é reconhecidamente seu ponto forte, deve-se decidir qual será a orientação mais conveniente.

4º passo- Definição dos objetivos da manufatura. Neste passo se devem definir os objetivos ou os propósitos ou a missão, em termos de custos, tempos de processo, níveis de qualidade, etc, que deve cumprir a função de manufatura. Estes objetivos derivam-se da estratégia empresarial.

5º passo- Deve-se realizar um estudo das limitações impostas pelo meio econômico e suas possíveis tendências, por exemplo: Como influirá o plano econômico de um novo governo na empresa?

6º passo- Estudar as limitações tecnológicas da indústria e suas tendências. Por exemplo: Como influirá o desenvolvimento vertiginoso dos microprocessadores e equipamentos computacionais na empresa?

7º passo- Avaliação dos recursos e capacitação da empresa. Esta análise têm por objetivo detectar quais são as debilidades e as fortalezas da empresa. Tem-se que considerar os produtos da firma e suas características, a capacidade tecnológica, recursos financeiros, sistemas de informação, etc.

8º passo- Determinação das políticas de manufatura. A pergunta que os administradores devem responder é: dado os fatos e as

tendências econômicas e tecnológicas, como se desenhará um sistema de produção que satisfaça os objetivos impostos à manufatura pela estratégia da empresa?, os administradores devem decidir entre outras coisas: o que se vai comprar e fabricar? Quantas plantas são necessárias? Quais processos e equipamentos devem ser comprados? Quais elementos chaves devem ser controlados e como vão ser controlados? Qual classe de organização será mais apropriada?, etc.

9º passo- Requisitos a serem cumpridos pela administração da manufatura. Exigências a satisfazer para a implementação das políticas de manufatura.

10º passo- Sistemas e procedimentos na manufatura: planificação da produção, técnicas de inventários, uso de padrões, sistemas de salários, etc.

11º passo- Controles de custo, qualidade, tempo.

12º passo- Seleção de fatores operacionais críticos para o êxito, como por exemplo treinamento de pessoal.

13º passo- Resultado: Como foi o desempenho em relação aos objetivos que foram impostos à manufatura?

14º passo- Mudanças que se tem feito nos recursos, equipamentos, etc, da firma. Efeitos na situação competitiva e revisão da

estratégia.

15º passo- Análise e revisão das políticas da manufatura.

3.2.3 - Compensações ("trade offs") no Desenho do Sistema de Manufatura

As variáveis: custo, tempo, qualidade, restrições tecnológicas e satisfação do cliente, limitam o que pode fazer a administração e demandam um reconhecimento explícito de um conjunto de decisões e compensações.

Em cada área de decisão (planta e equipamento, planejamento e controle da produção, etc), a alta administração necessita conhecer as alternativas que estão relacionadas com o desenho do sistema de produção. É necessário estar consciente que a alternativa selecionada é apropriada para satisfazer os objetivos da manufatura, os quais foram determinados pela estratégia da empresa. A seguir mostra-se uma tabela com algumas decisões de permuta que Skinner considera importantes.

Algumas Decisões Importantes na Manufatura

Área de decisão	Decisão	Alternativas
Planta de equipamento	tamanho da planta	uma planta grande ou várias pequenas
	localização da planta	perto dos mercados ou perto das matérias primas
	escolha dos equipamentos	equipamento de propósito geral ou específico.
Planejamento e controle da produção	tamanho do estoques	altos ou baixos
	controle de qualidade	alta confiabilidade e qualidade ou baixos custos diretos.
	uso de padrões	formal, informal ou nenhum
Pessoal	sistema de salários	incentivos, horas extras
	engenheiros industriais	muitos ou poucos
Engenharia de Desenho do Produto	tamanho da linha de produtos	muitos clientes especiais ou poucos
	estabilidade do desenho	muitas ou poucas mudanças
Organização e Administração	classe e organização	funcional, por processo por produto
	grau de risco assumidos	decisões baseadas em muitas ou poucas informações

3.2.4 - Dois Conceitos Importantes

Não se pode completar o pensamento de Skinner sem tratar de dois aspectos fundamentais com respeito à administração da manufatura, os quais poderiam ajudar no balanço competitivo de muitas empresas. Nos itens anteriores se expôs que era fundamental estruturar políticas de manufatura básica e serviço de apoio, de tal maneira que eles apontem para um objetivo explícito de manufatura, em lugar de muitos objetivos implícitos, inconsistentes e conflitantes. Entretanto, dois aspectos funcionais são também importantes para Skinner e serão tratados a continuação. O primeiro, é que considera para cada planta apenas um limitado, conciso e manejável conjunto de produtos, tecnologias, volumes e mercados. O segundo, é que considera a eficiência do sistema de manufatura como um todo, não apenas a eficiência da mão-de-obra.

1.- O Conceito de uma Planta Dentro da Outra

Conforme Skinner *, uma fábrica que considera apenas um reduzido composto de produtos para um campo particular do mercado, terá melhor desempenho que a planta convencional. A fábrica convencional produz uma grande variedade de produtos para numerosos clientes em muitos mercados, demandando por este motivo o desempenho de uma multiplicidade de objetivos da manufatura,

* Skinner (1985), cap.6

todos a serem realizados por um conjunto de ativos e pessoas. Sua realidade são as "economias de escala" e menores investimentos de capital. O resultado disto normalmente é uma confusão de compromissos, altas despesas gerais, e uma organização de manufatura que está constantemente sendo criticada pela alta administração, marketing e clientes.

As plantas de propósito específico em mudança, por causa de que seus equipamentos, sistemas de apoio e procedimentos, podem concentrar-se em um número limitado de objetivos para um conjunto de clientes. Seus custos e especialmente suas despesas gerais serão menores do que as das planta convencional. Mas, o mais importante, é que tal planta pode chegar a ser um instrumento competitivo porque está dirigida a atingir o objetivo particular demandado pela estratégia da empresa.

Apesar de suas vantagens, plantas de propósito específico praticamente não existem. Elas baseiam-se no princípio de que a simplicidade, experiência e homogeneidade dos objetivos geram competitividade. Isto pode produzir um sistema de manufatura que realiza um limitado número de atividades, mas as realiza bem. A manufatura de propósito específico deve ser derivada da estratégia empresarial, que está explicitamente definida e que tem seu fundamento no plano de marketing. Deste modo, a escolha da orientação da produção, não pode ser feita independentemente pelo pessoal da manufatura. Tem que ser o resultado de uma análise dos recursos, pontos fortes, debilidades, etc.

Entretanto, este conceito de planta de propósito

específico, parece requerer maiores investimentos em novas plantas, novos equipamentos e novas ferramentas. Por exemplo, se a empresa está atualmente envolvida em cinco diferentes produtos, tecnologias, mercados e volumes, necessitará de cinco plantas, cinco conjuntos de equipamentos, cinco tecnologias e cinco estruturas organizacionais? A resposta provável é sim. Mas a solução que apresenta o autor não é considerar a venda da fábrica multipropósito e descentralizar-se em cinco pequenas instalações. A solução que propõe é o conceito de uma planta dentro da outra, na qual a instalação existente será dividida física e organizacionalmente, neste caso, cinco plantas dentro de uma planta.

II. - O Fenômeno da Produtividade

Skinner "44" afirma que as empresas americanas estão considerando o caminho errado para tentar recuperar sua posição competitiva. Eles tem organizado programas redutores de custos que estão praticamente orientados para o melhoramento da eficiência da mão-de-obra direta e não criam uma estratégia de manufatura coerente com a estratégia da empresa. O autor afirma que estes programas estão destinados a fracassar pois os administradores têm compreendido mal a natureza do desafio competitivo. O pior, é que incorrem em enormes custos de oportunidade ao abordar o assunto desde um ponto de vista de curto prazo, prejudicando uma estratégia agressiva de manufatura. Além disso, os administradores pressionados a maximizar a produtividade, resistem

à inovação. Eles estão preocupados com o desempenho dos custos semanais. Uma inovação que conduza a uma redução do tempo de processo, por exemplo, mas que não esteja de acordo com os resultados que eles estão considerando, provavelmente não será implementada.

Outro aspecto que se vê prejudicado com estes programas, é o relacionamento com os operários. Quem deseja trabalhar em um meio onde se diz o que fazer e como fazê-lo. Onde se controlam os minutos e as vezes os segundos que se demora em realizar uma operação e supervisiona-se bem de perto para evitar qualquer ineficiência.

Vê-se também afetado com estes programas, os investimentos nas novas tecnologias de processos e equipamentos. A lenta adoção de tais tecnologias de manufatura como CAD/CAM, robôs, sistemas flexíveis de manufatura e outros, devem-se em grande parte a que estes investimentos muito provavelmente diminuiriam a produtividade na etapa inicial de sua implementação.

O autor conclui que deve-se abandonar a produtividade como objetivo principal, pois além do anterior, na manufatura se observa a regra 40, 40, 20. Aproximadamente 40% de recurso competitivo provêm do desenho das políticas de manufatura, outros 40% das novas tecnologias de manufatura e apenas uns 20% repousa nas melhorias da produtividade.

3.2.5 - Críticas ao Modelo

Este autor define a estratégia da empresa como "um

conjunto de planos e políticas pelas quais uma empresa tenta obter vantagens sobre seus competidores. Uma estratégia inclui planos para produtos e seu marketing para um conjunto particular de clientes". Além disto, ele acrescenta que "o que não é sempre compreendido é que diferentes estratégias de marketing originam diferentes demandas à função de manufatura da empresa".

Da leitura do modelo e do citado anteriormente, pode-se concluir que a alta administração da empresa considera a manufatura como uma função de apoio e fortalecimento da posição competitiva da empresa. A contribuição deriva-se e é determinada pela estratégia global da empresa, que está orientada para os produtos e mercados. Entretanto, a função de manufatura em si, é considerada apenas como suporte à estratégia da empresa e não está ativamente envolvida na sua formulação.

Esta realização, orientada para o mercado, para a estratégia comercial, tem seus pontos fracos. Uma definição sobre a nova estratégia da empresa, com orientação para o mercado, não é certamente o único guia nem necessariamente o melhor. Se a força de uma empresa limita-se à sua capacidade de marketing, então faz sentido procurar novas oportunidades por via da sinergia de mercado. Mas se outras áreas estratégicas e outros recursos são fatores chaves do êxito, por exemplo a tecnologia ou as instalações do processo de produção, então será conveniente adotar diferentes estratégias competitivas.

A síntese é que qualquer modelo de estratégia empresarial, unicamente direcionado para o mercado, é apenas um modelo parcial. Existem certamente outras dimensões que podem ser

tão o mais importantes do que o mercado, para definir a expressão estratégica. Antes de decidir qual é a orientação mais conveniente, uma empresa deve analisar os elementos requeridos para o êxito. O caminho resultante poderá apresentar uma forte orientação para o mercado, com alto grau de sinergia do mercado, mas frequentemente uma orientação tecnológica ou de produção será o caminho à seguir.

Quando se segue uma estratégia de marketing, a empresa procura ter uma vantagem, uma característica especial em seus produtos como peças, canais de distribuição, publicidade, disponibilidade, empacotamento, garantias e outros fatores. Entretanto, existem outras maneiras de competir como a flexibilidade do produto, o que significa que pode-se satisfazer pedidos de produtos especiais ou introduzir rapidamente novos produtos; a flexibilidade do volume, com o qual se é capaz de desacelerar ou acelerar rapidamente a produção. Outra maneira de competir é mediante a confiabilidade na entrega, pessoal contente, qualidade, etc, que podem ser obtidos por meio das novas tecnologias de manufatura.

3.3 - O Modelo de Hayes e Wheelwright

3.3.1 - Introdução

Os autores apresentam este modelo "24,25" que explica de que maneira o uso do ciclo de vida do processo, pode ajudar a empresa a eleger várias opções de manufatura e marketing.

Usando o conceito de "matriz produto-processo", eles mostram como uma determinada posição da empresa nesta matriz, reflete suas pontos fortes e processos e discutem as implicações para a estratégia empresarial.

Posteriormente examinam os possíveis efeitos na empresa produzidos por mudanças em seus produtos ou processos produtivos. Exploram diferentes tipos de crescimento para mostrar como eles afetam a manufatura e o marketing, incluindo nas opções que se apresentam à empresa.

3.3.2 - A Matriz Produto-Processo

Os autores deste modelo sugerem que separando-se o conceito de ciclo de vida do produto, de um relacionado mas diferente fenômeno que dominam o "ciclo de vida do processo", pode-se facilitar o entendimento das opções estratégicas disponíveis para uma empresa particularmente considerando sua função de manufatura.

Tal como um produto e mercado passam por de uma série de estados, o mesmo acontece com o processo de produção utilizado na manufatura deste produto. A evolução do processo normalmente começa como um processo altamente flexível, mas não muito eficiente com respeito aos seus custos (produção sob encomenda), continua para um processo que vai aumentando seu grau de padronização, mecanização e automatização, até culminar em um muito eficiente, mas muito mais intensivo em capital, interrelacionado e muito menos flexível que o processo inicial

(fluxo contínuo).

Usando a matriz produto-processo, Fig. 3.2 os autores sugerem uma maneira de representar a interrelação dos estados do ciclo de vida do produto com os do ciclo de vida do processo.

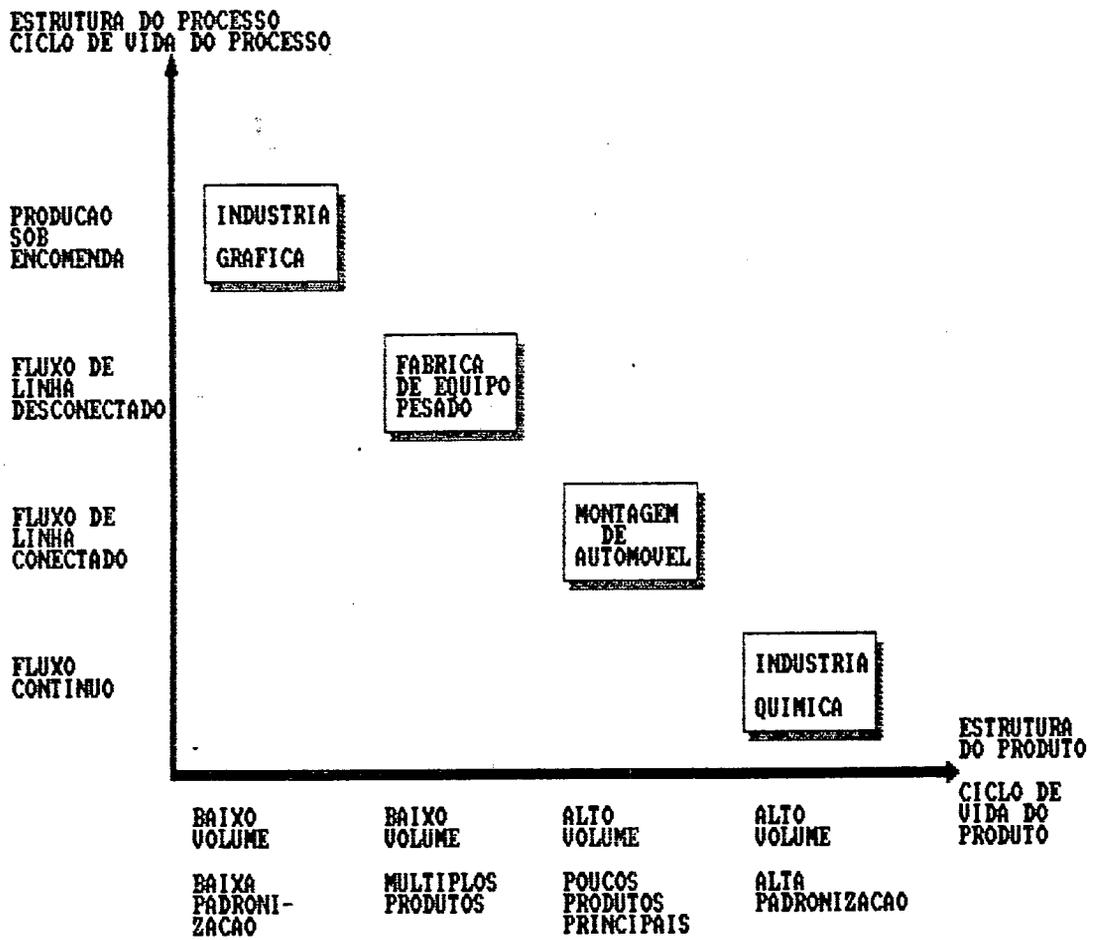
As linhas desta matriz representam os estados principais através da qual um processo de produção tende a passar. As colunas representam as fases do ciclo de vida do produto, começando desde uma grande variedade associado com a introdução até culminar num produto altamente padronizado.

Uma empresa pode estar localizada em uma região da matriz em função do estado do ciclo de vida do produto e sua escolha do processo de produção para este produto. Assim por exemplo, para um produto como um automóvel ou eletrodoméstico, uma empresa escolherá fazer poucos modelos, usando um processo de produção conectado e relativamente mecanizado. Tal processo relaciona as exigências do ciclo de vida do produto que a empresa fabricante de automóveis deve satisfazer com as economias disponíveis de um processo padronizado e automatizado.

Nesta figura nenhuma empresa se localizará nos cantos superior direito e inferior esquerdo. O primeiro simplesmente por não ser econômica e o segundo por ser inflexível demais para tais exigências.

Quando certa classe de estrutura do produto se relaciona com a sua "natural" estrutura do processo, a empresa situa-se na diagonal. Mas uma empresa pode buscar uma posição fora da localização natural como estratégia competitiva. Um exemplo é o caso da Roll-Royce, que fabrica uma limitada linha de automóveis

FIGURA 3.2



utilizando um processo que é mais parecido a um setor de usinagem do que uma linha de montagem.

Como poderia supor-se, quanto mais desviada da "posição natural" estiver a empresa, mais diferente será de seus competidores. Isto pode ou não torná-la mais vulnerável ao ataque de seus competidores. Tudo dependerá do êxito ao tentar explorar as vantagens deste campo.

Os autores deste modelo, afirmam que a incorporação deste modelo no planejamento estratégico, ajuda a pensar de maneira mais criativa em relação a competitividade. Também, afirmam que pode conduzir a uma predição mais informada em relação às mudanças que provavelmente ocorrerão numa indústria particular e as considerações estratégicas que poderiam seguir-se em resposta a tais mudanças. Finalmente, fornece uma maneira natural de incluir os gerentes de produção no processo de planejamento, de tal forma que eles possam relacionar suas oportunidades e decisões mais efetivamente com as estratégias de marketing e os objetivos empresariais.

3.3.3 - Três Conceitos Importantes

1. - A Competição Diferenciada

Estes autores afirmam que a maioria dos executivos pensam que suas empresas são boas em relação aos seus competidores em certas áreas, tais como: marketing, produção, desenho do

produto e tentam evitar a competição nas outras. Seu objetivo é manter esta competição diferenciada e explorá-la. Entretanto, os administradores se preocupam demais com os aspectos de marketing, perdendo de vista o valor das capacidades da manufatura. Quando isto acontece, determinam a estratégia apenas em termos do produto e mercados dentro do contexto do ciclo de vida do produto. Com efeito, os administradores concentram seus esforços de planejamento e seus recursos nas colunas da figura 3.2. A vantagem, do ponto de vista bidimensional, é que permite que uma empresa possa ter uma melhor precisão de sua competição diferenciada e concentrar sua atenção em um restrito conjunto de decisões de processos, tanto como um estreito conjunto de alternativas de marketing. Reduzindo o campo de atividades da empresa e as atividades da manufatura, pode incrementar as possibilidades de êxito da organização.

II. - Efeitos da Posição

Quando uma empresa considera diferentes combinações de produtos e processos a sua integração determina as tarefas críticas. Em relação à estrutura do processo, a vantagem competitiva chave de empresas que produzem sob encomenda é a flexibilidade do produto e volume. À medida que nos dirigimos para processos mais padronizados, a ênfase competitiva muda para os custos. Uma sequência similar de estratégias competitivas ocorre quando uma empresa se move ao longo da estrutura do produto. Uma empresa pode escolher uma estratégia de marketing ou

produto que lhe dá uma maior ou menor amplitude na linha de produtos, em relação aos seus principais competidores.

Para um dado "mix" do produto, uma empresa cuja estratégia competitiva baseia-se na qualidade ou no desenvolvimento de novos produtos, poderia escolher um sistema de produção bem mais flexível do que escolheria um competidor que possui a mesma estrutura de produtos, mais segue uma estratégia de diminuir custos. Alternativamente, uma empresa que elege uma determinada estrutura de processo, reforça as características desta estrutura, adotando a correspondente estrutura de produtos.

