

✓

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ABORDAGEM À ANÁLISE ECONÔMICA DOS PROJETOS DE  
SISTEMAS AVANÇADOS DE MANUFATURA**

DEDALUS - Acervo - EESC



31100006963

ENG<sup>A</sup> SANDRA CRISTINA CORRÊA RIBEIRO PEREIRA

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

ORIENTADO: Prof.Dr.Marino de Oliveira Resende



São Carlos  
1997

Class.	TESE. EESC
Curr.	P4252
Tombo	T0051/98

31100006963

S/S 944226

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento  
da Informação do Serviço de Biblioteca - EESC-USP

P436a

Pereira, Sandra Cristina Corrêa Ribeiro  
Abordagem à análise econômica dos projetos de  
sistemas avançados de manufatura / Sandra Cristina  
Corrêa Ribeiro Pereira. -- São Carlos, 1997.

Dissertação (Mestrado). -- Escola de Engenharia  
de São Carlos-Universidade de São Paulo, 1997.

Área: Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Dr. Marino de Oliveira  
Resende

1. Sistemas avançados de manufatura. 2. Análise  
econômica. 3. Estratégia de manufatura. I. Título.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidata: Engenheira **SANDRA CRISTINA CORREA RIBEIRO PEREIRA**

Dissertação defendida e aprovada em 19-12-1997  
pela Comissão Julgadora:



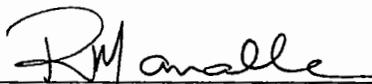
---

Prof. Doutor **MARINO DE OLIVEIRA RESENDE (Orientador)**  
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



---

Prof. Doutor **JOSÉ BENEDITO SACOMANO**  
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



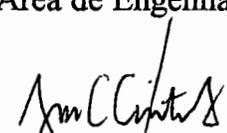
---

Profª. Doutora **ROSÂNGELA MARIA VANALLE**  
(Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP)



---

Prof. Titular **JOÃO VITOR MOCCELLIN**  
Coordenador da Área de Engenharia de Produção



---

**JOSÉ CARLOS A CINTRA**  
Presidente da Comissão de Pós-Graduação

Ao meu filho Leonardo,  
pelos momentos de ausência, ao  
meu esposo Nelcimar, pelo apoio  
e compreensão.

## Agradecimentos

Aos meus pais, Antonio e Diva, meus primeiros e eternos professores, por me ensinaram seus princípios de dignidade e por tanto me encativarem.

À memória de meu avó Alziro, por sua imensa admiração ao conhecimento e pela lição de vida que deixou.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marino de Oliveira Resende, pela dedicação na orientação deste trabalho.

Aos meus irmãos Sileise, Marçal e Marcelo pela sincera amizade.

As amigas Regina Maura e Ana Cristina, grandes incentivadoras em todos os momentos.

Aos professores doutores, Wilson K.Tachibana e Alfredo Colenci Junior, pelas oportunidades.

A todos os colegas, professores e funcionários do Departamento de Engenharia de Produção da EESC/USP pela colaboração direta ou indireta para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURA.....	i
LISTA DE TABELAS.....	iii
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS.....	iv
LISTA DE SÍMBOLOS.....	vi
RESUMO.....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 AVANÇOS DA TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA.....	4
2.1 Introdução.....	4
2.2 Controle Numérico: definições, características e princípios gerais.....	5
2.2.1 Controle Numérico Computadorizado.....	8
2.3 Sistema DNC- Controle Numérico Direto.....	9
2.4 Conceito de Tecnologia de Grupo e Células de Manufatura.....	13
2.4.1 Áreas de aplicação.....	13
2.4.2 Histórico, tendências atuais e aspectos futuro.....	15
2.5 Sistemas Flexíveis de Manufatura.....	16
2.5.1 Introdução.....	16
2.5.2 Características dos FMS.....	16
2.6 Manufatura Integrada por Computador- CIM.....	19
3 ESTRATÉGIA DE MANUFATURA.....	21
3.1 Definição de Estratégia.....	21
3.2 Estratégia Empresarial: divisão hierárquica.....	22
3.2.1 Estratégia Corportiva.....	22
3.2.2 Estratégia das Unidades de Negócios.....	24
3.2.2.1 Estratégia Competitiva: o modelo de Porter.....	25
3.2.3 Estratégia Funcional.....	30
3.3 Estratégia de Manufatura.....	30
3.3.1 Definição de Estratégia de Manufatura.....	31
3.3.2 Prioridades Estratégicas.....	35
3.3.2.1 Custo.....	36
3.3.2.2 Qualidade.....	39
3.3.2.3 Desempenho das Entregas.....	42
3.3.2.4 Flexibilidade.....	43
3.3.3 Categorias de Decisão.....	45
3.3.4 Desenvolvimento e Implantação de uma Estratégia de Manufatura.....	51
3.4 Estratégia de Manufatura e Cultura Organizacional.....	56

4 MÉTODOS TRADICIONAIS DE AVALIAÇÃO e ANÁLISE DE PROJETO..	60
4.1 Introdução.....	60
4.2 Estudo do Mercado.....	60
4.3 Estudo do Tamanho e da Localização.....	62
4.4 Engenharia.....	69
4.5 Avaliação Econômica e Financeira.....	71
4.6 Avaliação de Investimento.....	76
4.6.1 Técnicas de Avaliação de Investimento.....	79
5 ABORDAGEM DE AVALIAÇÃO FINANCEIRA DE SISTEMAS AVANÇADOS DE MANUFATURA.....	85
5.1 Benefícios Intangíveis dos SAM e problemas com a Análise Econômica Tradicional.....	85
5.2 Métodos Alternativos de Análise de Investimento.....	91
5.2.1 Modelo de Avaliação Econômica considerando Custo de Oportunidade.....	91
5.2.2 Uma Abordagem ao Problema de Rateio de Custo em FMS.....	107
6 SÍNTESE, AVALIAÇÕES e CONCLUSÕES.....	114
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119

## RELAÇÃO DE FIGURAS

1.1 - Base para o Sucesso dos SAM.....	02
2.1 - Relação entre tipos de produção, especialização das máquinas, quantidade de produção .....	05
2.2 - Composição do controle numérico.....	06
2.3 - Controle ponto-a-ponto.....	06
2.4 - Controle em linha reta.....	07
2.5 - Controle contínuo.....	07
2.6 - Centro de usinagem CNC horizontal com magazine de ferramentas.....	10
2.7 - Esquema de envolvimento dos departamentos.....	14
2.8 - Exemplo de Sistema Flexível de Manufatura.....	17
2.9 - Metas quando se utiliza FMS.....	19
2.10- CIM e suas funções constituintes.....	20
3.1 - Níveis hierárquicos das estratégias.....	22
3.2 - Conteúdo de uma estratégia de manufatura.....	34
3.3 - Concepção geral da produtividade.....	38
3.4 - Matriz de decisão para estratégia de manufatura.....	50
3.5 - Etapas para formulação de uma estratégia de manufatura.....	53
3.6 - Estrutura prática para formulação de uma estratégia baseada nos recursos..	55
3.7 - Estratégia de manufatura e cultura organizacional- definições operacionais.	58
4.1 - Fatores que afetam as decisões de escolha de local.....	66
4.2 - Ponto de equilíbrio.....	75
4.3 - Fluxo Custos/Receitas.....	78
4.4 - Diagrama de fluxos de caixa para um projeto de investimento genérico.....	81
5.1 - Contabilidade tradicional dos rendimentos e classificação e gastos.....	92
5.2 - Classificação de rendimentos e gastos propostos.....	93
5.3 - Um típico sistema de manufatura e de estoque para produto .....	95
5.4 - Lay-out do BS atual.....	99
5.5 - Lay-out do SMC robotizado.....	100