Os administradores que escolhem competir principalmente no lado superior esquerdo, têm que decidir quando abandonar um produto ou mercado. Para os administradores que elegem competir no lado inferior direito, a decisão importante é quando entrar no mercado. Neste último caso, a empresa pode observar o desenvolvimento do mercado e não tem tanta necessidade de flexibilidade como as empresas que se posicionaram no lado superior esquerdo, posto que as mudanças de produtos e mercados normalmente ocorrem menos frequentemente durante as últimas fases do ciclo de vida do produto.

III. - Organização das Operações

Se a administração leva em consideração a estrutura do processo em sua orientação estratégica, pode considerar suas unidades operacionais de forma holística. Por exemplo, muitas empresas enfrentam o problema de como organizar a produção de seus

produtos secundários. O aumento do volume do produto principal pode fazer a empresa dirigir-se para baixo de seu ponto natural, mas a demanda de produtos secundários pode requerer uma combinação da estrutura de produtos e processos mais para o canto superior esquerda da matriz - existem mais itens a serem fabricados (cada um em menor volume) e o processo apropriado tende a ser mais flexível, o que pode ser o caso para o produto principal.

A eleição da estrutura de produtos e processo determina os problemas de manufatura que serão importantes para a administração. Também as medidas utilizadas para avaliar o desempenho da manufatura da empresa, devem refletir a posição selecionada na matriz, tais medidas devem ser consideradas com as estratégias empresariais.

Tal orientação ajuda a empresa a evitar a perda de controle sobre a manufatura, que frequentemente resulta quando um conjunto padrão de mecanismos de controle se aplicam a todos os produtos e processos. Além disso sugere a necessidade de diferentes tipos de administração e administradores, dependendo dos objetivos principais da manufatura e sua maneira competitiva dominante.

Se uma empresa é suficientemente grande, provavelmente vai produzir múltiplos produtos para vários mercados. Estes estão frequentemente em diferentes estados do ciclo de vida do produto, entretanto, para que tais operações tenham êxito, uma empresa deve organizar sua manufatura para satisfazer da melhor maneira as necessidades de cada produto.

3.3.4 -Efeitos das Mudanças do Meio sobre a Empresa

Se nada mudasse no mundo, a estrutura da matriz produto-processo poderia ser um interessante modelo para a formulação de uma estratégia empresarial, entretanto o mundo real é dinâmico. Os mercados estão evoluindo e amadurecendo, os processos estão passando por mudanças tecnológicas, os preços e os custos apresentam contínuas mudanças.

O impacto de tais forças externas frequentemente modifica a posição da empresa em relação a muitos de seus competidores. Se tais mudanças e suas implicações são ignoradas, o resultado pode ser uma série de grandes problemas internos, dos quais dois são discutidos a seguir.

1. - Dois Problemas Internos Importantes

O primeiro problema consiste na deterioração da coordenação e do entendimento mútuo entre as funções de marketing e produção, e o segundo se apresenta quando uma ou ambas funções perdem seu sentido de orientação.

A matriz produto-processo proporciona um excelente meio para compreender porque estes problemas ocorrem e como eles podem ser minimizados. Mesmo que uma empresa seja firmemente orientada e coordenada, qualquer mudança na posição relativa de seus produtos ou processos produtivos, tendem a colocá-la nestas duas classes de perigos.

Um nítido exemplo do primeiro problema é quando uma

empresa automatiza seu processo produtivo sem considerar os problemas que tal automatização poderá causar à organização de marketing. Isto também poderá prejudicar a sua capacidade para competir tão efetivamente como as empresas que têm planejado melhor as mudanças em suas estruturas de produtos e processos.

Um exemplo do segundo problema - a perda de orientação de alguma das funções - se apresenta quando uma linha de produtos padronizados de uma determinada empresa começa a ser desafiada por outra, por uma empresa mais orientada para o marketing que busca segmentar o mercado e satisfazer cada segmento com produtos especializados. Quando a empresa responde expandindo sua própria linha para oferecer produtos especializados, se depara com seu processo de produção para altos volumes e para produtos padronizados. Este processo não é econômico para volumes menores e não pode competir efetivamente com as outras empresas que têm seus processos adaptados para um determinado volume e uma padronização específica dos produtos, adequados aos diferentes segmentos do mercado.

O conceito da matriz pode explicar as causas de muitos fracassos em empresas previamente saudáveis e pode ajudar a planejar o produto e mudar o processo. Visto que o planejamento para o crescimento concentra a atenção dos administradores tanto no produto como no processo, o crescimento será discutido a seguir.

II. - Planejamento para o Crescimento

As empresas podem crescer de quatro maneiras. Desde o tipo mais simples ao mais complexo, podemos resumí-los como segue:

a) Crescimento Simples

A maneira mais simples de crescimento consiste em aumentar o volume das vendas com os atuais produtos e processos produtivos. Este tipo de crescimento requer condições extremamente estáveis, em termos de competidores e tecnologias. A única mudança que ocorre é no tamanho do mercado. Infelizmente, tais condições constituem mais exceções do que regras. Quando uma empresa se limita a uma restrita atividade de produtos e processos, mudanças periódicas ocorrem nos mercados e na tecnologia.

A empresa deve tomar dois tipos de decisões. A primeira relaciona as estratégias de entrada e saída para um mercado específico, e a segunda a estratégia que deve utilizar a empresa quando está participando neste mercado. A seguinte matriz é útil para estudar o primeiro tipo de decisão:

Combinação de Estratégias de Entrada e Saída com as fases de desenvolvimento do produto

Momento de Entrada		Momento de Saída	
		Maturidade	declínio
Rápido crescimento	ID erro	IC eficiente padronizado alto volume	
Introdução	IA inovativo flexível	IB início flexível, mudar a padronização e alto volume	

Como se mostra neste quadro, os quatro segmentos da dimensão produto-mercado da matriz podem ser usados para representar a combinação de estratégias de entrada e saída disponíveis para a empresa.

Até pouco, a estratégia B era considerada "normal" ou mais desejável. O modelo de uma empresa bem sucedida era aquele em que se desenvolvia um novo produto que chegava a ser a base para uma indústria importante. Esta estratégia pode ser perigosa para a empresa, especialmente quando a indústria amadurece rapidamente. Normalmente as mesmas pessoas que administram a produção do novo produto são as encarregadas de administrar sua evolução. O tipo de processo produtivo, o nível de investimento de capital, as habilidades de marketing, os canais de distribuição, etc, devem passar por profundas mudanças em um espaço de tempo relativamente pequeno.

A estratégia C é particularmente favorável para grandes empresas cujo sistema de produção está desenhado para volumes altos e produto estável. Estas empresas podem explorar seus poderosos canais de distribuição, sua experiência em publicidade, seu fácil acesso aos mercados de capitais.

A estratégia A é considerada atrativa para as empresas que não preferem competir nos negócios de altos volumes e pequenas margens, e também para muitas empresas altamente diversificadas cujos administradores consideram seu trabalho como o de administrar um portfólio de ativos. Os administradores de tais empresas desejam usar o fluxo de caixa dos produtos para financiar o crescimento de produtos que estão nas etapas iniciais de seu ciclo de vida.

A estratégia D, de entrada tardia e abandono prematuro, provavelmente nunca é seguida intencionalmente, visto que não há tempo suficiente para colher as recompensas necessárias para

Justificar o investimento inicial.

A. Entra-se na fase de introdução e quando se estabiliza a tecnologia (restringindo as margens de lucro) e as grandes empresas que seguem a estratégia C começam a aparecer, abandona-se este produto e tenta-se explorar a flexibilidade superior e a habilidade tecnológica da empresa na fase de introdução de alguns produtos novos.

B. Entra na fase de introdução e cresce com a indústria, cobre todo o ciclo de vida do produto.

C. Espera que o produto atinja algum grau de estabilização e processo e então entra na indústria, desta maneira pode explorar de melhor forma seu sistema de produção em massa, distribuição e recursos de marketing.

D. Segue as empresas tipo C na entrada, mas quando esta fracassa ao alcançar uma posição dentro do mercado, conseqüentemente escolhe retirar-se sem obter um adequado retorno de seu investimento.

Quando uma empresa seleciona uma estratégia de entrada e saída para o mercado, a administração deve selecionar uma estratégia para o desenvolvimento de seu produto e processo.

Normalmente uma indústria tende a ir para baixo na diagonal da matriz produto-processo, as empresas também progridem

para baixo pela diagonal, mas seus movimentos normalmente apresentam uma série de passos horizontais e verticais; isto é, as empresas tendem a realizar apenas um tipo de mudança por vez, seja na estrutura de produtos ou na mudança da estrutura do processo. O tamanho e a frequência destes passos são ditados mais pela taxa de maturação do produto e a inovação tecnológica do que pelos desejos da empresa.

Mantendo-se numa posição na parte de cima da diagonal, a empresa apresentará maior flexibilidade para mudar rapidamente produtos, volumes de produção e processo, e reduzirá as necessidades de capital da empresa. Entretanto, isto a tornará vulnerável aos seus competidores, que podem reduzir seus preços, oferecer maior confiança na entrega, etc.

Se o ciclo de vida do produto se dirige muito rapidamente rumo a menor variedade e produtos padronizados, tais empresas podem perfeitamente encontrar-se mais acima da diagonal, com plantas antigas, obsoletas, ineficientes, de custos altos e desnecessária flexibilidade do produto e volume.

Não é necessariamente obrigatório para uma empresa tentar uma posição mais abaixo na diagonal. O correto desta estratégia dependerá da rapidez da evolução do produto em relação ao seu ciclo de vida. Um movimento vertical para baixo na dimensão do processo implica uma redução no seu custo por unidade, mas um incremento no seu investimento de capital e ponto de equilíbrio. Enquanto não se produzam mudanças importantes no desenho dos produtos, ou nos volumes de cada produto de sua linha, uma empresa pode alcançar uma significativa vantagem competitiva

de tal decisão.

Consequentemente, ao procurar manter uma posição na parte de baixo da diagonal, a empresa pode ver-se (com suas instalações e sua manufatura em geral) em uma situação na qual é difícil responder às mudanças do mercado que usualmente acompanham o movimento do ciclo de vida do produto. Mais ainda, se o produto progredir muito rapidamente, a empresa pode não receber o retorno esperado de um investimento no aumento da mecanização. Uma empresa também tem que proteger-se contra a possibilidade do ciclo de vida do produto mudar sua direção depois que se estava dirigindo para um processo de produção mais padronizado.

Um aspecto final do movimento na dimensão produto e processo da matriz, que é particularmente relevante para o planejamento do crescimento simples de uma empresa, é o conceito de aprendizagem. Algumas empresas tem utilizado a curva de aprendizagem (que argumenta que o custo dos produtos declina a uma taxa constante cada vez que o volume de produção duplica), como base para sua estratégia competitiva.

O processo de ciclo de vida do produto (movendo-se horizontalmente através da matriz), poderia prover numerosas oportunidades de redução de custos, através de redesenho do produto, desenvolvimento de melhores matérias-primas e peças, incrementos no volume de vendas, utilização de canais de distribuição menos custosos e o fato de que através do tempo a organização aprende a realizar melhor o seu trabalho.

Similarmente, um movimento vertical para baixo na matriz, proporciona outras oportunidades de redução de custos, por

meio das economias de escala, melhorias na tecnologia de manejo dos materiais, melhores ferramentas e equipamentos, redução dos custos da mão-de-obra mediante a automatização. O que denomina-se curva de experiência é simplesmente a combinação destes dois aspectos, que dá como resultado um movimento para baixo na diagonal da matriz. em outras palavras, a curva de experiência descreve a melhoria total em unidades de custos obtidos, combinando a evolução do produto com a evolução do processo.

Uma empresa que segue a estratégia de permanecer na posição "natural" (na diagonal da matriz), pode alcançar taxas maiores de aprendizagem da que aquelas que estão acima dela, mas menores do que aquelas que estão abaixo.

Uma empresa que prefere seguir uma estratégia sobre a posição natural da diagonal, limitará suas oportunidades de redução de custos, de tal maneira, que quando consegue um certo nível de padronização do produto, pode ser capaz de reduzir seus custos unitários a um valor de apenas uma porcentagem do valor anterior, cada vez que o seu volume duplica. Entretanto, preserva sua flexibilidade, o qual lhe permite seguir rapidamente os movimentos do mercado, e também limitará seu investimento de capital.

Uma empresa que elege seguir uma estratégia mais abaixo de sua posição natural, poderá alcançar maiores reduções de custos do que aquelas que estão na posição natural. O perigo desta estratégia é que aquelas reduções de custos podem fazê-la muito inflexível às mudanças do produto.

b) Crescimento da variedade de Produtos

Tal crescimento pode ocorrer de duas maneiras:

- Acrescentando mais produtos mantendo os atuais. A adição de novos produtos, combinado com uma resistência a diminuir os atuais, representa uma mudança para a esquerda na dimensão produto da matriz. O marketing acredita que "o bom serviço" requer a "linha completa". A manufatura pensa que as vendas podem contribuir a ratear os gastos indiretos e custos fixos.

- Acrescentando características especiais à atual linha de produtos padronizados. Tal expansão do produto também apresenta um movimento na matriz para a esquerda, que vai contra a corrente que prevalece no ciclo de vida do processo, o qual assume uma contínua padronização do produto. O risco de tal proliferação de produtos, é que pode causar uma pressão demasiada na estrutura e no processo produtivo dos produtos. Para evitar tais problemas, a administração deve acrescentar seletivamente seus produtos e adequar as instalações, a estrutura organizacional e os procedimentos organizacionais.

c) Integração Vertical

Os problemas que as empresas frequentemente encontram quando elas se integram verticalmente, ainda no caso mais simples onde elas começam fabricando uma parte que compravam de algum

fornecedor, podem ser significativos. O que naturalmente se considera não é simplesmente uma expansão do processo da empresa, mas a produção de um novo produto que pode ser um ponto muito diferente na matriz.

Em outras palavras, a empresa terá que pensar em termos de uma matriz adicional para este componente ou matéria-prima e desenvolver estratégias que são muito diferentes daquelas desenvolvidas para o produto original. Se isto não acontecer, a empresa pode produzir a nova parte com um processo e uma estrutura organizacional completamente inadequados.

d) Novos Mercados

Se a empresa pode evitar a proliferação de produtos, a expansão do mercado pode simplesmente implicar um incremento no seu tamanho (simples crescimento). Alternativamente, uma empresa pode desejar satisfazer as necessidades individuais dos novos mercados criando uma nova matriz e desenhando uma estratégia separadamente para cada mercado.

Mais comumente, uma empresa se envolve em um novo mercado por causa das pressões para expandir sua linha de produtos, retrocedendo horizontalmente na matriz. Isto gera uma situação que a maioria das empresas consideram difícil de enfrentar, pois a produção e o marketing se encontram com problemas diferentes. O marketing porque está tentando adaptar-se a um novo mercado e a produção porque está tentando adaptar-se a novos produtos.

Na tentativa de estimular a demanda, a empresa entra em um novo mercado ou introduz um novo produto. Este passo é vitorioso no princípio, mas o processo existente é incapaz de satisfazer a complexidade e a escala acrescentada sem investimentos adicionais.

3.3.5 - Críticas ao Modelo

A crítica mais importante a este modelo, está relacionado com o fato dos autores não reconhecerem os benefícios das novas tecnologias de manufatura para a determinação da estratégia empresarial.

Estes autores baseiam-se nas economias de escala, quer dizer, grande quantidade de componentes idênticos deveriam ser mais econômicos quando se produzem em equipamentos automatizados. Os grandes lotes de produção e especificações rígidas tanto no produto como nos processos são essenciais, neste modelo, para os baixos custos de produção e participação no mercado.

Este argumento fazia sentido quando o tempo de ajuste das máquinas era prolongado ou quando os equipamentos deviam ser substituídos para permitir mudar um produto. Entretanto, este argumento não têm validade quando as mudanças têm lugar a grande velocidade, quando a máquina troca automaticamente as ferramentas e os trabalhos a executar.

As novas economias de produção estão baseadas no conceito de economias de "escopo", quer dizer, é tão barato produzir diferentes produtos no mesmo equipamento como o é

produzir apenas um item, ou produzir o conjunto de produtos em equipamentos separados. Em outras palavras com as novas tecnologias de produção não existe grande diferença de custos se são produzidos doze unidades idênticas ou doze unidades diferentes. É viável produzir produtos não padronizados que estão dirigidos para segmentos específicos do mercado possibilitando assim que pequenos mercados possam ser atingidos. No próximo capítulo se ampliará a discussão sobre o impacto destas novas tecnologias.

Para os autores, as compensações chave ocorrem entre o incremento na eficiência, menores custos unitários, maior precisão e mais altos volumes de produção de um lado e flexibilidade da produção de outro. Isto conduz a uma maior especialização do sistema produtivo e conseqüentemente aumento da rigidez. Entretanto, isto não é válido para as empresas que baseiam sua estratégia na tecnologia do Computer Integrated Manufacturing.

3.4 - O Modelo de Gudnason e Riis

3.4.1 - Introdução

Estes autores justificam seu modelo "20" com base na necessidade que as empresas apresentam de adaptarem-se as contínuas mudanças que ocorrem no seu meio. Estas mudanças, principalmente nos mercados, tem levado muitas empresas a competirem fundamentadas na:

- menores e mais confiáveis tempo de processo
- produtividade
- fabricação de produtos não padronizados para clientes especiais
- flexibilidade

Isto requer uma íntima interação entre marketing, desenho do produto e produção, quer dizer, que a produção deve ser discutida em um contexto estratégico. Isto definirá o papel da produção, que permitirá o desenho de um sistema de produção, o qual utiliza os novos e prometedores desenvolvimentos no que se refere a: tecnologias de fabricação, "lay-out" de planta, planificação, controle da produção e aspectos organizacionais.

3.4.2 - O "Papel" da Produção na Estratégia Empresarial

Conforme os autores deste modelo, o papel da produção emerge como resultado da interação mútua entre esta função e as atuais funções que fazem parte de uma firma industrial. Mediante esta interação também surge o papel das outras funções.

Consideram três elementos, que em conjunto constituem o papel de uma função:

- Condições externas: definidas pelas outras funções da empresa e o seu meio externo.
- Restrições Internas: característica de cada uma das funções, como por exemplo, a tecnologia de fabricação disponível para o caso da função de produção.

- Os objetivos específicos, os quais indicam a contribuição de uma função ao alcance das estratégias competitivas globais da empresa.

Mediante o estabelecimento de um diálogo entre as funções se produz um entendimento mútuo entre estas, que tem como finalidade apoiar a estratégia competitiva da empresa, através da definição do papel de cada função, porque isto conduzirá à formulação dos objetivos para o desenvolvimento dos sistemas de produção, marketing e desenho do produto.

3.4.3 - O Desenho de uma Estratégia de Produção

O modelo sugerido por estes autores consiste em que a estratégia de manufaturar seja desenvolvida trabalhando simultâneamente quatro aspectos diferentes:

- A tecnologia de produção
- O lay-out de planta
- O sistema de planificação e controle da produção.
- A organização e outros sistemas gerenciais

Estes quatro conjuntos de variáveis de decisão tratam com diferentes elementos de um sistema de produção e existirá uma estratégia de produção, quando forem desenvolvidas estratégias mutuamente coordenadas para cada um destes conjuntos de variáveis. À seguir descreveremos com algum detalhe cada uma delas:

1. A tecnologia moderna da produção está baseada no desenvolvimento dos computadores e microprocessadores. Os robôs e os centros de máquinas controladas numericamente, estão sendo instalados em uma taxa cada vez maior. Isto conduziu a um dramático incremento na confiabilidade do processo, que por sua vez tem apresentado efeitos no mercado, devido à melhor qualidade do produto e do fluxo de materiais, pois diminuem os defeitos das peças e as quebras das máquinas.

A moderna tecnologia torna possível também a agregação de várias etapas do processo, que com a tecnologia tradicional seriam efetuadas em máquinas separadas, e inclusive em lugares diferentes da fábrica. A quantidade de pessoas envolvidas no processo de uma determinada peça é reduzida significativamente. Isto tem como consequência uma redução das tarefas na coordenação das operações. Outra consequência é a importante redução dos tempos de ajuste das máquinas. Entretanto, a instalação deste moderno equipamento de produção sem considerar as outras variáveis, limitam seus benefícios potenciais.