5.6 - Deficiência do cálculo convencional.....	108
5.7 - Contabilidade de custo diferenciada.....	109
5.8 - Consistência dos custos de manufatura.....	110
5.9 - Custo de peças do FMS com contabilidade diferenciada.....	111
5.10- Avaliação da performance do sistema.....	113
6.1 - Economia da manufatura moderna.....	116
6.2 - Uma estrutura da economia da manufatura moderna.....	117

**RELAÇÃO DE TABELAS**

3.1 - Estágios da estratégia de manufatura.....	33
3.2 - Rendimentos de escala.....	37
5.1 - Fluxo de caixa anual.....	90
5.2 - Primeiros custos para BS e SMC.....	101
5.3 - Taxa de demanda e orçamento operacional.....	102
5.4 - Custos de produção/preço de venda.....	103
5.5 - Comparação do volume de produção e alocação de orçamentos.....	106
5.6 - Demonstrativo de resultados.....	107
6.1 - Pesquisa para a tendência na economia dos SAM.....	116

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

- ABC** - Custeio Baseado em Atividades (Activity Based Costing)  
**AGVs** - Veículos automáticos  
**BS** - "Batch shop"  
**C** - Custo  
**CAD** - Projeto Auxiliada por Computador (Computer Aided Design)  
**CAM** - Manufatura Auxiliada por Computador (Computer Aided Manufacturing)  
**CAPP** - Planejamento da Produção Auxiliada por Computador (Computer Aided Production Planing)  
**CAT** - Teste Auxiliado por Computador  
**CD** - Ciência da Decisão  
**CG** - Gerenciamento Contábil  
**CIM** - Manufatura Integrada por Computador (Computer Integrated Manufacturing)  
**CMS** - Sistema de Gerenciamento de Custo (Cost Management System)  
**CN** - Controle Numérico  
**CNC** - Controle Numérico Computadorizado  
**D** - Dentes  
**DNC** - Controle Numérico Direto.  
**EEM** - Engenharia Econômica e Gerenciamento.  
**EM** - Engenharia de Manufatura  
**EMM** - Economia da Manufatura Moderna  
**FDC** - Fluxo de Caixa Descontado  
**FMS** - Sistemas Flexíveis de Manufatura (Flexibel Manufacturing Systems)  
**G** - Gerenciamento  
**JIT** - Just-in-Time  
**MO** - Mão-de-obra  
**MRP** - Planejamento das Necessidades de Materiais (Material Requerimets Planning)  
**NT** - Não tem  
**PAC** - Controle das Atividades de Produção  
**PND** - Produto Nacional Bruta  
**P&D** - Pesquisa e Desenvolvimento  
**RH** - Recursos Humanos  
**SAM** - Sistemas Avançados de Manufatura (Manufacturing Advanced Systems)  
**SMC** - Sistema de Manufatura Celular  
**TIR** - Taxa Interna de Retorno  
**TG** - Tecnologia de Grupo (Group Tecnology)  
**TMAR**- Taxa Mínima de Atratividade.  
**TMEF**- Tempo Médio Entre as Falhas  
**TMPEF**- Tempo Médio até a Primeira Falha  
**VPL** - Valor Presente Líquido  
**WCM** - Manufatura de Classe Mundial

## LISTA DE SÍMBOLOS

- e** - Elasticidade de preço.  
**E<sub>y</sub>** - Elasticidade de renda  
**n** - períodos.

## RESUMO

PEREIRA, S.C.C.R. *Abordagem à Análise Econômica de Projetos de Sistemas Avançados de Manufatura*. São Carlos, 1997. 122 p. Dissertação (Mestrado) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Com as mudanças ocorridas no mercado consumidor, que passa a ser mais exigente, as indústrias precisaram modificar-se para adaptarem-se a nova realidade e conseqüentemente atender a estas exigências. Dá-se início, então, ao processo de desenvolvimento dos Sistemas Avançados de Manufatura.

No entanto, isso apenas não é o suficiente; é preciso ter novas tecnologias tanto no processo produtivo como também na administração, além disso, como os Sistemas Avançados de Manufatura proporcionam benefícios intangíveis, torna-se difícil de se avaliar seus projetos através dos métodos tradicionais de análise de investimento, que se baseiam em fatores mensuráveis.

Portanto, para as empresas terem sucesso utilizando os SAM, se faz necessário que tenham novas tecnologias no processo produtivo, na administração e utilize métodos de avaliação adequados.

As novas tecnologias de produção tratam-se de máquinas-ferramentas com CN, CNC, DNC, além dos FMS e CIM. As novas tecnologias administrativas se referem a utilização da estratégia de manufatura como uma importante arma competitiva. Fez-se um levantamento de métodos adequados de avaliação capazes de suprirem as falhas dos tradicionais, como o modelo de multiperíodos de Fluxo de Caixa Descontado, a Economia da Manufatura Moderna e também a constatação de problemas em relação a contabilidade de custo.

Palavras-chave: Sistemas Avançados de Manufatura; Análise Econômica; Estratégia de Manufatura.

**ABSTRACT**

PEREIRA, S.C.C.R. *About Economic Analyse the Advanced Manufacturing Systems Project*. São Carlos, 1997. 122 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

The modifications occurs on the market forced the enterprises to adopt their production methods as a means of retaining or sharpening their competitive edge. Then to start the Advanced Manufacturing System (AMS) such as group technology (GT.), flexible manufacturing systems (FMS), and forth.

The AMS's success include the relationship between manufacturing strategy, advanced production technology and adequate analyse methods.

These AMS have a great potential for improving manufacturing performance, but there is still a big problem with traditional methods of economic analyse, that are often based on the cash flow (DCF) and cannot quantifying the AMS's benefits intangible.

Keywords: Advanced Manufacturing System; Manufacturing Strategy; Economic Analyse

## INTRODUÇÃO

Na década de 70 iniciou-se um processo de importantes mudanças no mercado consumidor, o qual passou a exigir produtos diferenciados, “customizados”, com qualidade e com preços baixos; além disso, um outro fator começa a ter importância: o custo de mão-de-obra, que passa a ser cada vez mais significativo, começando a elevar, tanto os salários como os encargos. Estas modificações fizeram com que as indústrias também modificassem, surgindo um novo paradigma de produção. E, atualmente, com a queda de barreiras comerciais, dando início a globalização, este processo se firma cada vez mais.

O novo paradigma deixa de lado o taylorismo-fordismo e dá início a um processo de inovações através:

- ↳ de melhoria dos processos produtivos, tornando-os flexíveis com a utilização de novas tecnologias, tanto de máquinas e equipamentos, como de organização e administração, a nível gerencial e de chão de fábrica;
- ↳ do aumento da produtividade e da qualidade, eliminando-se desperdícios e, conseqüentemente, baixando os custos de produção;
- ↳ etc.

Assim, essa nova situação forçou as indústrias a transformarem seus sistemas produtivos, procurando adaptá-los à necessidade de produzir uma grande diversificação de itens em quantidades pequenas e médias, mantendo um nível satisfatório de produtividade. Deste modo, novas filosofias e técnicas de organização e de manufatura começaram a emergir, como o JIT, MRP, TG, FMS, CIM, entre outras.

Tal como as modificações no mercado consumidor exigiram alterações nos sistemas de manufatura, estes também estão necessitando de mudanças nos métodos de avaliação de seus projetos. As formas tradicionais baseiam-se principalmente no fluxo de caixa, ou seja, num fator mensurável. Entretanto, este tipo de avaliação de projeto não se adequa aos SAM, que proporcionam benefícios estratégicos que devido a sua natureza não são mensuráveis. Portanto, é preciso que os métodos de avaliação de projeto levem em conta a capacidade dos sistemas produtivos produzirem produtos diversificados e lotes diferenciados; a adaptabilidade das máquinas ferramentas, do ferramental, dos dispositivos; a manutenção; a atividade de

produção com qualidade a níveis econômicos competitivos; etc. Caso contrário, a avaliação de projeto utilizando métodos tradicionais pode provocar resultados errôneos, podendo apresentar inviabilidade para um projeto viável. Por exemplo, a compra de um torno CNC, utilizando o processo de pay-back, pode levar a conclusão que vai demorar vários anos para haver retorno do investimento, já que é uma máquina de valor elevado; no entanto, ela não leva em consideração, por exemplo, que o aumento da precisão das peças conseguida com ela poderá ocasionar maior satisfação do cliente, aumento nas vendas, diminuição de estoque, aumentando, assim, o giro de capital, etc.