2. O lay-out da planta tradicional, baseia-se na divisão da planta em seções com funções bem especializadas, tais como corte, estampadas, soldadura, etc. Este tipo de lay-out formentou o desenvolvimento de altas habilidades técnicas em cada seção, mas ao custo de longos tempos de processo e uma complexa tarefa de planejamento e controle.

Considerando a demanda de mercado por prazos de entrega

mais confiáveis e mais curto, e os altos custos de estoques, o desenvolvimento de novos tipos de "lay-out" de plantas são imprescindíveis.

A tecnologia de grupo mostra-se uma importante ferramenta para este propósito. Consiste na definição de famílias de partes que devem ser processadas em uma célula de manufatura, que consiste de um conjunto de máquinas diferentes, capazes de processar uma família de peças desde seu estado de matéria-prima até o produto terminado, pronto para a sub-montagem. O planejamento detalhado da produção é efetuado dentro destas células pelo chefe da seção ou um de seus empregados. Neste enfoque, uma célula de produção é considerada como um ponto de planejamento. No enfoque tradicional, cada máquina constitui um ponto de planejamento. A inclusão de todas as máquinas que são necessárias para a fabricação de uma determinada parte, em uma unidade organizacional, reduzirá significativamente os problemas de interconecção e a necessidade inclusive de incluir estoques intermediários ao longo do caminho percorrido pela peça ou parte. Como resultado, o tempo de processamento pode ser reduzido significativamente e os empregados de cada célula terão uma maior responsabilidade, que normalmente tem como resultado uma forte motivação. Assim, o novo "lay-out" de planta tem um profundo impacto no sistema de planejamento e controle, e na estrutura de comportamento organizacional.

3. Os sistemas de planejamento e controle. Duas profundas mudanças tiveram lugar na década anterior:

a) O tamanho e eficiência dos sistemas computacionais têm aumentado significativamente a quantidade de funções que agora podem ser realizadas pela área de planejamento e controle da produção.

b) A possibilidade de que uma grande quantidade de empregados atue com este sistema via one-line. A nova maneira de diálogo das operações abre novas perspectivas para a área organizacional, permitindo um alto grau de descentralização.

4. A organização e outros sistemas administrativos. A ênfase nos anos recentes tem sido criar trabalhos atrativos. Isto não apenas no aspecto físico dos operários e empregados, mas também no aspecto psico-social. Os administradores têm aceitado o desafio de motivar os funcionários para que façam uso de suas habilidades e criatividade. Isto, por sua vez, implica dar maior responsabilidade aos empregados, tais como controlar as especificações de qualidade e o planejamento e controle detalhado da produção.

3.4.4 - Críticas ao Modelo

Devido às demandas do mercado e às novas possibilidades tecnológicas, estes autores incluem a produção como parte integral da estratégia empresarial, quer dizer, a estratégia empresarial descansa em grau significativo na capacidade da manufatura da empresa.

Mais do que fazer uma crítica ao modelo, deseja-se neste item discutir algumas implicações, expôr algumas dúvidas e propor algumas idéias para complementar o pensamento dos autores.

O fato de que a empresa dê suficiente credibilidade e influência à manufatura, para extrair desta um complexo potencial de oportunidades baseados na produção, não tem muito sentido se os planos da empresa não consideram um horizonte de longo prazo, pois é apenas aqui onde se espera que a competição da manufatura desempenhe um papel significativo, para satisfazer os objetivos estratégicos da empresa. Apenas desta maneira se pode considerar a função de manufatura como um recurso estratégico.

A manufatura também deve complementar sua tradicional forma de avaliação de projetos, com uma considerável quantidade de análise qualitativa, para compensar as limitações inerentes nos dados financeiros.

Uma consideração importante e que não é comentada pelos autores, consiste em que todos os gerentes das funções pares devem ter um alto grau de competência técnica e estar alertas às influências de suas ações sobre a manufatura, principalmente no que se refere ao entendimento da maneira como os produtos, mercados e processos interagem, para serem capazes de administrar ativamente as interações entre as funções. A focalização tradicional para melhorar o desempenho, proporcionando flexibilidade mediante o excesso de capacidade, por exemplo, ou aumentando os estoques de bens acabados, ou reduzindo custos através de melhorias na produtividade, não são agora considerados como a única maneira de proceder. A integração do desenho do produto e capacidade do processo, podem também conduzir a um incremento na flexibilidade.

O fato da manufatura ser incluída como parte integral da

estratégia competitiva da empresa, dá lugar a um feito importante, a empresa procura um balanço de excelência em todas as suas funções, quer dizer, neste modelo a estratégia da empresa deriva-se de um esforço coordenado entre os pares funcionais. Entretanto, pode-se ir muito mais além neste conceito, o da manufatura conduzir a estratégia ao resto da empresa, ou seja, que a ênfase na estratégia empresarial se baseie na vantagem competitiva da manufatura. De fato, algumas empresas consideram sua função de manufatura como uma fonte tão importante de vantagem competitiva que relegam as outras funções a um campo secundário.

Para este nível entretanto, teríamos que fazer algumas considerações adicionais, pois não é suficiente estar alertas exclusivamente ao desenvolvimento da tecnologia, mas também as inovações que se possam realizar na empresa, quer dizer, investir continuamente no melhoramento dos processos, dar importância ao acúmulo dos contínuos processos na tecnologia do processo. Por outro lado, a empresa pode continuar comprando parte de seus equipamentos, mas será importante que produza internamente o suficiente com o objetivo de saber mais que os seus fornecedores naqueles aspectos que são cruciais para o negócio.

Uma das principais áreas para a formulação da estratégia de produção nestes modelos, é a moderna tecnologia de manufatura, por isto, este assunto será abordado com detalhes no próximo capítulo.

CAPÍTULO 4

4. A Tecnologia Industrial como Elemento Competitivo

4.1 - Introdução

Tal como foi exposto anteriormente, Skinner no seu modelo afirma que a estratégia da manufatura se deriva da estratégia competitiva da empresa, a qual tem uma orientação de produto ou mercado. A grande vantagem desta exposição é que todas as decisões de políticas de manufaturas têm implicações estratégicas reafirmadas pelo fato de que estas políticas são decididas pela alta administração da empresa. Evita-se com isto que muitas decisões sobre políticas de manufaturas sejam manipuladas para satisfazer objetivos imediatos, quer dizer colocam-se as decisões de manufaturas de curto prazo ao serviço da estratégia empresarial de longo prazo.

Entretanto, tal como foi exposto na crítica deste modelo, o autor não considera as novas oportunidades que oferecem as novas tecnologias de equipamentos e processos (TEP) para a competitividade das empresas.

Para Hayes e Wheelwright, a TEP move-se conforme o desenvolvimento normal ciclo de vida do produto, desde uma fábrica esboçada para pedidos sob encomenda, com equipamentos de propósito geral, até uma tecnologia desenhada para a produção em massa.

Entretanto, este conceito está se tornando antiquado, a razão disto é que a nova tecnologia dos microcomputadores está subministrando processos que são economicamente flexíveis para uma ampla classe de produtos e volumes.

As implicações que emergem da TEP resultam em uma proliferação de produtos oferecidos e em uma diminuição do tamanho dos lotes produzidos, ou seja, a nova competição se apresenta agora de natureza tecnológica. Mas não é apenas isto. Com os novos equipamentos baseados no microprocessador e as tecnologias de processo como, CAD, CAM, controle numérico centralizado computacionalmente, robôs e centros de produção flexível, compete-se também em qualidade, serviço, entrega e custo, que são indubitavelmente pontos importantes na formulação da estratégia da empresa.

No modelo de Gudnason e Riis, considera-se a função de manufatura como parte integral da estratégia empresarial, tendo as novas TEP uma participação destacada na sua formulação. Entretanto, não é suficiente considerar somente as novas tecnologias de equipamentos e processos, mas e sobretudo fundamental, aplicá-las antes dos concorrentes. Estes autores em momento algum dizem "investamos o suficiente na investigação e desenvolvimento de tecnologias de equipamentos e processos, para ganhar vantagem competitiva mediante a inovação tecnológica criativa". Por esta razão o ponto 4.5 se tratará da importância dos investimentos em P&D em tecnologia de manufatura para a competitividade da empresa.

O propósito deste capítulo é apresentar este recurso

chave de competitividade e mostrar suas características, seus benefícios e alguns aspectos que limitam sua rápida implementação.

4.2 - O Conceito da Nova Tecnologia de Manufatura

4.2.1 - A Evolução da Nova Tecnologia

O computador foi introduzido nas empresas industriais no início da década de 60. As primeiras aplicações consistiram no registro das transações financeiras e contábeis. Gradualmente os computadores foram aplicados a outras tarefas, tais como o controle de estoques, a programação da produção e o roteiro de uma parte ou peça desde um processo a outro, através da fábrica. Como as aplicações se diversificaram e os vários departamentos da empresa adaptaram o computador às suas necessidades, chegou a ser evidente que as vantagens da tecnologia computacional em cada departamento poderia ser multiplicada muitas vezes se certos departamentos ou funções administrativas estivessem conectadas.

As primeiras funções do computador que tiveram uma conexão direta com as operações de manufatura, não foram no processo de manufatura em si mesmo, mas no desenho dos produtos. Em meados dos anos 60 a General Motors começou a trabalhar com a IBM para desenvolver um sistema para desenhar com a ajuda do computador. O sistema foi concebido para que o desenhista empregue um teclado para especificar certos dados numéricos da peça, mas mediante um lápis com um raio de luz "lightpen" podia tocar diretamente a tela.

Embora o conceito do lightpen poderia corresponder apenas aproximadamente à forma da parte, o computador estava programado para combinar os dados numéricos e geométricos de tal maneira que o desenho poderia ser transformado rapidamente em um preciso desenho de engenharia. Este desenho poderia ser armazenado na memória do computador e ser chamado quantas vezes fosse necessário.

A informação especificando a geometria de uma peça, é necessária também para determinar como uma máquina, tal como um torno, devem ser operados para confeccioná-la. Tradicionalmente o operador ajustava a sua máquina de acordo com o desenho técnico. Quando apareceram as máquinas ferramentas controladas numericamente, este operador que programava a sequência de instruções que obtinha da informação geométrica do desenho, junto com o desenhista, imediatamente reconheceram que a programação da geometria da peça poderia ser obtida diretamente do computador e dessa maneira eliminava-se o desenho de engenharia.

Ultimamente têm-se identificado seis áreas funcionais cuja interrelação é muito útil para administrar o fluxo de informação através da fábrica. Estas áreas são: Desenho, Tecnologia de Grupo, Planejamento e Controle dos Recursos da Manufatura, Manejo de Materiais, Controle de Máquinas Ferramentas e outras Máquinas de Propósito Específico e o Controle de Robôs. A integração destas áreas é o que comumente se denomina "Computer-Integrated Manufacturing" (CIM). É importante dar-se conta, entretanto, que a tecnologia de processamento de dados deve ser muito bem desenvolvida em cada uma das áreas para que os

benefícios da integração sejam significativos.

4.2.2 - Descrição das Diferentes Fases Funcionais

4.2.2.1 - O Desenho

Talvez o mais notável exemplo de crescimento na produtividade como resultado do uso da tecnologia de informação, sé dê no desenho de peças e no processo de produção. O "Computer Aided Design" (CAD) pode fazer transformações geométricas tão rapidamente que o desenho já não se limita às vistas de elevação, planta ou perfil, que são características do desenho de engenharia. Com os programas do CAD é possível fazer rodar a peça com respeito a qualquer eixo ou considerar um ponto de vista distante para visualizar o objeto como um todo. Qualquer seção transversal pode ser projetada. Se a peça vai ser unida com outras partes na montagem, o desenhista pode mover as partes na tela para comprovar a fixação. Desta maneira muitos protótipos e modelos de engenharia podem ser eliminados.

A imagem que se projeta na tela pode ser armazenada permanentemente numa fita magnética ou disco. Se for necessário imprimí-la, isto pode ser feito por um "plotter". Com as facilidades oferecidas pelo computador, o desenho pode ser modificado quantas vezes for necessário sem maiores esforços. Além disto, (assim que ele estiver eletronicamente armazenado), torna-se acessível para todos aqueles que o necessitam. Desta maneira, as áreas da manufatura e a planificação e programação da

produção, podem começar mais rapidamente o seu trabalho. Já a que as alterações são realizadas somente no arquivo central, há menos possibilidades de que alguém esteja considerando uma versão desatualizada.

A imediata acessibilidade do desenho em toda a empresa tende a romper as barreiras institucionais entre a área de desenho e o departamento de produção. Como a parte pode ser vista em qualquer orientação, em qualquer escala e em qualquer secção transversal, a idéia do desenhista é muito mais clara do que em um desenho de três dimensões. Por sua vez um dos mais importantes benefícios para o desenhista é que a análise de engenharia pode ser feita o suficientemente rápida e, portanto, vários desenhos alternativos podem ser estudados. Os engenheiros podem analisar a peça em relação à sua resposta a várias classes de esforços sem construir um modelo ou protótipo.

Esta análise de engenharia é realizada com um método denominado "Análise de Elementos Finitos", no qual a parte é dividida em muitos elementos pequenos ou células, e a resposta de cada elemento aos esforços é observado na tela. Por exemplo, o computador pode gerar uma imagem da peça, da maneira como veríamos se esta se deformasse pelos esforços mecânicos, mostrando onde estão as regiões fracas. Outras propriedades tais como a condutividade térmica ou elétrica podem ser indicadas com um código de cores para cada célula.

As aplicações do CAD geralmente melhoram a produtividade na seção de projetos por um fator 3 ou mais, e têm apresentado repercussões nos benefícios globais da manufatura. Na General

Motors, por exemplo, o desenho de um modelo de automóvel requeria 24 meses, com o CAD este prazo diminuiu para 14 meses. Mas os maiores benefícios que resultam deste sistema de desenho auxiliado pelo computador, são frequentemente produzidos na montagem do produto final. A maior qualidade das partes componentes torna a montagem mais rápida e fácil.

A informação (armazenada no computador) que especifica o desenho geométrico de uma parte e as etapas necessárias para a sua fabricação, pode ser usada para ajudar no desenho de outras partes. Para desenhar uma nova parte e planejar sua rota através da fábrica, é conveniente referir-se a um desenho e um processo que já está estabelecido para uma parte similar. A necessidade para identificar tais partes rapidamente pode ser cumprida por um sistema para o armazenamento e recuperação da informação em relação às partes, um sistema chamado Tecnologia de Grupo.

4.2.2.2 - A Tecnologia de Grupo

A Tecnologia de Grupo é um banco de dados onde cada registro contém as características de cada parte, junto com um sistema para classificar os registros de acordo com várias características da parte. As partes podem ser classificadas de uma maneira útil para a empresa; geralmente são codificadas por características físicas como tamanho, forma, volume e materiais usados. Também são classificadas pelas características do processo de manufatura como o tempo requerido para o ajuste ou preparação das máquinas, a sequência do processo de transformação

e o número de partes normalmente fabricadas num só lote.

Uma vez que as partes estejam classificadas, o processo de planificação para uma nova parte pode ser recuperado de uma lista das partes antigas que apresentam algumas das características da parte atual. Pode-se então planejar a produção de uma nova parte simplesmente especificando que o processo de manufatura é o mesmo do modelo antigo, com algumas diferenças que são consideradas.

A economia de horas/homem, que é possível através da Tecnologia de Grupo, é notável. Alguns estudos têm demonstrado que em muitas empresas, das partes que inicialmente pensava-se que iriam necessitar novos desenhos, apenas uns 20% efetivamente necessitavam destes. Das partes restantes, 40% podiam ser construídas a partir dos desenhos existentes sem alterações, os outros 40% deveriam ser criados modificando-se os desenhos existentes.

Segundo a Tecnologia de Grupo as máquinas devem ser agrupadas de acordo com as partes para as quais são empregadas. Elas podem também ser organizadas em pequenas células de máquinas, onde cada célula está dedicada à produção de uma única família de partes. Este reagrupamento permite uma maior taxa de produção e o uso mais eficiente da maquinária, tal como foi explicado no modelo de Gudnason e Riis no capítulo anterior.

4.2.2.3 - Planejamento e Controle dos Recursos da Manufatura

A distribuição dos recursos de uma fábrica para

maximizar a lucratividade ou produtividade pode chegar a ser um problema matemático muito difícil. Os métodos da Pesquisa Operacional podem ser aplicados as situações nas quais existem vários operários, máquinas, e produtos, e muitas as alternativas de rotas dos produtos durante a produção. Na fábrica entretanto, o problema prático não é determinar a melhor combinação possível da mão-de-obra, maquinarias e produtos. Tipicamente a organização da produção está tão longe desse ótimo matemático que uma solução sub-ótima pode oferecer substanciais melhorias. Existe necessidade imediata de um método relativamente simples de planejamento e controle da produção que possa diminuir os longos tempos mortos e eliminar a maioria dos custos associados com os estoques.

Atualmente existem várias formas em que o computador pode apoiar o planejamento e o controle. O método mais simples é denominado "Manufacturing Resource Planing" (MRP), o qual procura predizer a demanda para cada elemento do processo de manufatura em um determinado tempo. Por exemplo, um programa de MRP poderia indicar quantos tornos se necessitaram em uma fábrica que produz vários artigos que requerem destas máquinas. O método é fruto de um sistema introduzido pela IBM em 1968 para determinar quando alguns materiais são necessários na manufatura. A idéia básica do MRP é que a programação do trabalho, materiais, máquinas, tempo e outros recursos que entram na manufatura do produto, podem ser estimadas extrapolando retrospectivamente a partir da data de entrega do produto já pronto.

Se a programação é confiável, não há necessidade de

manter um estoque intermediário. Cada parte pode ser produzida apenas antes que se necessite.

Suponhamos que uma empresa quer fazer 50 tesouras de cortar grama para serem entregues no dia 1 de setembro. Para determinar quantos cabos de madeira devem ser fabricados e quando eles devem estar prontos, o sistema MRP consulta uma lista de materiais especialmente estruturada para as tesouras de cortar grama. Encontra que para cada tesoura se necessitam dois cabos de madeira. O sistema logo determina que levará por exemplo, duas semanas para fazer os 100 cabos e uma semana para montar as 50 tesouras. Os fornecedores de madeira requerem um prazo de uma semana para a entrega, e assim, o sistema automaticamente gera uma ordem para a madeira no dia 4 de agosto, quatro semanas antes que as tesouras estejam prontas para a entrega. O sistema poderia também gerar ordens adicionais para que a madeira seja mantida em estoque, mas o estoque deveria ser mantido somente no nível necessário para cobrir as incertezas no abastecimento da madeira, nenhuma reserva seria necessária para as incertezas na demanda interna.

Para introduzir o MRP com êxito uma empresa deve contar com a informação certa das partes necessárias para cada etapa da linha de produção, o tempo necessário para fabricar cada parte (incluindo não somente o tempo gasto na fabricação da parte, mas também o tempo requerido para o ajuste da máquina, no movimento da parte de uma operação à próxima e na demora enquanto a parte espera ser processada em cada estação), o tempo de espera requerido para o fornecimento de alguns elementos pelos

fornecedores e pelo próprio armazenamento da empresa. Muitas empresas têm fracassado em sua primeira intenção de implementar este sistema por causa da informação insuficiente ou errada sobre estes elementos.

A efetividade deste sistema tem sido demonstrada principalmente nas fábricas onde uma considerável variedade de produtos é produzida em quantidades comparativamente pequenas. Nestas circunstâncias a manutenção de grandes estoques pode reduzir drasticamente os lucros.

O MRP trabalha bem nas fábricas que operam com sistema de produção sob encomenda, onde muitas partes são fabricadas em quantidades variáveis. Quando a manufatura é mais repetitiva, um sistema desenvolvido pela Toyota Motor Corporation, denominado sistema Kanban/Just-in-time pode ser mais efetivo. Neste sistema a ordem para que uma parte seja fabricada numa estação de uma linha de produção é gerada apenas pelos requerimentos da próxima estação da linha. Uma cadeia de ordens, de estação de trabalho em estação de trabalho, é desta forma posta em movimento por uma única ordem do produto acabado no final da linha. Cada componente do produto acabado, tal como um automóvel, está disponível na linha devido à cadeia de ordens de trabalho exatamente quando for necessário. Assim, diferentemente do MRP, ao qual se baseia em uma detalhada planificação centralizada de todos os componentes e matérias-primas e numa eficiente retroalimentação para cada estação de trabalho, o sistema Kanban/Just-in-time (JIT) depende somente da planificação centralizada da saída do produto acabado. Mais ainda, neste sistema as partes são fabricadas nas quantidades

exatas que se necessitam para a produção. Por isto, não ocorre deteriorização nem obsolescência. Ultimamente, os programas computacionais estão integrando o MRP com o sistema Kanban/JIT.