O estudo de viabilidade dos SAM devem estar apoiados em três pilares de sustentação, (estratégia de manufatura; máquinas com CNC, FMS; métodos de avaliação adequados) como mostra a figura 1, para que a empresa que os aplicar tenha sucesso, usando-os como uma poderosa arma competitiva que podem ser. Mas, para isto, precisam ser devidamente administrados e explorados, fazendo com que a empresa que os implantar consiga estabelecer-se e crescer nessa nova realidade, adaptando-se a estas mudanças, tornando-se, assim, competitivas, para concorrer.

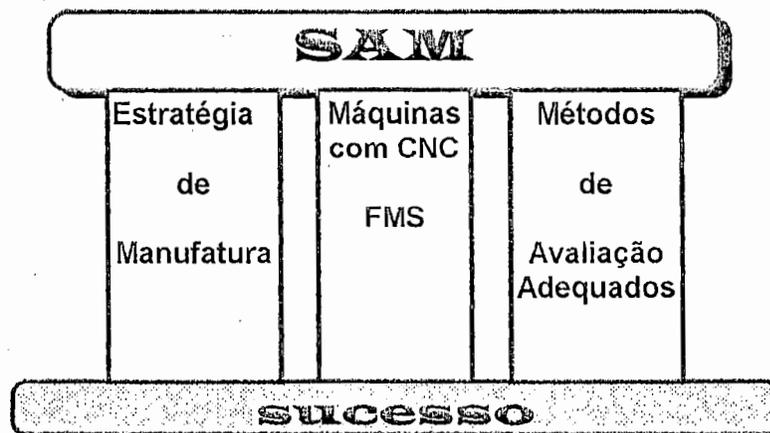


Figura 1.1- Base para o Sucesso dos SAM

Baseando-se nesta estrutura, esta dissertação visa o levantamento de métodos alternativos de análise de projetos dos SAM, além de se fazer um levantamento de seus fundamentos técnicos e estratégicos.

A dissertação está estruturada com as seguintes partes, além do capítulo 1:

No capítulo 2, “Avanços de Tecnologia de Produção Mecânica“, encontra-se um levantamento do desenvolvimento dos sistemas avançados de manufatura em relação a produção mecânica, desde seu início, com o CN, até os dias atuais com o CIM.

O capítulo 3, “Estratégia de Manufatura“, focaliza a estratégia de manufatura, mostrando a ferramenta importante que é para uma empresa tornar-se competitiva.

O capítulo 4, “Técnicas Tradicionais de Análise de Investimento“, aborda as técnicas de análise financeira comumente utilizadas para se fazer a análise de investimento em projetos.

No capítulo 5, “Abordagem da Avaliação Financeira de Sistemas Avançados de Manufatura“, discute-se as dificuldades encontradas quando se faz uma análise financeira de um projeto de sistemas avançados de manufatura utilizando as técnicas tradicionais de análise, e propõem-se algumas técnicas alternativas, capazes de contornar estas dificuldades.

Por fim, no capítulo 6, faz-se a conclusão do trabalho.

## 2 - AVANÇOS DA TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

### 2.1- Introdução

Os sistemas de fabricação podem ser divididos em três categorias com base na quantidade produzida em um tempo dado. Assim, existe:

- Sistemas de produção em massa;
- Sistemas de produção em lote e
- Produção em job-shop.