O computador pode rapidamente gerar relatórios para a administração da empresa. O relatório pode incluir o nível de estoques, a taxa de produção diária, a diferença diária entre o "input" e o "output" da planta, as demandas insatisfeitas, etc. Se a administração deseja considerar taxas de produção alternativas, níveis de estoques e outros elementos, o computador pode rapidamente simular as consequências das mudanças para o resto da empresa. Uma vez escolhido o plano de produção, este pode ser melhorado mais rigorosamente por meio das técnicas matemáticas da Pesquisa Operacional.

Um requisito comum para todas as versões de planejamento de recursos é a retroalimentação das operações da fábrica. Por exemplo, um cartão que controla o horário dos operários, pode ter impresso um código tal como o código de barras para os produtos, de tal maneira que as horas trabalhadas registradas pelo relógio controle podem sere atribuídas automaticamente a cada operário. Do mesmo modo pode-se codificar um produto à medida que vai passando pelas diferentes etapas do processo produtivo. Esta informação colhida pelo computador capacita os administradores para determinar se uma parte está satisfazendo a programação, e se não for assim, decidir que medidas devem ser tomadas.

Um dos maiores benefícios de um sistema de planejamento e controle dos recursos da manufatura, refere-se à capacidade de responder rapidamente às mudanças nas condições do mercado.

4.2.2.4 - As Máquinas do Processo de Manufatura Assistidas por Computadores (CAM)

Para entender o potencial da tecnologia do CAM, é importante considerar estes novos equipamentos como o mais recente passo da evolução das Máquinas Ferramentas de Controle Numérico. As primeiras máquinas de ferramentas controladas numericamente eram programadas por meio de uma fita de papel com perfuração. Cada instrução para a máquina estava representada por um padrão de perfurações na fita, o padrão era decodificado por uma leitora ótica ou mecânica acoplada à ferramenta. Posteriormente a leitora de fita de papel foi substituída por um pequeno computador digital instalado na máquina. Uma moderna máquina ferramenta de controle numérico computacional pode ser tão grande quanto uma pequena casa, e pode incorporar um cabeçal capaz de possuir movimentos independentes com respeito a vários eixos ao mesmo tempo. O controle computacional capacita a máquina para atuar automaticamente, com uma tolerância de uns dez milésimos de polegada. O programa pode informar o operador quando trocar ou afiar a ferramenta de corte a partir de sensores que indicam que o torque requerido para realizar o corte está fora do intervalo apropriado de valores.

Quando várias máquinas ferramentas controladas numericamente por computador (CNC) são interrelacionadas por uma hierarquia de computadores, elas se denominam máquinas ferramentas de controle numérico direto (DNC) e correspondem a primeira

geração da tecnologia do sistema CAM. Tipicamente cada máquina é controlada por um microcomputador; várias máquinas estão conectadas a um minicomputador e vários minicomputadores estão unidos por sua vez a um grande computador central. Os programas para a fabricação de cada parte que a empresa produz, podem ser armazenados numa base de dados central, e eles podem ser transferidos desde o computador central a qualquer das máquinas ferramentas da rede. Além disso a informação da situação de cada máquina, o volume de sua produção e a qualidade das partes terminadas podem ser transferidos dos controles periféricos ao computador central. É possível que mais de 100 máquinas ferramentas sejam conectadas desta forma.

Em um sistema de Controle Direto Numérico (DNC), a conexão entre as máquinas é apenas eletrônica; a parte ou peça que se está produzindo deve ser mudada de uma máquina para outra por métodos manuais. Se várias máquinas DNC se interrelacionam por um sistema de movimentação de materiais, e o computador está programado para operar as máquinas ferramentas numa sequência específica, o resultado se denomina um Sistema de Manufatura Flexível (FMS), a segunda geração da tecnologia do sistema CAM. Em tal caso um sistema de famílias de partes são selecionadas através da tecnologia de grupo para o preparo.

Quanto mais alto o nível de integração entre as máquinas, maior se torna a necessidade de alguma maneira de inspeção automática dos produtos. Um operário que trabalha com uma máquina ferramenta manualmente, pode notar um defeito e parar a máquina ou o trabalho imediatamente, mas uma máquina que

trabalha automaticamente poderia, através de uma falha mecânica ou um erro de programa, arruinar um conjunto completo de peças. As informações de vários sensores instalados nas máquinas são utilizadas para aceitar ou não cada parte.

A informação pode também servir para construir uma base de dados estatísticos. Uma retroalimentação da base dos dados estatísticos permite que o computador que controla cada máquina possa ajustar cada ferramenta durante a produção.

4.2.2.5 - O Robô

Para os produtos que são fabricados em grandes quantidades, o processo de montagem pode ser completamente automatizado por meio de máquinas de propósito específico. O desenho e a construção de tais máquinas são áreas altamente desenvolvidas que consideram uma variedade de métodos engenhosos para mudar a posição das partes e montá-las. Na maioria dos casos, o próprio desenho do produto é modificado para facilitar a montagem automática. A nítida desvantagem das máquinas de propósito específico é sua falta de flexibilidade. Uma máquina para a montagem de canetas à tinta não pode ser adaptada para a fabricação de canetas esferográficas quando a demanda do mercado varia.

O robô segundo a definição do Instituto de Robótica dos EUA, é um manipulador reprogramável, multifuncional, projetado para mover coisas, peças, ferramentas ou instrumentos especializados, em movimentos programados e variáveis, para a

realização de tarefas, também variáveis.

A principal dificuldade no uso dos robôs para a montagem é que não é capaz de recolher uma parte aleatoriamente orientada de uma caixa. Se a posição das partes se mantêm para todos os estados do processo de montagem, o robô pode competir economicamente. Uma das aplicações mais importantes dos robôs é na carga e descarga de máquinas ferramentas. As outras aplicações importantes são nos trabalhos sujos, arriscados, monótonos ou integrados. Mais de 7.000 robôs estão atualmente em uso na indústria estadounidense para pontos de soldadura, pintura, carga e descarga de máquinas e, certas operações de montagem. A quantidade de robôs no Japão é maior que 90.000, mas a associação de robôs industriais neste país considera uma definição mais ampla de robôs, que inclui simples manipuladores mecânicos, os que não são considerados robôs nos EUA.

Embora os robôs e as máquinas ferramentas controladas numericamente por computador são igualmente programáveis, o robô geralmente é muito menor e pode facilmente ser movimentado. Mais ainda, em muitos casos o robô é programado analogicamente, isto é, colocando o dispositivo no módulo "ensinar" move-se o braço exatamente como requer o trabalho, o robô grava estes movimentos e os realiza posteriormente. Apesar deles também serem programados com um conjunto de instruções de uma linguagem computacional de alto nível. Sua principal vantagem sobre o operário humano é que seu desempenho nunca varia, eles nunca se fadigam e são mais confiáveis.

4.2.2.6 - O Sistema de Manufatura Integrado Computacionalmente (CIM)

A integração das principais áreas da tecnologia de manufatura (desenho, tecnologia de grupo, planificação e controle dos recursos de manufatura e os robôs) dependem de um cuidadoso fluxo de informação. A interrelação destas áreas efetua-se por um sistema centralizado, mas também há muita informação de diferentes tipos em cada uma das áreas que não necessitam ser armazenadas de maneira centralizada.

Este processamento de dados distribuídos ou descentralizados apenas é possível desde os primeiros anos da década anterior, devido ao desenvolvimento dos componentes microeletrônicos e da diminuição dos custos de armazenagem e manipulação da informação. Na manufatura, como nos outros setores da economia, a tendência é disseminar os microcomputadores entre os operários, tornando cada operário responsável pela entrada de dados e o controle de processo. Os computadores podem ser interrelacionados uns com os outros e à base de dados central da empresa por linhas telefônicas ou outro tipo de rede de comunicação.

Dada a capacidade da tecnologia existente, é possível imaginar como uma fábrica poderia operar se as áreas que foram expostas estivessem interrelacionadas. A fábrica poderia ser dividida em células definidas pela sua função de manufatura, tal como uma célula de desenho, uma célula de manejo flexível, uma soldadura e uma de montagem. Dúzias de robôs poderiam ser

conectados por uma hierarquia de computadores, assim como o estão hoje as máquinas ferramentas de controle numérico direto. A retroalimentação para o sistema de controle da manufatura desde os robôs, desde as máquinas e desde as pessoas da fábrica deveria ser imediata e assim o fluxo planejado de produtos através da fábrica, poderia ser ajustado continuamente para responder as mudanças nas condições de operação. O desenho da planta enfatiza a flexibilidade, de tal modo que uma variedade de produtos poderiam ser fabricados nas mesmas máquinas; em realidade, os produtos poderiam ser fabricados em quantidades onde o lote econômico é a unidade.

4.3 - Vantagens Estratégicas da Nova Tecnologia

A informatização do desenho e da manufatura promete a estas funções uma maior produtividade, melhor qualidade com menores custos, melhor serviço aos clientes e maior flexibilidade para satisfazer a demanda de uma crescente variedade de produtos com ciclos de vida menores. Em resumo na nova tecnologia de manufatura está a maneira de competir.

4.3.1 - As Novas Economias de Manufaturas

Os computadores têm transformado as economias de manufatura mais do que qualquer outro elemento. A utilização dos computadores tem transformado o processo de manufatura e estas

mudanças têm implicações na estratégia competitiva da empresa. Os equipamentos de produção estão cada vez mais flexíveis, isto é, estão sendo concebidos para produzir uma família de partes similares ou executar uma variedade de tarefas diferentes mediante os programas computacionais. Os robôs e os equipamentos de manejo automático de materiais, transformam os equipamentos industriais em células de trabalho automatizadas e o trabalho destas células são integradas ao sistema de manufatura.

Embora estas mudanças sejam observáveis, suas consequências podem não ser percebidas de imediato. A manufatura automatizada tem como características mais relevantes as seguintes:

- Extrema flexibilidade no desenho e na composição dos produtos, com a qual se consegue praticamente uma ilimitada variedade de desenhos, dentro de um razoável conjunto de opções incluindo materiais alternativos.

- Rápida resposta às mudanças nas demandas do mercado, no desenho, na composição dos produtos, nas taxas de produção e na programação dos equipamentos. Por estas mudanças serem relativamente fáceis e baratas, o ciclo de vida do produto é menor e o produto se redesenha mais frequentemente.

- Maior controle, segurança e repetibilidade do processo, que permitem uma melhoria na qualidade do produto e operações de manufaturas mais confiáveis.

- Menores desperdícios, menores custos de ajustes de máquinas e treinamento do pessoal e custos de manutenção mais previsíveis.

- Maior facilidade para predizer todas as fases das operações da manufatura e maior informação, o que torna possível uma melhor administração e controle do sistema.

- Processamento dos materiais mais rapidamente, devido ao melhor uso de todas as máquinas, menores estoques em processo, menores interrupções por falta de partes ou materiais, ou quebra de máquinas.

- O processamento de dados descentralizado ou distribuído é física e economicamente factível, isto não só com o propósito de fazer a cada operador responsável pelo controle do processo, mas também no que se refere à parte externa da empresa. As comunicações da fábrica com os mais importantes clientes, e com os fornecedores poderiam ser efetuadas diretamente entre os computadores das diferentes organizações. A fabricação de uma parte por exemplo, poderia ser encarregada a um fornecedor os dados geométricos e os programas das máquinas ferramentas para fabricar a parte, poderiam ser transferidos eletronicamente para seu computador. Mais ainda, as empresas que têm suas divisões separadas fisicamente poderia conectá-las por um sistema via satélite, rede ou micro-ondas.

Estas características desafiam diretamente o conceito da manufatura tradicional, cuja base manifesta-se nas economias de escala - maiores volumes de produção geram menores custos unitários. Os maiores volumes permitem o uso de equipamentos caros de propósito específico, os quais por sua vez podem ser justificados pelas operações em grandes escalas. Em contraste, a nova tecnologia de equipamentos e processos apóia-se nas economias de "escopo", isto é, a eficiência baseia-se na variedade, não no volume. Em outras palavras, os controles computacionais, a sequência de produção programada e a memória eletrônica, tornam viáveis a aplicação de técnicas de processo para pequenos lotes de produção. A produção em grande escala se está transformando em um fator muito menos importante do que a flexibilidade e a excelência no desenho do produto.

Numa empresa que não possui atualmente equipamentos controlados computacionalmente e/ou integrados, a administração deveria ter um claro conhecimento dos processos e as vantagens da nova tecnologia de manufatura para usá-la como base no seu processo de tomar decisões. A seguir, apresentam-se algumas das características mais importantes destas tecnologias, com um maior grau de detalhe.

4.3.1.1 - A Flexibilidade

Uma empresa manufatureira flexível requer que as mudanças na composição do produto, no volume, na rota e no desenho sejam absorvidas rapidamente e a um custo mínimo.

- A flexibilidade na composição dos produtos consiste na capacidade de poder processar em qualquer momento uma combinação de diferentes partes, que estão relacionadas umas às outras pela forma ou pela rota. As relações estão definidas pela análise da Tecnologia de Grupo e designadas como famílias de peças. As partes são então manufaturadas em um sistema de manufatura flexível (FMS), onde as máquinas ferramentas programáveis adaptam-se rapidamente a uma variedade de produtos.

- A flexibilidade no volume é a capacidade de poder responder às mudanças no volume para uma determinada parte. Isto requer de "layouts" flexíveis, que podem adaptar-se facilmente as adições ou diminuições de máquinas ferramentas. A flexibilidade no volume também requer um sistema de movimentação de material modular e flexível. Veículos guiados automaticamente correias transportadoras são exemplos de equipamentos de movimentação de materiais modulares. Quando o volume da atividade manufatureira aumenta, acrescentam-se mais veículos à frota existente. A velocidade variável das correias transportadoras também respondem às mudanças nos volumes.

- A flexibilidade da rota é a capacidade para atribuir partes às máquinas rapidamente e sem maiores custos. Claramente, a flexibilidade da rota requer um alto grau de flexibilidade na movimentação de materiais.

- A flexibilidade do desenho é a capacidade de modificar, rapidamente e a baixo custo, o desenho de engenharia de uma peça particular. Isto é conseguido quando o desenho do produto e a função de manufatura estão integrados. A flexibilidade do desenho caracteriza-se por uma mínima documentação e tempo requerido em implementar mudanças no desenho. O "Computer Integrated Manufacturing" (CIM), máquinas ferramentas programáveis e "Computer Aided Design" (CAD), oferecem o mais alto grau de flexibilidade na transformação do desenho.

- Os japoneses também usam a flexibilidade da mão-de-obra como uma importante vantagem competitiva da manufatura¹³. Alguns exemplos são:

I) Os operários são deliberadamente retirados lentamente da linha de produção, como uma forma de expôr os problemas da produção e os gargalos.

II) Equipes de operários são movidos de uma determinada linha de produção a outra.

III) Os operários nas células de Tecnologia de Grupo podem operar uma variedade de máquinas e manejar uma variedade de partes em uma única célula de trabalho.

IV) Os trabalhadores japoneses são responsáveis pela

manutenção preventiva e reformas menores de seus equipamentos. Esta responsabilidade adicional aumenta a variedade e autonomia do trabalho, e torna-o mais motivador.

V) Os trabalhadores japoneses são também motivados a serem operários flexíveis pelo salário que recebem. Por exemplo uma fábrica de geladeiras dividiu seu plano de salário em seis níveis. Do 1 ao 3 representam os níveis de aprendizagem de um trabalho. O nível 4 se alcança quando o trabalhador domina com perfeição um determinado trabalho. Os níveis 5 e 6 são alcançados quando se é "expert" em pelo menos 3 a 5 trabalhos respectivamente.

- O sistema de informação flexível responde facilmente às novas demandas impostas ao sistema. Um sistema de informação flexível requer que o "hardware" e o "software" sejam individualmente e em conjunto flexíveis.

A flexibilidade é a característica chave da empresa moderna. Com a automatização flexível, os mercados podem ser fragmentados e os produtos para estes mercados podem ser produzidos a um custo muito similar ao da produção em massa. A automatização moderna é significativamente mais tolerante às mudanças que a automatização do passado. Normalmente, os equipamentos automatizados do passado, faziam apenas uma tarefa bem: ou também podiam fazer mais de uma, mas apenas a um custo proibitivo. Tem-se descoberto que os enormes custos e tempos envolvidos nas mudanças dos modelos anuais de Detroit tem inibido

as mudanças na indústria de automóveis nos EUA. As antigas limitantes já não são válidas devido às características operacionais da nova tecnologia. O lote econômico se aproxima a unidade com os controles eletrônicos, incrementando o poder de resposta às mudanças do mercado e às necessidades dos clientes. A manutenção de estoques passa a ter pouca importância se as partes a serem substituídas (ainda para os antigos desenhos) podem ser facilmente programadas sem interromper as operações.

Devido à viabilidade das mudanças, as empresas podem agora atualizar continuamente seus produtos, aumentando incrementalmente sua complexidade e conteúdo tecnológico. O uso dos computadores numa variedade de produtos torna difícil aos competidores copiar com êxito estes produtos.

Tudo isto tende a incrementar a variedade de produtos, sua complexidade e sua taxa de inovação. A melhora do conteúdo tecnológico dos produtos, e as respostas mais rápidas às mudanças dos mercados, criam barreiras protetoras contra a competição.

A flexibilidade que resulta da utilização das novas tecnologias de processo afetam diretamente a linha de produtos e os estoques. Pode por exemplo, ser mais econômico emitir ordens de produção do que armazenar, e é certamente possível fazer uma ampla variedade de produtos. Mais ainda, o estabelecimento da programação e controle computacionais podem estimular o desenho de novos produtos e/ou ampliar o conhecimento do processo de manufatura, para que os produtos atuais possam ser redesenhados permitindo uma melhor fabricação.

Em resumo, os impactos das novas tecnologias não se

resumem a maior precisão e velocidade. A manufatura consistia inicialmente numa arte, de habilidades manuais, onde o processo de informação relevante era realizado pelo cérebro humano. Os trabalhadores (não as máquinas) possuíam o conhecimento e a experiência. Eles colocavam o critério, ofereciam juízos e o processo. Com o advento da tecnologia mecânica, o relevante foi construir máquinas de propósito específico. Tais máquinas eram mais rápidas e seguras do que sua contra parte humana, mas elas eram mais caras e menos flexíveis.

Hoje a tecnologia baseada no computador reverte esta longa tendência histórica, colocando ênfase no software especializado em lugar do hardware especializado. Relacionando máquinas de propósito geral com programas de propósito especial, manifesta-se atualmente o moderno trabalho de produção. A flexibilidade de tal relacionamento abre novos mercados, clientes e canais de distribuição e, mediante eles, novos rumos de vantagem competitiva.

4.3.1.2 - O Controle

Mediante o uso dos controles computacionais, da memória e dos sensores que geram um melhor conhecimento do processo produtivo, as operações da fábrica podem ser melhoradas. Isto não significa apenas uma qualidade mais confiável, mas menores custos devido aos menores desperdícios, uso mais eficiente de materiais e menos estoques de produtos em processo. Devido a operações mais confiáveis, a manutenção das máquinas pode ser programada mais

precisamente, assegurando menos interrupções, menor desperdício de tempo e uma operação mais efetiva em geral.

Os controles computacionais podem cooperar com os controles da manufatura, mas eles não substituem uma administração efetiva. A vantagem dos japoneses na manufatura reside numa maior atenção aos detalhes do processo produtivo e do produto. A crescente complexidade do processo de manufatura e a diminuição dos estoques pode requerer computadores, mas as melhorias requerem principalmente pessoas que se orientam para o controle. As substanciais vantagens nos custos e qualidade serão desfrutadas pelos administradores que acreditam que a perfeição é possível, que a diferença do que se esperava constitui informação a ser compreendida e que os padrões de qualidade devem ser cumpridos (não aproximadamente). Tais administradores pensam que o controle da manufatura é crítico para uma operação duvidosa.

4.3.1.3 - Integração

A integração computacional oferece ainda maiores benefícios que a automatização de processos individuais. Por exemplo, como o Computer-Aided Engineering (CAE) ajuda enormemente na redução do tempo requerido para documentar as mudanças e assegura que os parâmetros do desenho sejam apropriadamente incluídos, estes efeitos são multiplicados quando o CAE está interconectado com o CAD, CAM e a planificação computadorizada da administração das empresa. Esta última é tão acessível à

computação como o processo de manufatura, isto se ilustra pelo crescente uso dos processadores de palavras, correio eletrônico e as listas eletrônicas para orçamentos e prognósticos.

Como estas facilidades estão integradas, o mesmo tipo de diminuição nos tempos, eficiências e melhorias encontradas em um determinado processo de produção, podem ser apreciadas no gerenciamento da empresa. Por exemplo, as planilhas eletrônicas permitem que os gerentes examinem facilmente perguntas do tipo "o que acontece se". Os orçamentos podem ser mais acessíveis e inclusive delegados a níveis inferiores. Os administradores de mais baixo nível podem agora estar intimamente familiarizados com o impacto das inumeráveis mudanças dos resultados operacionais. Os orçamentos se transformam em ferramentas para operar a gerencia porque a informação está atualizada e é segura. Devido a isto os administradores podem ter um efetivo meio à sua disposição para fazer as correções nas respostas às mudanças que apresentam os mercados, as transformações do tipo econômico ou a disponibilidade nos equipamentos e materiais. Estas economias de custos que se produzem aqui, também podem refletir-se na produção, quer dizer, o valor dos sistemas é função da quantidade de tarefas que podem executar e as múltiplas utilizações da informação. Os sistemas de informação também podem ser avaliados em termos de suas economias de custos. Entretanto, o projeto cuidadoso e essencial para a obtenção da informação, tanto para os produtos como para o processo de manufatura. Embora a informação possa ser usada de muitas maneiras, a informação que não é usada de forma correta e inútil ou inclusive mais grave ainda, pode transformar-se em altos

custos em termos de tempo, dinheiro, perdidos de oportunidades ou compromissos inapropriados.

Na fábrica moderna existe uma tendência à integração. O processo de produção esta integrado em si mesmo e com as outras funções da empresa. A manufatura está altamente interrelacionada com o desenho e o marketing para maximizar a flexibilidade e o poder de resposta, que são características chaves para o êxito competitivo da empresa. Por exemplo, a programação da produção provavelmente é conduzida de melhor maneira pelos computadores, que podem responder diretamente às ordens dos clientes. Devido a que as respostas, mudanças e variedades já não são tão caras, as fronteiras e conflitos entre a manufatura e o meio ambiente, como os pedidos dos clientes, diminuem em grande parte.

A íntima relação entre a manufatura, o desenho e o marketing, deve ser promovida para assegurar uma resposta oportuna às novas características ou desenhos dos produtos e para possibilitar entregas de forma segura, baseados no grande conhecimento que se tem com respeito às capacidades e programação da manufatura. Isto sugere uma forma de organização fundamentalmente diferente que eliminen as fronteiras funcionais do passado. Tal interrelação entre os departamentos são bem visíveis nas indústrias de alta tecnologia como a Aéreo-Espacial. A tecnologia de manufatura flexível requer comunicação e um íntimo acoplamento.

4.3.2 - A Nova Função do Gerente de Produção

Estas características da fábrica moderna implicam uma nova função para os administradores da manufatura. A manufatura já não é simplesmente responsável pela entrega do que demanda o marketing ou o desenho de engenharia. A manufatura tem chegado a ser o ponto central da posição estratégica da empresa. A manufatura se vê agora envolvida na administração :

- de enormes quantidades de informação em relação ao desenho e engenharia dos produtos, em relação aos processos produtivos e a sempre crescente base científica da manufatura.

- de importantes interfaces com outras áreas da empresa, com clientes e com fornecedores.

- da competição estratégica da empresa.

Frequentemente no passado, a administração da manufatura resistiu as mudanças e não preocupou-se com a qualidade dos produtos. As mudanças do mercado, com uma demanda cada vez maior por qualidade, confiabilidade e exclusividade já não permite isto.

O processo de decisão envolvendo novas tecnologias de manufatura necessita do apoio de ferramentas mais sofisticadas. As decisões que envolvem estas tecnologias devem ser realizadas com um horizonte de tempo maior: as implicações da aquisição de

novos equipamentos estendem-se mais além do ciclo de vida de um produto em particular. As decisões devem ser baseadas no conjunto de funções que é capaz de executar o equipamento, com considerações especiais quanto à flexibilidade e ao controle.

Com a implantação do CIM existe uma tendência aos administradores da manufatura relacionarem-se mais diretamente com os fornecedores e clientes, além disso tem-se menores inventários entre as operações de manufatura e os administradores terão que manejar as relações com os fornecedores para assegurar os estoques e a qualidade adequados. A empresa deve prever que seus clientes por sua vez, também demandarão uma entrega confiável, qualidade e baixo custo. Também devem prestar atenção às relações entre os departamentos dentro da empresa e assegurar-se que ela seja capaz de manter seu pessoal altamente qualificado.

Os administradores da produção devem reinterpretar suas considerações com respeito aos custos à luz das opções que se apresentam (e os custos de não adotá-las). Algumas destas opções são:

a) A estratégia. Especialmente para pequenas empresas, esta tecnologia apresenta níveis de produção, segurança e variedade de produtos nunca antes imaginados. Mas as pequenas empresas não são as únicas que necessitam reformular seus planos globais. Os controles programáveis aumentam consideravelmente os potenciais de inovação, de produtividade e de lucro. A realização deste potencial, pode significar a diminuição de estoques ou o aumento do tempo de utilização das ferramentas ou a redução de

erros de desenho. Pode significar mudar a "definição do negócio". Mas certamente significa uma nova compreensão das necessidades dos clientes e um desejo de competir em novos mercados.

b) A estrutura. A pressão para integrar o marketing com o desenho, o desenho com a manufatura e a manufatura com a posição estratégica, significa a morte da antiga estrutura funcional. As antigas indústrias como a automobilística e a siderúrgica, estão vendo um incremento na participação dos administradores de baixo nível da função de manufatura, inclusive dos próprios operadores, que estão sugerindo melhoramentos no desenho do produto e processo. Nas indústrias de alta tecnologia onde o trabalho é rotativo, existe um sistema computacional distribuído e a administração é do tipo matricial, a antiga divisão do trabalho já não tem sentido.

c) O marketing. O antigo pensamento em relação a mercados de massa versus mercados especiais são agora obsoletos. As grandes empresas são agora capazes de fornecer serviços para clientes especiais, e as pequenas empresas são capazes de competir nos mercados de massa anteriormente fora de alcance.

4.4 - As Barreiras para Implementar a Nova Tecnologia

4.4.1 - Introdução

Agora que a manufatura é crítica para a sobrevivência de

multas empresas, é surpreendente que todavia nos encontremos com fábricas e equipamentos obsoletos. O pior, é que a adoção destas prometedoras e novas tecnologias de manufatura está muito lenta. Elas poderiam reverter ou ao menos melhorar a inferior posição estratégica de muitas empresas do mundo ocidental. As máquinas ferramentas controladas numericamente e servo-mecanismos controlados numericamente estão sendo adotados pelas empresas com incrível lentidão. O controle computacional do processo é amplamente utilizado nas indústrias monoprodutoras, mas nas outras indústrias tem sido adotado lentamente, a pesar da quantidade de possíveis aplicações. O processo tecnológico vem-se arrastando nas empresas em vez de galopar, como poderia esperar-se nesta era de explosão científica e tecnológica.

Está absolutamente claro que os equipamentos disponíveis atualmente com seus conceitos e novas tecnologias têm ultrapassado a capacidade de assimilação das empresas. As avançadas máquinas ferramentas disponíveis, os controles computacionais o CAD, etc, excedem a capacidade para adquirí-las e usá-las com êxito. Os administradores da manufatura não têm sido capazes de explorar completamente as novas tecnologias que os engenheiros e cientistas têm desenvolvidos.

4.4.2 - Obstáculos para a Mudança

Skinner * afirma que a principal barreira na implementação

* Skinner (1985), p. 184

da nova tecnologia tem suas bases na história da indústria manufatureira ocidental. Skinner diz que o que tem acontecido nas fábricas ocidentais desde 1945 ajuda a compreender porquê as fábricas raramente fazem da tecnologia um recurso estratégico. Os fatores econômicos e sociais que influem na estrutura da fábrica, afetam a atual capacidade para levar vantagem das novas tecnologias. Uma das principais mudanças neste período é o maior incremento na competitividade. O aumento da diversificação das empresas tem resultado em mais empresas competindo em mais mercados e mais indústrias. As nações asiáticas têm gradualmente penetrado nos mercados tradicionalmente ocidentais. Como resultado, nenhuma indústria conseguiu escapar da competição estrangeira. Ao invés de incentivar a competição industrial, em muitos casos, a concorrência oriental inibiu o crescimento da competitividade ocidental. Tem-se criado uma geração de perdedores, tem-se evitado comprometer fundos para crescimento, para novas tecnologias.

Por um lado se está perdendo participação nos mercados mundiais e decaindo a taxa de modernização dos equipamentos, e por outro lado, as empresas são forçadas a competir com produtos que tem um ciclo de vida cada vez mais curto.

Esta combinação de uma crescente competição e um ciclo de vida cada vez menor dos produtos tem afetado a fábrica de muitas maneiras. Deve-se produzir cada vez mais para clientes especiais e com lotes cada vez menores, os problemas de administração de estoques de partes e de materiais são mais críticos. O resultado tem sido uma maior complexidade e maiores pressões na

administração das operações.

Por outro lado, quando na década de 50 as empresas começaram a adotar métodos de marketing, enfatizou-se o desenho, o desenvolvimento, a administração e a publicidade. Nos anos 60, se iniciou-se a utilização dos modernos métodos de administração financeira, caracterizados por um estrito controle financeiro, planos anuais, orçamentos mensais e trimestrais, e precisos controles mensais sobre estes orçamentos. Este sistema de medidas chegou a ser o ponto forte da administração empresarial, afetando o comportamento dos executivos e proporcionando uma medida dominante do desenho da fábrica, não só para o controle de estoques, mas para a tomada de decisões de investimentos. Esta orientação financeira dificultava a justificação da aquisição de novas máquinas e equipamentos. A taxa de atratividade em muitas indústrias era de 30% a 35%, significando que a nova maquinária e equipamentos eram difíceis de adquirir.

Nos anos 70, os empregados e operários começaram a demandar melhores condições de trabalho. Passou então a ser exercida sobre os administradores da manufatura uma efetiva pressão para manter o pessoal satisfeito e produtivo. Os administradores de manufaturas viram-se assim pressionados pela administração superior, por custos menores e pelos trabalhadores, por melhores condições de trabalho.

Entretanto, poucas ferramentas administrativas foram desenvolvidas para combater esta onda de problemas e demandas. A maioria das fábricas eram administradas na década de 70 tal como nos anos 40 e 50. A administração da manufatura estava dominada

por um ponto de vista técnico. Isto pode ter sido adequado quando os administradores preocupavam-se principalmente com a eficiência e a produtividade, e as respostas provinham dos engenheiros industriais. Mas os problemas dos anos 70 na administração das operações iam além da mera eficiência física.

O trabalho destes gerentes passou a ser muito mais complicado, requerendo um administrador da produção com uma nova educação para enfrentar os novos desafios.

Outro impedimento para o uso das modernas tecnologias de manufatura como um fator estratégico que a história revela, era o seu desenvolvimento e a mioopia dos planejadores estratégicos. A tecnologia de equipamentos e processos disponíveis nas décadas anteriores, geralmente fracassavam na intenção de satisfazer as necessidades estratégicas das empresas porque:

- eram custosas demais quando comparadas com seus benefícios;

- eram inflexíveis em termos de variedade de produtos e materiais, ajustes e volumes;

- eram desenhadas para serem eficientes apenas para grandes lotes de produção.

A administração das operações não se ofereciam o equipamento, os sistemas, a tecnologia e as ferramentas corretas. Novas tecnologias individuais tinham sido desenvolvidas (por exemplo, máquinas ferramentas automáticas e de controle numérico direto), mas quando eram aplicadas, normalmente demoravam muito a

serem efetivas e econômicas. Além disso, estes novos equipamentos frequentemente não eram compatíveis com os existentes. A tecnologia disponível nas décadas anteriores foram desenvolvidas por fabricantes de equipamentos especializados para uma parte do processo. Uma determinada tecnologia tinha um desempenho satisfatório apenas para uma etapa particular do processo. Mas ela não estava coordenada nem cobria os passos suficientes do processo para eliminar pessoal nem gastos gerais e assim produzir economias importantes. Nenhuma empresa oferecia nenhuma sequência de operações totalmente integrada e coordenada, incluindo mecanismos de transporte e controle computacionais para manufatura de baixo volume e para a suficiente flexibilidade do produto e volume. Em resumo os fabricantes de equipamentos industriais foram incapazes de interpretar as necessidades estratégicas de seus clientes para desenvolver uma linha de produtos de acordo com suas necessidades.

4.4.3 - A Nova Competição Industrial

Os fatores que tiveram um impacto negativo na adoção da nova tecnologia de manufatura começaram a mudar nos anos 80. A nova tecnologia que pode reagir, auto-corrigir-se, ajustar-se às mudanças dos produtos e volumes, interrelacionar-se com outros processos, possibilita reduzir a papelada, a programação, o trabalho indireto e os gastos gerais. Tudo isto proporciona as respostas aos dilemas da manufatura da década de 60 e 70, quando a tecnologia de manufatura ia em direção às maiores economias de

escala possíveis, com o conceito da produção em massa, os mercados conduzidos por pressões econômicas e competitivas, se afastavam da produção em massa e dirigiam-se em direção aos produtos mais especiais.

Maiores conhecimentos e novas técnicas são requeridos hoje, para selecionar as novas tecnologias, este é o assunto tratado no próximo capítulo deste trabalho.

4.5 - A Importância dos Investimentos em P&D na Tecnologia de Manufatura

As novas tecnologias proporcionam uma maior vantagem competitiva às empresas que as implantam em primeiro lugar. Para estar entre os primeiros é necessário investir na pesquisa de novas tecnologias de processos para ganhar vantagem competitiva da inovação tecnológica criativa. O planejamento de uma inovação agressiva pode resultar em muitos outros efeitos estratégicos além de baixos custos. Um dos exemplos de vantagem estratégica obtida a partir de investimentos em inovação tecnológica, manifesta-se na manufatura do novo trator John Deere em Illinois EUA "18". A fabricação, a montagem e o estoque são processos controlados computacionalmente, que têm permitido à empresa ser os líderes de mercado, oferecendo de maneira econômica, aos clientes, produtos exclusivos, e elevando mais ainda seus níveis de qualidade. Por que então os investimentos em P&D normalmente estão dirigidos ao desenvolvimento de produtos em lugar de desenvolvimentos de processos?

Os japoneses consideram muito importante fabricar internamente os equipamentos de produção. É construído por seus próprios engenheiros e operadores, e a maior parte do equipamento restante também é projetada internamente. Uma revista japonesa estimou que aproximadamente o 40% da P&D japonesa se destina a aperfeiçoamentos de processos e equipamentos²⁷.

Em contraste, a sabedoria gerencial convencional nos E.U.A., onde uma porcentagem muito menor de equipamentos de processo é desenvolvida internamente, diz que é melhor deixar a fabricação de equipamentos para os especialistas. Os produtores de equipamentos, continua o pensamento, podem suportar os altos custos fixos de utilização de engenheiros especializados, e podem amortecer estes e outros gastos de desenvolvimento em grandes lotes de produção, reduzindo assim o custo do produto. Os japoneses não pensam assim. "Toda máquina representa um compromisso entre vários usuários, e portanto, vários usos". Os japoneses preferem projetar os equipamentos que dirigidos para as suas próprias necessidades. Não somente obtêm equipamentos melhores, mas os custos são menores e os prazos de entrega são mais curtos.

Por quê se produz isto? Uma razão é que as máquinas projetadas em "casa" custam menos porque não necessitam de margens de segurança. Os japoneses pensam "sempre precisamos de máquinas quando as condições dos negócios são boas, que é quando todo o mundo quer também máquinas" ²⁷. O setor de fabricação de equipamentos é notório pelo seu comportamento cíclico. Durante esses períodos de alta demanda, eles aumentam os prazos de entrega

e sobem os preços. Se você vai depender deles, logo vai se arrepender.

Mais o que acontece nos períodos de baixa atividade, quando as empresas têm que sustentar engenheiros de fabricação e operadores qualificados sub-utilizados? Os gerentes japoneses utilizam esses recursos qualificados para melhorar o equipamento existente na empresa, para aperfeiçoar os controles computacionais, os equipamentos de manejo de materiais, etc. Os japoneses dizem "a vantagem de ter pessoal qualificado (como engenheiros de fabricação), é que eles sempre podem encontrar algo útil para fazer".

Um grande número de importantes setores de fabricação dos E.U.A., tem atuado como se houvessem "resolvido o problema de produção" e conseqüentemente dirigem sua atenção e recursos a distribuição em massa, embalagem, publicidade e desenvolvimento de novos produtos (para completar linhas de produtos ou atacar segmentos específicos de mercado), mas foram negligentes quanto ao aperfeiçoamento contínuo de suas capacidades de fabricação.

Como resultado, as fábricas e equipamentos nos E.U.A. envelheceram. A vantagem tecnológica foi ultrapassada devidos aos investimentos reduzidos na P&D de novas tecnologias de processo. Os melhores talentos gerenciais têm sido preparados, frequentemente, sem incluir experiência direta em fabricação. Ao mesmo tempo, as promoções às posições mais elevadas têm favorecido cada vez mais os especialistas em finanças, marketing, contabilidade e direito.

Esta atitude complacente em relação ao problema na

produção não prejudicou, por alguns anos, a competitividade das empresas norte-americanas, até que começaram a surgir empresas (como as japonesas), que competiam com produtos confiáveis, de baixo custo e livre de defeitos e entregas seguras. As empresas americanas se viram então deslocadas cada vez mais dos mercados internacionais e, mais recentemente dos seus próprios mercados domésticos.

O conceito japonês de auto-confiança - pelo qual eles explicam a importância de produzir, "em casa", os equipamentos de produção, e de modificar os equipamentos comprados para que atendam às suas necessidades específicas - é diferente do pensamento de auto-dependência dos americanos, segundo o qual as soluções são desenvolvidas por especialistas externos.

Talvez o segredo da rápida evolução do Japão esteja fundamentada neste ponto: no trabalhar constantemente na inovação de seus equipamentos e processos, no aperfeiçoamento dos existentes, quer dizer, no investimento em P&D de equipamentos e processos.

CAPÍTULO 5

5 - O Processo de Tomada de Decisões da Tecnologia de Manufatura

5.1 - Introdução

As decisões relativas à automatização estão longe de serem triviais. Os gastos podem ser da ordem de dezenas de milhares de dólares, por uma máquina ferramenta de controle numérico ou um robô, até milhões de dólares por sistemas que integram o desenho, a tecnologia de grupo, planejamento e controle dos recursos da manufatura, manejo de materiais e o controle de robôs.

Estes sistemas e equipamentos foram tratados inicialmente pelos "experts" em eficiência, que estavam treinados nas técnicas de Federik Taylor. O poder nas fábricas estava nas mãos dos engenheiros industriais. Hoje o engenheiro industrial está declinando em importância em muitas empresas e está sendo ultrapassado por um novo "expert", o especialista em sistema de informação, um indivíduo que se especializa em desenhar e programar sistemas computacionais.

Como consequência, os administradores da manufatura vêm implementando sistemas de maneira independente da estratégia empresarial. Podíamos, então, fazer a seguinte pergunta: os sistemas de manufatura deveriam ser desenvolvidos pelos engenheiros

orientados para a produção ou pela alta administração da empresa?

Existem aqueles que argumentam que este é um assunto puramente técnico. É fácil encontrar uma grande quantidade de tentativas que estimulam a aplicação das técnicas de tomar decisão, tais como o valor presente líquido, a taxa interna de retorno e a razão custo/benefício.

Os proponentes destas técnicas supõem que as melhorias na produtividade são os únicos, ou mais importantes meios de tornar rentável e forte a empresa. Os métodos quantitativos antes citados têm sido desenvolvidos para relacionar a produtividade da empresa com os lucros, de tal maneira que as oportunidades de melhorias na produtividade dos equipamentos e sistemas computacionais possam ser classificadas de acordo ao seu impacto nos lucros.

Tais procedimentos são inadequados como instrumentos de justificativa das novas tecnologias. Parte da literatura culpa o problema da incapacidade para quantificar e considerar formalmente os benefícios inatingíveis, outros autores não acreditam em qualquer tentativa de justificativa da moderna tecnologia mediante a avaliação tradicional da Análise de Investimento, por que tal decisão deveria ser feita baseada principalmente nas considerações estratégicas.

O objetivo deste capítulo é mostrar a problemática deste tema, analisar os conhecimentos que o decisor deve ter e mostrar alguns modelos que auxiliem na avaliação das alternativas de investimentos na nova tecnologia.

5.2 - Considerações sobre o Processo Decisório

5.2.1 - Introdução

Uma grande parte do tempo de trabalho de um administrador é ocupada por um processo diário de tomada de decisões numerosas e variadas. Num único dia, ele pode ser forçado a tomar decisões sobre a trajetória futura das operações da empresa, mediar um conflito organizacional entre dois executivos, e resolver uma série de problemas operacionais corriqueiros.

Para tentar compreender este processo decisório tão complexo, pode-se avançar por dois caminhos complementares. O primeiro, de longe o mais ambicioso, é descobrir como as pessoas, em geral, e os executivos em particular, tomam suas decisões, quer individualmente, quer em grupos. Dadas as alternativas e suas consequências, em que espécie de interações acham-se envolvidos, quais os processos mentais desenvolvidos, e que regras aplicam para chegarem à alternativa preferida? Esta matéria tem por vários anos recebido muita atenção da parte de diversas disciplinas científicas: filosofia, psicologia, matemática e economia. Uma prova da dificuldade deste problema é a parcimônia de resultados até hoje produzidos por todos esses esforços.

O outro caminho consiste no estudo das alternativas e suas consequências para se chegar a uma compreensão da natureza e da estrutura das decisões (identificar o problema, enumerar e definir as variáveis controláveis e não-controláveis, estabelecer

relações entre elas, isolar as decisões importantes e formular regras para tomá-las). Esta é uma tarefa menos ambiciosa, pois não se propõe a penetrar no interior da mente do tomador de decisões. Ao invés disso, procura estudar a natureza do seu trabalho e, assim, aprimorar a tomada de decisões por meio do aperfeiçoamento de sua visão dos antecedentes e das consequências de decisões mais importantes. Em lugar de estudar os processos mentais do administrador, esta abordagem explora o comportamento da empresa.

O estudo da empresa tem constituído uma preocupação dos economistas há muito tempo. Infelizmente a teoria microeconômica da empresa, não esclarece muita coisa a respeito do processo decisório de uma empresa real. Uma contribuição significativa, para a compreensão do processo decisório, foi apresentada por Cyert e March "48". Esses dois autores formularam uma teoria comportamental da empresa, que combina a análise econômica ao comportamento social e aborda explicitamente as decisões empresariais tomadas no âmbito desse tipo de organização.

5.2.2 -Categorias de Decisões

O termo "empresa" tradicionalmente tem sido usado para fazer referências a uma organização social com objetivos próprios e motivada economicamente ou "monetariamente" "47". Isto implica na possibilidade de identificação de um conjunto de objetivos ou finalidades, seja de forma implícita, por meio de seu desenvolvimento passado e das motivações de cada um dos principais

indivíduos envolvidos. Tradicionalmente, a medida do sucesso de uma empresa tem sido o lucro. Esta medida é que tem distinguido uma empresa de outras de formas de organização social, como o governo, a igreja, as forças armadas, fundações sem finalidades lucrativas, etc.

Porém, alguns especialistas em administração e economia têm defendido o ponto de vista de que o lucro não é o único objetivo de uma empresa, devendo ser usado um "vetor" de objetivos, do qual o lucro não passa de apenas um dos seus componentes. Este vetor normalmente é composto por alguns objetivos mutuamente conflitantes, quando a empresa atinge um nível ótimo em termos de um objetivo, outros são prejudicados. A Teoria do Investimento de capital (TIC) que utiliza o padrão único do lucro, não está equipada para enfrentar os casos de objetivos múltiplos, ou mesmo o problema de conflito entre estes.

Do ponto de vista das decisões, o problema geral das atividades da empresa consiste em configurar e dirigir o processo de conversão de recursos de maneira a otimizar a consecução dos objetivos. Como isto exige muitas decisões distintas e diferentes, o estudo do processo decisório como um todo é facilitado pela divisão do conjunto total de decisões em três categorias, denominadas estratégicas, administrativas e operacional, cada uma dizendo respeito a um aspecto diferente do processo de conversão de recursos.

As decisões operacionais visam a maximizar a eficiência do processo de conversão de recursos, ou, em linguagem mais convencional, maximizar a rentabilidade das operações correntes.

As decisões estratégicas preocupam-se principalmente com problemas externos, e não internos da empresa, e especificamente com a escolha do composto de produtos a ser fabricado pela empresa, dos mercados em que serão vendidos e a tecnologia de manufatura a usar.

As decisões administrativas preocupam-se com a estruturação dos recursos da empresa de modo a criar possibilidades de execução com os melhores resultados.

Embora distintas, as decisões são interdependentes e complementares. As decisões estratégicas asseguram a escolha apropriada dos produtos, mercados e tecnologia. A estratégia impõe exigências operacionais: decisões em relação a preços e custos; programação da produção com vistas a atender a procura. A estrutura administrativa deve proporcionar um clima adequado para o atendimento dessas exigências, como, por exemplo, no caso de um ambiente estratégico caracterizado por flutuações frequentes e imprevisíveis da procura, exigindo que as atividades de marketing e produção estejam organizacionalmente acopladas para permitir respostas rápidas.

5.2.3 - Os Objetivos

Quando explicitamos dentro de uma empresa, os objetivos passam a ser instrumentos de múltiplas finalidades na avaliação de desempenhos, no controle, na coordenação, bem como todas as fases do processo decisório. É tão grande sua importância que os objetivos chegam a ser usados como base de uma visão integrada de

todo o processo administrativo no que é conhecido por "administração por objetivos". Aqui se está interessado no papel desempenhado pelos objetivos nas decisões estratégicas, ou seja, com os objetivos da empresa como um todo, e não no aspecto da hierarquia organizacional de objetivos, essenciais ao problema operacional da empresa.

O processo através do qual os objetivos são estabelecidos podem ser: impostos de cima pela alta administração, resultantes de uma síntese de baixo para cima, ou fixadas por meio de um processo de negociação entre os participantes nas atividades da empresa. Entretanto, o mais importante é examinar as variáveis empresariais, econômicas e sociais que determinam os objetivos, independentemente do processo pelo qual são fixados.

Os objetivos constituem uma das questões mais controvertidas no campo da ética empresarial. Autores ilustres têm procurado remover o lucro de sua posição como principal motivação da atividade empresarial, substituindo por doutrinas tais como as de sobrevivência a longo prazo, as de competitividade ou consenso negociado entre os vários participantes nas atividades da empresa.

O problema da formulação dos objetivos complica-se ainda mais em virtude de modificações estruturais internas à empresa. Uma dessas modificações é a transição de um estado em que a propriedade das ações era bastante restrita, a outra em que as ações estão distribuídas por um grande número de pessoas. Esta modificação criou equipes de administradores profissionais assalariados que virtualmente detêm o controle das atividades da empresa e são orientados por ambições pessoais. Os objetivos da

alta administração podem entrar e frequentemente entram em conflito com os objetivos de outros participantes nas atividades da empresa e, em particular, com os dos proprietários de seu capital. Portanto, o desejo de um presidente de permanecer no controle de uma empresa até a sua aposentadoria poderia levá-lo, no final de sua carreira, a tornar-se cauteloso e conservador em suas decisões. Nessa altura a sobrevivência da empresa a longo prazo poderia muito bem estar na dependência de modificações estratégicas radicais, tais como o abandono da linha tradicional de operações e o início de um processo de diversificação. Defrontando-se como conflito entre a sua própria segurança e o bem estar da empresa, o presidente presumivelmente evitaria fazer com que a empresa seguisse o caminho dessas modificações, garantindo aos outros administradores, aos acionistas e ao conselho de administração, que não ha necessidade alguma de mudanças, que o problema realmente não é tão sério assim.

Alguns autores que discutem este problema do conflito entre administradores e proprietários citam outros exemplos significativos, mas não propõem qualquer solução construtiva para orientar o comportamento da empresa. Outros afirmam que o conflito é mais aparente do que real, e que os interesses e a ética profissional do administrador são, em última análise, compatíveis com o conceito da rentabilidade máxima *.

Outra modificação estrutural da empresa foi seu crescimento em termos de tamanho e complexidade. A filosofia

* Ansoff (1977), p. 29

resultante da responsabilidade descentralizada levou a uma ampla delegação do poder decisório na empresa. Portanto, o processo decisório agora é formado por muitas decisões locais baseadas em informações locais limitadas e que podem entrar em conflito umas com as outras. De algum modo, a reunião dessas decisões deve resultar em decisões baseadas num consenso em relação aos principais problemas da empresa. Esta modificação deu um rude golpe não só no conceito de maximização de lucro, mas também na validade da teoria microeconomia como explicitação do comportamento da empresa. Surgiu um ponto de vista "gerencialista" que sujeitou a teoria microeconômica a críticas severas. Avanços substanciais foram feitos nessa direção por Cyert e March em seu livro "A Behavioral Theory of the Firm". De acordo com o enfoque gerencialista, argumenta-se que as "organizações não possuem objetivos, só os indivíduos é que os possuem". Portanto, os objetivos de uma empresa são, na realidade, um consenso negociado dos objetivos dos participantes capazes de exercer alguma influência.

O grande valor da teoria de Cyert e March reside no fato de que oferece, pela primeira vez, uma estrutura comum para os pontos de vista econômico e gerencialista, ao admitir a inclusão de variáveis econômicas e sociais no processo de tomada de decisões.

Além disso, sustentam esses autores que embora a empresa pareça ter certas características institucionais, por exemplo, algumas empresas têm desenvolvido uma política tácita, mas cuidadosamente obedecida, no sentido de que nenhum dos "principais

executivos jamais será demitido". Essas características podem ser relacionadas, no tempo, aos objetivos e às ambições de antigos participantes, que através de um processo de "negociação" chegaram a certos pontos de acordo. Mais tarde, essas características tornaram-se institucionalizadas, porque a nova administração considerou-as desejáveis, para seus próprios fins, ou nunca opôs-se a elas com muita convicção. Reconhece-se que tanto as influências institucionais quanto os objetivos pessoais afetam as decisões estratégicas tomadas na empresa.

5.2.4 - Comentários

Os objetivos constituem um instrumento de administração com muitas possibilidades de aplicação. No problema operacional, podem ser usados para estabelecer padrões de desempenho para todos os níveis organizacionais, para a avaliação de desempenhos e para decisões de controle. No problema administrativo, podem ser empregados para ajudar a diagnosticar deficiências na estrutura organizacional. No problema estratégico, os objetivos são usados como padrões de referência para decisões referentes as alterações, eliminações e acréscimos à postura da empresa em termos de produtos, tecnologias e mercados.

A mera avaliação de uma oportunidade em termos de várias dimensões do vetor de objetivos não basta. A aceitação ou rejeição final exige um indicador relativo geral de prioridade a ser atribuído a cada oportunidade. O uso de valores mínimos de aceitação para cada objetivo ajuda um pouco, pois leva à

eliminação rápida de oportunidades obviamente inaceitáveis. A presença de prioridades entre os critérios também ajuda, pois elas dão ênfase a certas características que devem ser possuídas por uma oportunidade, tal como elevada taxa de crescimento, ou alguma contribuição em termos de flexibilidade. Entretanto, o sim ou não final inclui uma avaliação equilibrada de todos os fatores relevantes.

Este problema de escolha de oportunidades avaliadas por uma série de componentes qualitativos (e quantitativos) de um vetor de objetivos ainda não possui uma solução satisfatória. Dentre os vários enfoques propostos, cada um possui problemas não resolvidos, impedindo a sua aceitação irrestrita pelo tomador de decisões. Entretanto, se ele estiver disposto a questioná-la e aceitar os recursos apenas em função das novas decisões que proporcionam, o administrador poderá ser enormemente ajudado por estas técnicas.

5.3 - A Teoria do Investimento de Capital no Planejamento Estratégico da Produção

5.3.1 - Introdução

No capítulo anterior mencionou-se o declínio dos investimentos de capital, como consequência da maior competição que enfrentam as empresas do mundo ocidental. Um fator que merece atenção é a consequência da falta de novos investimentos de capital em plantas e equipamentos. É razoável supor que se as

plantas e os equipamentos não se mantêm atualizados técnica e operacionalmente, a produtividade e a posição competitiva decaem. Isto pode ser desastroso para uma empresa cujos competidores estão lutando agressivamente pelo mesmo mercado.

As rápidas mudanças na tecnologia e a redução dos ciclos de vida dos produtos, podem ter como consequência a transformação dos bens de capital em equipamentos obsoletos muito rapidamente. Por exemplo, a substituição de máquinas ferramentas convencionais por centros de máquinas de controle numérico, pode incrementar enormemente a produtividade e a capacidade da empresa, mas tal equipamento pode custar mais de US\$ 250.000,00 e assim aumentar significativamente o risco financeiro e operativo da empresa. Esta situação faz com que a justificativa de investimentos de capital em nova tecnologia seja muito difícil.

Par enfrentar estas dificuldades, não é estranho que atitudes como "esperar para ver", aconteçam quando grandes investimentos em ativos de capital fixo estão sendo considerados.

À primeira vista, as decisões estratégicas poderiam ser tratadas utilizando-se a Teoria do Investimento de Capital. Como há uma teoria desenvolvida para as decisões de investimentos de capital, é útil começar por um exame das possibilidades de aplicação dessa teoria ao estudo do problema estratégico.

5.3.2 - Análise da Teoria do Investimento de Capital

A teoria do investimento de capital começa com a identificação e enumeração de propostas de aquisição de ativos

fixos e equipamentos para o exercício orçamentário seguinte. Calculam-se os fluxos de caixa positivos (receitas) e negativos (custos) para todo o período de duração de cada proposta. Para fins de comparação, esses fluxos devem ser incrementais em relação a todos os demais fluxos de caixa da empresa: somente as receitas e os custos adicionais resultantes do projeto devem ser levadas em conta. Se a duração de alguns projetos superar a extensão do exercício orçamentário, o período deverá ser ampliado para fins de análise. Para a teoria tradicional de investimentos de capital é essencial que todos os projetos possíveis no exercício orçamentário seguinte sejam previstos no momento da decisão.

Uma vez enumerados os projetos e determinados os fluxos de caixa, avalia-se cada projeto tanto em termos de seu retorno líquido para a empresa quanto em termos de risco que envolve. Três métodos frequentemente usados para avaliar projetos são o "Payback", a Taxa Interna de Retorno (TIR), e o Valor Presente Líquido (VPL).

Dispondo-se de avaliações individuais, os projetos preferidos poderão ser escolhidos com base em diversas técnicas, como a de Taxa Interna de Retorno, para problemas relativamente simples, e Programação Linear para problemas mais complexos.

À primeira vista, este procedimento de tomada de decisões de investimento em instalações e equipamentos parece ser aplicável à escolha dos mercados em que a empresa deve ingressar, dos produtos que deve desenvolver, a tecnologia que deve possuir, etc. Na realidade, alguns autores têm aplicado a teoria do investimento de capital a toda a gama de decisões empresariais de

Investimento.

5.3.3 - Aspectos Estratégicos da Escolha

O objetivo desta seção, é verificar em que aspectos os investimentos estratégicos diferem dos investimentos de capital, e determinar as modificações metodológicas necessárias para se chegar a um abordagem prática das decisões estratégicas.

A solução de qualquer problema de decisão pode ser visualizada em quatro etapas "49":

- Percepção da necessidade de decisão ou oportunidade.
- Formulação de alternativas de ação.
- Avaliação das alternativas em termos de suas contribuições.
- Escolha de uma ou mais alternativas para fins de execução.

Fazendo uma comparação com a seção precedente, vê-se que a teoria do investimento de capital preocupa-se com as duas últimas etapas, avaliação e escolha.

1. Percepção da necessidade. Este é um aspecto importante da tomada de decisões estratégicas. Um método que não permite dar condições à escolha entre uma preocupação continuada com o problema operacional e alguma atenção ao problema estratégico deixa uma parte fundamental do problema à intuição e a

Juízos subjetivos. Uma empresa por exemplo, necessita de um mecanismo para acompanhar as tendências de evolução do retorno do investimento (que tem caído nos últimos anos) e da taxa de crescimento da procura (que tem diminuído); necessita de um mecanismo para saber quando é chegado o momento de diversificar-se. Tudo isto deve ocorrer antes de serem buscadas e analisadas as oportunidades de diversificação existentes. Portanto, a teoria do investimento de capital é incompleta. Esta é uma deficiência muito séria. Precisa-se de um método que dê condições para uma atividade permanente de investigação e diagnóstico da necessidade de medidas estratégicas.

2. Busca de alternativas. A teoria tradicional do investimento de capital exige que todas as alternativas sejam conhecidas no momento da decisão. No problema estratégico, esta é uma situação incomum. No início de qualquer período de planejamento, somente algumas das alternativas serão conhecidas com detalhe suficiente para permitir a preparação dos fluxos de caixa. Outras apresentar-se-ão continuamente durante o período de planejamento: novas oportunidades de mercado, etc. Essas condições de desconhecimento sobre as oportunidades futuras constituem a regra, e não a exceção, nas decisões estratégicas: um método incapaz de permitir a sua inclusão é inadequado para o tratamento destas decisões.

3. Avaliação de projeto. A teoria do investimento de capital, que utiliza o padrão único do lucro, não está equipada

para enfrentar os casos de objetivos múltiplos, ou mesmo o problema de conflito entre objetivos.

5.3.4 - Comentários

A exposição anterior mostra que, para ser aplicável como método de tomada de decisões estratégicas, a Teoria do Investimento de Capital deve ser ampliada, emendada e complementada. Deve ser ampliada para permitir acompanhar a evolução do ambiente que envolve a empresa e levar à busca de possibilidades de ingressos em novos campos sob condições de informação incompleta. Deve ser emendada para permitir a consideração de vários objetivos conflitantes e não monetários. Deve ser complementada para permitir a identificação de oportunidades de produtos, mercados e tecnologia de manufatura sem similar nas operações correntes, além dos efeitos conjuntos de diferentes oportunidades.

A teoria do investimento de capital é provavelmente uma grande barreira para a utilização das novas tecnologias de manufatura na indústria ocidental "8". Estas técnicas continuam sendo usadas devido à carência de um método mais aceitável. Os administradores envolvidos na avaliação das novas tecnologias que são essenciais para a sobrevivência da empresa, devem desenvolver e aplicar modelos e métodos diferentes, que tratem com objetivos múltiplos, frequentemente em conflito, e critérios qualitativos.

5.4 - Conceitos Necessários para Tomar decisões

5.4.1 - Introdução

Skinner * afirma que uma das principais causas da crise de muitas empresas no EUA, é a orientação que tem os altos executivos. Estes tem profundos conhecimentos nas áreas tais como finanças, marketing, controle e relações humanas. Mas as empresas que fabricam produtos ou oferecem serviços devem tomar decisões com relação a suas tecnologias quando eles projetam produtos ou serviços, quando planejam instalações e sistemas de informação, etc. Já que estas decisões envolvem grandes compromissos de fundos, elas são as decisões estratégicas mais críticas e vitais. Uma vez tomada as decisões, é impossível voltar atrás. As decisões mal feitas em tecnologia são frequentemente fatais para as pequenas empresas.

Em muitas indústrias, a tecnologia de produtos e processos mudam tão rapidamente que o prognóstico tecnológico é fundamental. Indústrias completas são vulneráveis às mudanças. Para o mundo accidental, forçado a competir com os baixos custos da mão-de-obra de muitos países asiáticos, com estratégias frequentemente baseadas na superioridade do produto e um constante desenvolvimento de novos produtos e processos, a

*Skinner (1985), p. 144

administração da manufatura e da tecnologia é cada vez mais importante.

Existem alguns fatores importantes que contribuem para que a alta administração procure evitar as decisões sobre novas tecnologias *:

- Normalmente supõem-se que as decisões que consideram a tecnologia, devem ser delegadas aos "experts" neste assunto, como os engenheiros.

- Frequentemente pensa-se que são necessários muitos anos de treinamento para chegar a ser competente nesta matéria.

- A maioria dos administradores se sentem muitas vezes incapazes para decidir em materias relacionadas com a tecnologia: eles temem parecer "estúpidos" diante dos engenheiros "que sabem", e tentam manter-se afastados de coisas que não entendem, eles não tentam aprender a tecnologia nem a causa porque outros sabem mais, pois sentem que eles levaram muito tempo para conseguí-lo.

Estes administradores não podem fugir desta explosão de mudanças tecnológicas, e raramente podem delegar decisões tecnológicas à níveis inferiores ou a especialistas em tecnologia, porque tais decisões têm importantes efeitos sobre os produtos, mercados, finanças e capacidade para competir. Pouquíssimos administradores de nível inferior possuem os conhecimentos e habilidades necessárias para tomar decisões desta magnitude.

Entretanto, um administrador pode aprender a

* Skinner (1985), p. 114

compreender, e a tratar efetivamente a tecnologia. Como podem os administradores dominar esta matéria, para a qual os engenheiros e cientistas dedicam grande parte de sua vida profissional? A resposta é que a capacidade do administrador para dominar a tecnologia, consiste de um entendimento básico que é menos detalhado do que o solicitado pelos engenheiros e é de uma qualidade diferente. Os administradores necessitam conhecer as respostas a certas perguntas-chaves acerca de uma tecnologia de equipamentos e processos. Os administradores necessitam adquirir e utilizar três tipos de informações sobre a tecnologia: conceitos básicos, os efeitos da tecnologia e a administração das operações.

5.4.2 - Conceitos básicos sobre a Tecnologia

As decisões com respeito a tecnologia de equipamentos e processos (TEP), devem considerar quatro características:

- **Capacidade:** queremos uma máquina grande ou três menores? Desejamos capacidade extra para contingências de crescimento e flexibilidade?

- **Propósito Geral Versus Propósito Específico:** Uma tecnologia de propósito geral manejará um amplo campo de produtos e/ou materiais com ajustes simples. Uma tecnologia de propósito específico produzirá apenas um produto ou parte muito bem, mas limitará a flexibilidade.

- **Precisão e Confiabilidade:** Deve-se determinar o grau de precisão na especificação dos produtos que a tecnologia deve produzir e conhecer as probabilidades com que esta tecnologia cumprirá as especificações.

- **Grau de Mecanização:** em geral, quanto mais mecanizada e automatizada for uma TEP, maiores são seus custos de aquisição, com menor dependência de operadores, habilidades ou juízos e com maior dependências na manutenção, engenharia e supervisão para seu cuidado, ajustes e reparações.

Estas quatro características têm um conjunto de "trade-offs" entre os custos de operações e suas características de desempenho. Isto também implica "trade-offs" e decisões frequentemente difíceis, em relação a escolha da infraestrutura operacional. Isto afeta os controles de custo e qualidade, programação e controle da produção, quantidade e habilidade dos operários, etc. A complexidade do problema de escolher uma TEP ou a infraestrutura operacional para uma determinada TEP, é ainda mais difícil pelo fato de que o tamanho e capacidade, tecnologia geral versus a tecnologia de propósito específico, precisão e confiabilidade, e grau de mecanização, frequentemente possuem demandas que estão em conflito com os elementos da infraestrutura operacional.

Para qualquer modelo de tomada de decisões sobre a tecnologia, a ponto de partida é que o administrador possua conhecimentos sobre o funcionamento do processo tecnológico. Um

ajuda ao respeito é fazer um diagrama e descrever uma analogia física em relação ao que acontece com o material durante o processo. Como está mudando? Que movimentos e ações realizam-se no equipamento? O que fazem os operadores? O que deve ser feito para que a TEP funcione? O que pode dar errado? etc.

Armado com uma imagem conceitual do que acontece com relação à TEP, o administrador está preparado para buscar informações acerca da TEP. Quatro perguntas básicas são necessárias:

- Quais serão os custos?
 - O que fará?
 - O que solicitará?
 - Quanto provável é o anterior?
- Os custos da TEP consistem, em geral, dos custos iniciais do investimento, instalações, materiais, manutenção e outros gastos gerais. O tempo de vida econômica da TEP pode ser utilizada para analisar os custos de investimentos.
- Uma TEP executará certas atividades físicas que podem ser prognosticadas e podem ser mensuráveis. Podem ser descritos em termos dos materiais que processara, a variação de produtos que é capaz de produzir, as qualidades do produto (tolerâncias, confiabilidade, etc), etc.
- Cada máquina (ou TEP) deve ser operada, carregada, descarregada, ajustada para produzir um produto ou outro, aumentar ou diminuir sua velocidade de processo como resposta às mudanças nos

volumes solicitados, a quantidade de desperdício que produz, etc. Cada máquina ou TEP também cria necessidade de pessoal, isto é, as habilidades humanas determinadas pela tecnologia. A quantidade de operadores, o pessoal de manutenção e os engenheiros dependem da tecnologia.

- Outro tipo de informação e entendimento vital para a competência do administrador na escolha de uma TEP, é o grau de certeza ou incerteza, com respeito aos fatores citados anteriormente. A antiga e bem provada TEP tem em geral poucas incertezas em relação aos seus custos, desempenho e requerimentos. O contrário ocorre com as novas tecnologias, particularmente aquelas que consideram-se de ponta.

5.4.3 - Efeitos da Tecnologia

A maioria dos produtos podem ser manufaturados por mais de uma maneira. Uma alternativa deve ser escolhida de uma variedade de possibilidades. Cada tecnologia trás consigo suas próprias demandas e características, cujos efeitos devem ser considerados em três níveis:

- **Primários** - Efeitos diretos sobre o produto, nos custos, investimentos e requisitos básicos.

- **Secundários** - Demandas na estrutura interna do sistema operacional (sistema de compras, de manutenção, de controle de inventários, de planejamento e controle da produção, de controle

de custos, da planejamento da capacidade, etc).

- Terciários - Efeitos no desempenho do sistema operacional (retorno do investimento, capacidade para competir no atendimento ao cliente, qualidade, capacidade para competir de forma rentável mediante mudanças nos produtos e volumes, etc).

É necessário que todas as partes do sistema sejam congruentes e mutuamente consistentes. Isto parece simples, entretanto, na prática, a perfeita consistência interna é difícil de ser alcançada. Existem dificuldades administrativas para alcançar uma infraestrutura operacional total que seja completamente consistente com a tecnologia empregada. O seguinte exemplo ajuda a ilustrar este problema:

Produto: móvel de regular qualidade. Antiga Tecnologia: montagem e acabamento individual para cada peça. Nova Tecnologia: fabricação mediante linha de montagem.

Quando a tecnologia do processo foi mudada, o sistema de salários baseado nos incentivos individuais, já não eram apropriados, pois quando este sistema de montagem em série diminua sua velocidade por causa de um problema, com um operário, afetava todo o grupo. Este novo sistema requer níveis de habilidades muito menores, pois o trabalho individual é especializado apenas em algumas tarefas específicas. A demanda na supervisão muda desde a programação até o manejo de problemas

técnicos com a linha. Deste modo, as necessidades na administração da força de trabalho, dos controles de qualidade e custos, da programação, do sistema de estoques, etc, mudam com a adoção da nova tecnologia de processo. A administração da produção tem que reorganizar todo o necessário para que estes sistemas mudem simultaneamente.

5.5 - Algumas Metodologias para a Justificativa da Tecnologia de Manufatura

5.5.1 - Introdução

As decisões estratégicas no cada vez mais complexo mundo dos negócios de hoje, devem apoiar-se em uma análise de justificativa orientada para as perspectivas de competitividade externa da empresa, como também para metas de retorno do capital.

Os administradores estão notando que as decisões para distribuir os recursos limitados da empresa, já não podem estar baseadas apenas na Teoria do Investimento do Capital que ignora as considerações estratégicas da firma.

Alguns profissionais da área econômica desenvolveram métodos altamente estruturados para a distribuição destes recursos para os casos que se ajustam à análise financeira tradicional. Existem vários métodos de análise justificativa de investimentos que podem ser utilizados para realizar uma avaliação econômica precisa, enquanto os fatores que intervêm nesta análise possam ser quantificados. Entretanto, estes métodos não funcionam bem quando

Incluem-se fatores estratégicos, onde os retornos podem ser baixos ou ainda negativos nos primeiros anos, ou quando alguns intangíveis como a flexibilidade são razões importantes para o investimento.

Como consequência, convencer a alta administração da necessidade de investir na nova tecnologia e justificá-la, é frequentemente uma atividade que considera fatores subjetivos.

Em lugar de confiar em outro tipo de procedimento que traduza todos os intangíveis em unidades monetárias para calcular uma resposta econômica precisa, utilizando fontes de dados altamente imprecisas ou subjetivas, pode-se usar uma metodologia mais qualitativa. Tal focalização tenta proporcionar ao administrador a informação mais completa possível para tomar uma decisão, que depende do juízo de valor do administrador em lugar de equações matemáticas.

Neste ponto foram mostradas alguns dos últimos modelos apresentados na literatura especializada, em relação à seleção dos investimentos na tecnologia de manufatura. O critério de escolha destes modelos baseia-se principalmente na importância que os autores dão à inclusão de fatores estratégicos para a tomada de decisão.

5.5.2 - A Metodologia de Projetos Estruturados "6".

Este enfoque consiste em separar um problema complexo em sub-partes bem definidas e controláveis, que possam ser quantificadas e comparadas a padrões pré-determinados, ou a

normas, metas ou objetivos. O resultado é tipicamente uma ou mais projeções do meio ambiente (negócios, tecnologia, concorrência, etc) e das ações recomendadas em cada caso.

Os seguintes passos são típicos para avaliar os impactos que a nova tecnologia pode produzir na postura estratégica da empresa.

1. O Equipe do Projeto

Reunir uma equipe que compreenda como opera a empresa e possa proporcionar a experiência necessária para executar a análise de justificativa. Designar um líder para esta equipe, que têm tempo e experiência para administrar o projeto. Se a tecnologia for nova para a empresa, pode ser vantajosa e ainda necessário complementar esta equipe com pessoas externas à empresa, que estejam familiarizadas com a tecnologia ou possuam experiência na administração de projetos da magnitude e complexidade que está sendo considerado.

2. Estabelecimento dos Parâmetros do Projeto

Uma vez estabelecida a equipe, o próximo passo é discutir o projeto com a alta administração da empresa. Com isto, espera-se descobrir as expectativas da alta administração e determinar a forma de procedimento da equipe. É muito importante neste ponto identificar qualquer expectativa e administrar os conflitos entre os objetivos.

3. Direção

A informação obtida das discussões permite à equipe formular as metas do projeto, os objetivos, as restrições e designar tarefas específicas para cada um dos seus membros. A envergadura do projeto determina quais áreas devem ser consideradas e com que detalhe. Isto fornecerá as bases para estabelecer uma programação global. Um orçamento deverá ser estabelecido neste ponto para cobrir viagens, P&D, gastos administrativos, contrato de pessoal, etc.

4. Levantamento da Informação

Para justificar qualquer tipo de tecnologia, é necessário em primeiro lugar levantar todas suas potencialidades. Isto inclui compreender seus pontos fortes, fracos e limitações. Fontes de informações incluem vendedores, literatura, usuários, universidades e instituições de pesquisa e desenvolvimento. Deveriam também ser levantadas informações de outras áreas relacionadas com o projeto. Este deveria incluir uma análise do processo e da fabricabilidade do produto, uma avaliação dos equipamentos existentes e das atitudes do pessoal. Além disto, é necessário identificar os atuais custos operacionais e as necessidades de apoio, realizar uma análise da situação da empresa e um estudo de marketing.

5. Análise

Depois de levantados, documentados e verificados todos

os dados de apoio e cada integrante da equipe ter obtido um bom conhecimento da tecnologia e da empresa, pode-se iniciar uma análise para determinar os efeitos da tecnologia. Isto pode requerer a confecção de novos "lay-outs", novos planos de processos e redesenho do produto para melhorar sua fabricação.

Pode-se avaliar o impacto da nova tecnologia em cada área da empresa, como por exemplo o custo do produto, a qualidade, a capacidade para introduzir mais rapidamente no mercado novos produtos, etc. Esta é a parte mais difícil, pois muitas dessas avaliações são subjetivas e torna-se difícil identificá-las apropriadamente, tanto como dar-lhes prioridades.

A dificuldade para identificar todas as áreas de impacto pode colocar em perigo não só a credibilidade da equipe, mas também os resultados e conclusões da análise. O "brainstorming" é frequentemente uma forma efetiva de identificar e priorizar estas áreas. A análise pode requerer ponderações para considerar a importância relativa do conjunto e variedade de itens a serem analisados.

6. Alternativas

Um dos maiores problemas na justificativa da nova tecnologia se produz pelo simples fato de que é nova. Por isto, não se podem realizar projeções fundamentadas em dados históricos. Como consequência, não há garantias de que algum cenário considere de forma correta os efeitos interativos de custos, qualidade, confiabilidade, flexibilidade, demanda, competição, regulamentos governamentais, obsolescência, mudanças no processo, pessoal,

outros projetos estratégicos, outros investimentos de capital, etc. Assim, é normalmente necessário construir dois ou mais cenários baseados nos eventos altamente prováveis (o custo do produto diminuirá em alguma porcentagem, por exemplo) ou situações de alto impacto (nenhuma reação de parte dos competidores versus uma reação rápida e decisiva).

O desenvolvimento de cenários é importante para uma análise prospectiva, pois a melhoria de cada fator individual pode não otimizar o todo. A análise de cenário também considera as áreas menos relevantes na análise, dada a probabilidade esperada de ocorrência de certos eventos ou intervalos razoáveis para alguns casos em que os valores absolutos não podem ser identificados com precisão.

7. Os Custos

A análise determinará a magnitude, as características dos custos e também as áreas importantes para a decisão. Estes custos normalmente são classificados como custos do produto (matéria-prima, mão-de-obra e despesas gerais), custos de capital (os equipamentos e o relacionado com a engenharia), custos de operação e custos de projeto.

Os custos para a matéria-prima e mão-de-obra podem ser calculados com um razoável grau de segurança. O cálculo das despesas gerais não é fácil de ser realizado, e as empresas deveriam evitar utilizar simplesmente uma parte da porcentagem da mão-de-obra direta ou das vendas. Não se deve carregar um projeto com as despesas gerais de outras áreas da empresa, a menos que a

redução correspondente seja efetuada em outras áreas e as poupanças sejam consideradas como parte da justificação para este projeto. Uma vez que as despesas gerais são determinados, qualquer método pode ser utilizado para distribuí-los nas unidades individuais.

A complexidade do cálculo do gastos gerais está diretamente relacionado com o tamanho do projeto tecnológico. Os elementos de custos que devem ser considerados, pode incluir contratos de manutenção, espaço físico requerido, treinamento, ferramentas, etc.

Qualquer custo associado com a avaliação da tecnologia, com a identificação do equipamento e seus vendedores ou com a administração do projeto, caem dentro da categoria de custos do projeto.

Os custos não precisam ser exatos para justificar a nova tecnologia. Deve-se esperar obter custos que sejam razoavelmente seguros, completos e verificáveis. Corresponde à equipe do projeto identificar todas as fontes e os níveis de segurança, ainda se os custos são estimados. Não se deve dar a alta administração razões para rejeitar o projeto devido ao desenvolvimento questionável dos custos.

B. Programação

Uma vez concluídas as tarefas associadas à identificação e quantificação dos custos do projeto da nova tecnologia, deve-se estabelecer um plano de ação. Este plano deveria incluir as principais fases relacionadas com o projeto (desenho geral,

desenho detalhado, instalação, etc), e com a implementação.

Diferentes versões da programação deveriam mostrar resultados otimistas, esperados e pessimistas. O gráfico da programação deveria estar acompanhado por um plano de implementação, escrito com o nível de detalhe de como a tecnologia será especificada, comprada, instalada, integrada e utilizada.

9. Análise de Risco

A simples obtenção da nova tecnologia não garante que funcione como se esperava e ninguém pode garantir que o projeto cumprirá a programação e operará dentro dos custos. Uma justificativa completa deve incluir uma avaliação de todos os riscos associados com o projeto de acordo com a probabilidade de ocorrência e a magnitude dos efeitos sobre o projeto. Deveria-se também identificar os fatores que podem aumentar ou diminuir o risco e estabelecer uma estratégia para controlar estes fatores.

As áreas a avaliar, quando realiza-se uma análise de risco podem incluir desempenho dos custos e vendas, redesenho do produto, quantidade de integração requerida, obsolescência, produtividade, satisfação e aceitação dos clientes,, etc.

Uma análise de risco provará à alta administração que a equipe do projeto compreende as consequências globais da nova tecnologia para a empresa.

10. Conclusões

Quando a equipe do projeto chega a este ponto, deve concluir sobre a viabilidade do projeto. Esta deve considerar se

a tecnologia é justificável desde uma perspectiva financeira (retorno do investimento, valor presente, etc), se cumprirá os requisitos de desempenho e qualidade, se a solução é adequada para as necessidades da empresa, etc.

11. Recomendações

A próxima tarefa é listar todas as recomendações identificadas pelos projetistas para a avaliação e implementação do projeto. Cada recomendação deveria ser formulada com detalhes suficientes para permitir a realização de alguma ação específica. Deve-se evitar recomendações que não possam ser quantificadas como "chegar a ser mais competitiva".

Deve-se estruturar a lista por departamentos, por produtos ou linhas de produtos, por processos, ou por pessoas de modo a oferecer à alta administração um claro e conciso plano de ação. Além disso, deve-se definir como implementar as recomendações, quando fazê-lo, para quem atribuir responsabilidades, quais serão os custos e quais serão os benefícios.

12. Apresentação dos Resultados à Alta Administração

O último passo da análise de justificativa é apresentar o trabalho realizado e os resultados alcançados em um formato profissional, compreensivo e interessante.

É importante assegurar-se que a análise de justificativa é completa e digna de confiança. Não existe nenhuma equação que possa ser utilizada para calcular um número mágico que mostre para

a alta administração se a nova tecnologia é viável ou não. O que se requer é uma análise, que proporcione à alta administração todos os elementos necessários para efetuar uma tomada de decisão informada, sabendo de todos os benefícios esperados e dos riscos relacionados. Quanto maior é o impacto da nova tecnologia na empresa ou maiores são as dificuldades de quantificar os intangíveis, maior é a necessidade de um método que combine os critérios financeiros tradicionais com uma análise estratégica.

5.5.3 -Um Método que Assinala os Fatores Intangíveis"8".

O diagrama da figura 5.1 mostra a metodologia sugerida. A análise está baseada no procedimento de considerar os projetos de investimentos em duas categorias:

- As Oportunidades:

As quais são independentes entre si, isto é, qualquer oportunidade pode ser escolhida dentro das limitações que existem, sem afetar os resultados das outras oportunidades, em outras palavras, se a aceitação ou recusa de uma oportunidade em nada afeta os resultados das outras, se diz que são oportunidades independentes entre si.

- As Alternativas:

As quais são mutuamente exclusivas, quer dizer, uma das alternativas pode ser escolhida dentro de um grupo de oportunidades dado. A aceitação de uma implica a rejeição

automática das outras.

Por exemplo, as oportunidades que se apresentam a uma empresa, poderiam ser um sistema de armazenamento automático para seus produtos finais e um sistema CIM para uma planta em particular. Para cada uma destas oportunidades provavelmente, existem numerosas alternativas. Se as oportunidades passam a ser interdependentes, de tal maneira que uma incrementa ou diminui a necessidade da outra, então as combinações destas devem ser consideradas.

As oportunidades de investimento podem ser classificadas de acordo três critérios, tal como se indica na tabela 5.1. As decisões operacionais estão relacionadas com as decisões do tipo "rotineiro". As oportunidades de investimentos nas categorias estratégicas e administrativas, devido a que tendem a sobrepor-se, seguem os mesmos passos. Elas são primeiramente examinadas de acordo a satisfazer devidamente seus objetivos estratégicos. Estes objetivos ou critérios devem ser cumpridos antes de que uma oportunidade seja escolhida para maiores considerações. Por exemplo, aumenta a competição tecnológica da firma? Mantêm-se dentro do limite de risco que permite a política empresarial?, etc.

Estas oportunidades que passam os testes de cumprimento dos objetivos estratégicos são selecionadas considerando as restrições que existem na "avaliação estratégica considerando pesos" (fig. nº 5.1 bloco A). A utilização desta metodologia deve determinar quais critérios (por exemplo, para o CIM: qualidade, flexibilidade, tempos de desenho e manufatura, estoques, futuras.

opções, etc) são de significativa importância para a empresa e defini-los de modo que os resultados de um não afetem os resultados de qualquer outro.

TABELA 5.1

CATEGORIAS	EXEMPLO
ESTRATEGICAS	SISTEMAS CIM
ADMINISTRATIVAS	SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE PROPOSITO GERAL
OPERACIONAIS	REPARAÇÕES MENORES

A avaliação estratégica mediante a atribuição de pesos, calcula-se da mesma maneira que a avaliação tática mediante pesos (será explicado à seguir), a diferença está na escolha dos critérios, que como seu nome indica, para o primeiro caso são estratégicos e para o outro táticos.

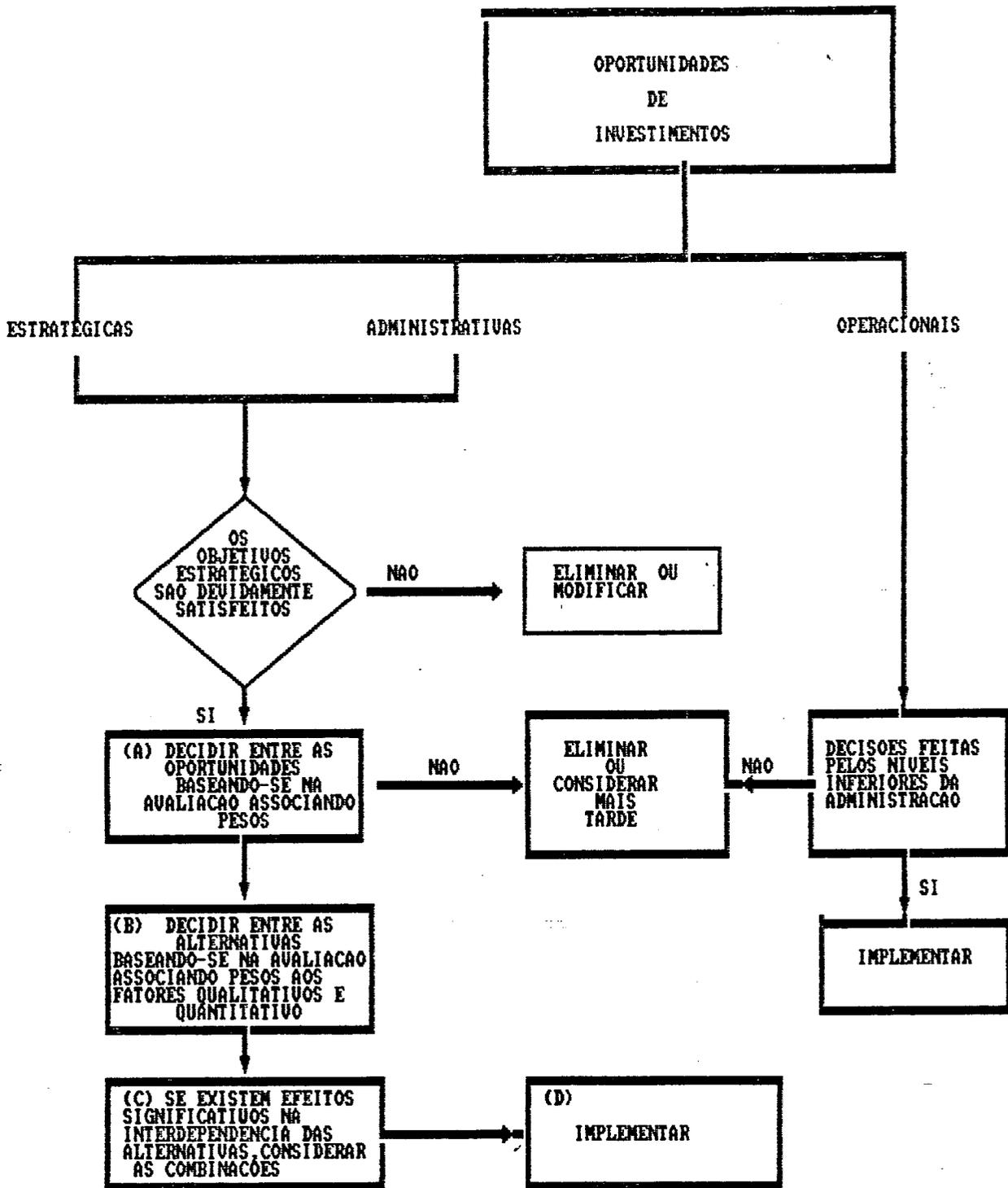
Depois disto, consideram-se algumas alternativas mutuamente exclusivas para a oportunidade aceita e efetua-se uma seleção considerando fatores qualitativos e quantitativos.

A figura 5.2 ilustra a identificação e peso dos critérios. Notemos que apenas quatro atributos são considerados importantes. Normalmente, se recomenda que ao critério mais

importante se atribua um peso de 100, e que aos demais critérios escolhidos se dê menores pesos de acordo com a sua importância relativa. Tais pesos são frequentemente tão subjetivos que é aconselhável provar várias combinações de "consistência das preferências", até que esteja de acordo com os pesos atribuídos.

A figura 5.3 mostra uma forma para realizar a avaliação tática atribuindo pesos aos valores intangíveis, para três alternativas. Utilizam-se os pesos normalizados da figura 5.2. Nota-se que uma escala de avaliação (de zero até dez) é utilizada para refletir o quanto cada alternativa satisfaz cada critério. Por exemplo, com relação ao primeiro critério, as alternativas A-1 e A-2 tem valor de 7.5 e 9 respectivamente. Estes valores poderiam estar baseados em alguma escala subjetiva com indicações do tipo "zero para uma muito fraca" e "10 para uma alternativa extraordinariamente boa". O lado direito da figura 5.3 mostra a fórmula para os cálculos, com totais para as três alternativas, sendo esta a avaliação final atribuindo pesos.

O procedimento anterior pode ser completado considerando os efeitos interdependentes das oportunidades (fig. 5.1 bloco C). Por exemplo um CIM na planta nº 01, poderia melhorar os benefícios do sistema de informação administrativa de alguma outra planta. Tais efeitos alternativos deveriam ser considerados realizando as combinações de todas as alternativas mutuamente exclusivas.



CAPÍTULO 6

6. Conclusões

Este trabalho começa fazendo uma descrição da história da manufatura, da qual desprende-se dois fatos importantes:

- O primeiro, consiste na implacável perseguição de aumentos na produtividade para satisfazer objetivos econômicos.

- O segundo, consiste no papel dos administradores da manufatura, antes de 1900 como empreendedores tecnológicos de alto nível e depois da criação do departamento de produção, como protetores dos ativos.

A partir de 1960, a indústria norte-americana era considerada a melhor do mundo. Na década de 1980 isto se questionou abertamente. Depois de 1900 os conceitos e técnicas administrativas desenvolvidas estavam orientadas para a eficiência dos sistemas e não para sua estruturação. Os requisitos do departamento de produção enfatizavam a eficiência e metas de curto prazo, que demandavam retorno dos investimentos, em lugar de considerar os critérios voltados para as necessidades estratégicas.

As técnicas e os conceitos da administração industrial do começo do século mostram que a preocupação era a

racionalização, eficiência e estabilidade, em um meio ambiente que sofria constantes transformações. Quando o Império do capataz não foi capaz de administrar os custos, estoques, programação e mudanças nos produtos, Taylor e seus servidores estabeleceram as técnicas e conceitos fundamentais da administração da manufatura. Seu pensamento era linear medir, analisar, racionalizar e controlar. No período de 1920-1960 os assuntos que se trataram em detalhe, variaram desde os micromovimentos para determinar padrões para o lote econômico até o MRP.

A máxima produção por hora/homem e por hora/máquina, foi o enfoque lógico dos engenheiros industriais. A preocupação fundamental era a padronização, a simplificação, os grandes lotes de produção com poucas mudanças. Tentava-se a estabilidade em cada dimensão do processo. Os trabalhos eram projetados de tal maneira que seu conteúdo mínimo, maximizava-se a perfeição, estudava-se cada micromovimento para que o desperdício fosse mínimo. Dizia-se aos operários como realizar seu trabalho, existia um conjunto de padrões para medir e controlar os trabalhos diários de cada pessoa, pagavam-se bons salários para atrair os melhores trabalhadores. Sonhava-se com o impossível: manter os mercados estáveis, para o qual se construíram plantas enormes baseadas no conceito das economias de escala, com uma mão-de-obra dócil e uma tecnologia madura.

Entretanto, esta idéia da produtividade começou a fracassar a partir de 1960. Antes ela funcionava devido principalmente ao crescimento dos mercados. Infelizmente as debilidades deste conceito de produtividade não foram nem estão

sendo facilmente compreendidas. Para a administração industrial existia apenas uma maneira de se ter-se êxito. O sucesso era medido em termos econômicos (lucros e perdas) e este êxito era alcançado por um alto volume de produção, com a maior produtividade e com uma qualidade aceitável do produto. Era um modelo essencialmente financeiro. O aspecto fundamental e quase obsessivo era que a melhor fábrica seria aquela que fosse mais produtiva.

Ainda hoje em 1990 é comum se perguntar, o que há de errado com tudo isto.

Agora existem novas regras e a produtividade não é o aspecto chave, de fato nunca deveria ter sido, apenas funcionou bem quando os mercados estavam crescendo rapidamente e a competição era ilimitada. Fracassou por causa das pressões competitivas internacionais; por que tratava-se a fábrica como um modelo financeiro muito preocupados com o custo da mão-de-obra; tentava-se evitar qualquer mudança; o papel principal da administração era de coordenar e tentar implantar processos contínuos para a produção em massa. Estes fatores foram inapropriados e insuficientes para competir com êxito na década de 1980. Para ter êxito hoje, a fábrica não deve ser considerada apenas do ponto de vista da Teoria do Investimento de Capital, mas deve também ser um recurso competitivo. Por exemplo, a mão-de-obra e a flexibilidade do processo para mudanças nos produtos e no volume a ser produzido, devem ser considerados como fontes de competitividade.

Com as antigas regras, a fábrica era considerada como um

modelo financeiro. As novas regras requerem que a administração da fábrica seja diferente, deve considerá-la como um instrumento para o êxito competitivo, mudando continuamente a missão da manufatura à medida que se apresentam mudanças na tecnologia, na situação competitiva e na estratégia da empresa. Os administradores devem desenvolver estruturas que possam adaptar-se a uma grande quantidade de mudanças e variedade de produtos, assim como a inovações tecnológicas.

Antes de 1900, apesar das debilidades na administração dos recursos humanos, a manufatura estava bem dirigida pela alta administração, eles eram empreendedores tecnológicos, arquitetos de sistemas produtivos: mas quando delegaram suas responsabilidades de produção a um departamento de segundo nível, a fábrica nunca recuperou sua vitalidade. Este sistema administrativo era protetor e não era empreendedor, nem estratégico.

Por estas razões, apresentam-se algumas estruturas descritivas (modelos), para compreender como a função de produção pode contribuir para o alcance dos objetivos estratégicos globais. Uma maneira nova, mais útil e efetiva, de administrar surge, quando os projetistas de sistemas de produção incluem as pessoas e sobre tudo a tecnologia dos equipamentos e processos; organizam a fábrica para administrar uma grande quantidade de mudanças e estruturam a manufatura como um recurso estratégico.

A demanda cada vez maior por novos produtos e as vantagens da nova tecnologia baseada no microprocessador contribuem para que os administradores da manufatura tenham um

novo papel na administração geral da empresa. As vantagens competitivas são geradas pela maneira com que a empresa considera sua fábrica no contexto organizacional, modificando sua orientação, dando menos ênfase à produtividade e mais ênfase à inovação de processos, desenvolvendo estruturas de manufatura que considerem a tecnologia como fator estratégico.

A substituição dos antigos padrões pelos novos é um processo que deve ser realizado com rapidez, principalmente por causa dos impactos da nova tecnologia de manufatura e uma competição cada vez mais agressiva.

Existem muitos requisitos que devem satisfazer uma empresa manufatureira para que possa sobreviver competitivamente no futuro, grande parte destes são proporcionados pela nova tecnologia de equipamentos e processos. Este estudo revela a necessidade de incorporar esta tecnologia na escolha de decisões estratégicas.

Porém, seria importante para um futuro estudo desenvolver um modelo de gerenciamento da empresa que vise utilizar o potencial estratégico que fornecem as novas tecnologias de manufatura, para que seja utilizada como um instrumento competitivo. Este modelo deveria enfatizar o fato de que os administradores industriais devem considerar o planejamento a longo prazo, com uma clara definição dos objetivos de melhoramentos tecnológicos e despues daí definir as estratégias de Marketing e requisitos financeiros de acordo com as modificações nas capacidades tecnológicas. A sequência inversa, que domina o pensamento gerencial atual, limita os esforços de melhoramentos

tecnológicos. A consolidação de investimentos em tecnologia de manufatura depois de estimar as possibilidades financeiras e os potenciais de marketing não parece ser um enfoque viável.

Deve-se mudar a importância relativa em P&D. A premissa usual é dar maior prioridade no orçamento de capital da empresa na P&D de produtos em lugar da tecnologia de manufatura. Isto não sustenta a investida da nova tecnologia nem o desafio japonês.

É também recomendável realizar um estudo sobre os novos conhecimentos e capacidades que devem ter os altos executivos da empresa. Estes devem ser capazes de pensar em termos globais da estratégia empresarial e também pensar em termos tecnológicos nestes tempos de rápidas inovações tecnológicas.

Bibliografía**Artigos**

1. Abernathy, W.J.; Clark, K.B.; Kantrow A.M.. The New Industrial Competition. *Harvard Business Review*. Sept./Oct. 1981.
2. Abernathy, W.J.; Hayes, R.W.. Managing Our Way To Economic Decline. *Harvard Business Review*. Jul./Aug. 1980.
3. Ansari, A.. Survey Identifies Critical Factors in Successful Implementation of Just-in-Time Purchasing techniques. *Industrial Engineering*. Oct. 1986.
4. Artelt, G.. How To Stay Competitive Through Tecnology. *Knitting International*. Nov. 1983.
5. Banks, R.L.; Wheelwright, S.G.. Operations Vs. Strategy: Trading Tomorrow For Today. *Harvard Business Review*. May./Jun. 1979.
6. Bernard, P.. Structured Project Methodology Provides Support For Informed Business Decisions. *Industrial Engineering*. Mar. 1986.
7. Biasca, R.E.. El Planeamiento Estratégico: La respuesta Gerencial a la Década del Ochenta. *Revista de Administración de Empresas*. Año XII.

8. Canada, J.. Non-Traditional Method For Evaluating CIM Opportunities Assigns Weights To Intangibles. *Industrial Engineering*. Mar. 1986.
9. Diaz, A.E.. The Software Portfolio: Priority Assignment Tool Provides Basis For Resource Allocation. *Industrial Engineering*. Mar. 1986.
10. Engwall, R.L.. Flexible Manufacturing System Pays Off For Both Westinghouse and The Air Force. *Industrial Engineering*. Nov. 1986.
11. Farley, J.V.; Kahn, B.; Lehman, D.R.; Moore, W.L.. Modeling The Choice to Automate. *Sloan Management Review*. Winter 1987.
12. Ferrari, C.A.. Planeamiento Estratégico. *Revista de Administración de Empresas*. Año XII.
13. Frazelle, E.H.. Flexibility: A Strategic Response In Changing Times. *Industrial Engineering*. Mar. 1986.
14. Frohman, A.L.. Technology as a Competitive Weapon. *Harvard Business Review*. Jan./-Febr. 1982.
15. Gerwin, D.. Do's and Don'ts of Computerized Manufacturing. *Harvard Business Review*. Mar./Apr. 1982.
16. Godiwalla, Y.M.; Melnhart, W.A.; Warde, W.D.. Strategic Funcional

Management and The Influence of Technology. *Journal of General Management*. V. 5, n.2, Winter 79/80.

17. Gold, B.. CAM Sets New Rules for Production. *Harvard Business Review*. Nov./Dec. 1982.
18. Goldhar, J.D.; Jelinek, M.E.. The Strategic Implications of The Factory of The Future. *Sloan Management Review*. Summer 1984.
19. Goldhar, J.D.; Jelinek, M.E.. Plan for Economies of Scope. *Harvard Business Review*. Nov./Dec. 1983.
20. Gudnason, C.; Riis, J.. Manufacturing Strategy. *Omega*. V.12, n.6
21. Gunn, T.G.. The Mechanization of Design and Manufacturing. *Scientific American*. Sept. 1982.
22. Ham, I.; Marion, D.; Rubnovich, J. Developing A Group Technology Coding & Classification Scheme. *Industrial Engineering* Jul. 1986.
23. Hayes, R.H.; Schmenner, R.W.. How Should You Organize Manufacturing?. *Harvard Business Review*. Jan./Febr. 1978.
24. Hayes, R.H.; Wheelwright, S.G.. Link Manufacturing Process and Product Life Cycles. *Harvard Business Review*. Jan./Febr. 1979.

25. Hayes, R.H.; Wheelwright S.C.. The Dynamics of Process-Product Life Cycles. *Harvard Business Review*. Mar./Apr. 1979.
26. Hayes, R.H.; Wheelwright, S.C.. Competing Through Manufacturing. *Harvard Business Review*. Jan./Febr. 1985.
27. Hayes, R.H.. Why Japanese Factories Work. *Harvard Business Review*. Jul./Aug. 1981.
28. Jaikumar, R.. Postindustrial Manufacturing. *Harvard Business Review*. Nov./Dec. 1986.
29. Joiner, C.W.. Harvesting American Technology-Lesson From The Japanese Garden. *Sloan Management Review* Summer 1989.
30. Kanter, R.M.. Innovation-The Only Hope For Times Ahead?. *Sloan Management Review*. Summer 1984.
31. Kinney, H.D.; McGinnis, L.F.. Manufacturing Cells Solve Material Handling Problems. *Industrial Engineering*. Aug. 1987.
32. Kinney, H.D.; McGinnis, L.F.. Design and Control of Manufacturing Cells. *Industrial Engineering*. Oct. 1987.
33. Lee, R.D.. Linking Operational Proposals To Overall Business Strategy: Fourteen Guiding Principles. *Industrial Engineering*. Aug. 1988.

34. McFarlan, F.W.. Information Technology changes The Way you Compete. Harvard Business Review. May/Jun. 1984.
35. Mocsanyi, D.C.. Integrando MRP II com Just-in-Time. Máquinas e Metais. Ag. 1988.
36. Oliveira, M.C.. Revista de Administração. V.20, n.2, Apr./Jun. 1985.
37. Parnaby, J.. Creating a Competitive Manufacturing Strategy. Production Engineer. Jul/Aug. 1988.
38. Riemsdijk, H.A.(van). La Estrategia Empresarial Para La Década del Ochenta. Revista de Administración de Empresa. Año XII.
39. Schuk, C..Flexible Material Management Systems Help Companies Optimize Resources Instead of Replacing Them. Industrial Engineering Nov. 1985.
40. Scott, D.. Strategic Planning: A Crucial Step Toward a Successful Productivity Management Program. Industrial Engineering. Jan. 1985.
41. Sepehri, M.. Competition Requires Management To Focus Attention On Manufacturing . Industrial Engineering. May 1987.
42. Shunk, D.L.. Group Technology Provides Organized Approach To Realizing Benefits Of CIMS. Industrial Engineering. Apr. 1985.

43. Stobaugh, R.; Telesio, P.. Match Manufacturing Policies and Product Strategy. *Harvard Business Review* Mar./Apr. 1983.
44. Skinner, W.. The Productivity Paradox. *Harvard Business Review*. Jul./Aug. 1986.
45. Vonderembse, M.A.; Wobser, G.S.. Steps For Implementing a Flexible Manufacturing System. *Industrial Engineering*. Apr. 1987.
46. Wheelwright, S.C.. Japan-Where Operations Really are Strategic. *Harvard Business Review*. Jul./Aug. 1981.

Livros

47. Ansoff, H.I.. *Estrategia Empresarial*. New York: John Wiley & Sons, 1985.
48. Cyert, R.M.; March, J.G.. *A Behavioral Theory of the Firm*. New Jersey: Prentice-Hall, 1963.
49. Simon, H.A.. *The New Science of Management Decision*. New York: Harper & Row. 1960.
50. Skinner, W.. *Manufacturing-The Formidable Competitive Weapon*. New York: John Wiley & Sons. 1985.