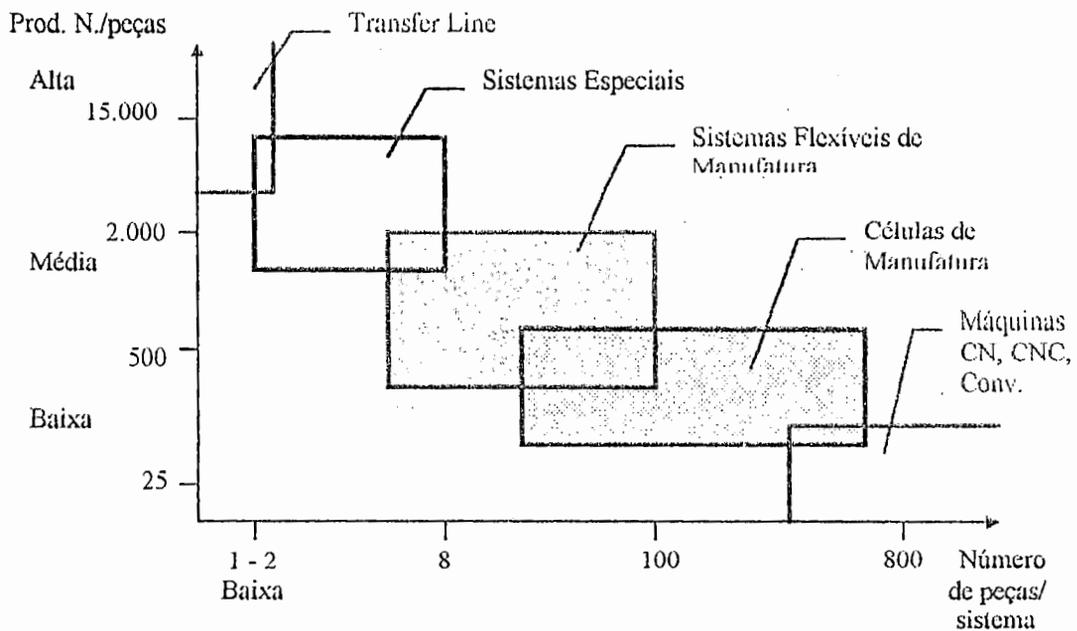
A produção em massa ocorre continuamente em máquinas especiais dedicadas. As máquinas podem ser especializadas porque não produzirão outra coisa. Este tipo de produção se caracteriza pela “automação rígida“, ou seja, automação que não pode ser alterada.

Muitos produtos são requeridos em quantidades não muito grandes e são produzidos em lotes. As máquinas usadas para fabricar os componentes e produtos em lotes (10 → 10.000) devem ser de uso mais geral do que as de produção em massa e devem ser adaptáveis à mudanças de set-up em diferentes formas com uma variedade de ferramental para produzir uma gama de componentes para um número de diferentes produtos. Ferramentas especiais, dispositivos de fixação, e gabaritos podem ser usados bem nas máquinas dependendo da quantidade total requerida.

Alguns produtos e componentes são requeridos apenas em quantidades muito pequenas e são produzidos por métodos “jobbing”. Utilizam-se máquinas de uso geral e processos manuais, não justificam o emprego de ferramenta, dispositivos e gabaritos especiais.

A figura 2.1 sumariza a relação entre os tipos de produção, a especialização das máquinas e a quantidade de produção.

Por décadas, na fabricação em escala industrial e na fabricação em massa, prevaleceu a automação em formas rígidas, tais como as linhas automatizadas e as linhas de transferências, baseadas em máquinas automáticas controladas por cames, como nas fábricas de componentes padronizados (porcas, parafusos, etc) e máquinas especiais para um único fim. Estes tipos de automação caracterizam-se pelo fato que, devido ao alto custo de ajustá-lo para o processo de fabricação, a mudança na



**Figura 2.1- Relação entre tipos de produção, especialização das máquinas, quantidade de produção**

produção de certas partes só é compensada depois de algumas semanas, ou até mesmo anos seguidos de produção para certas máquinas especiais.

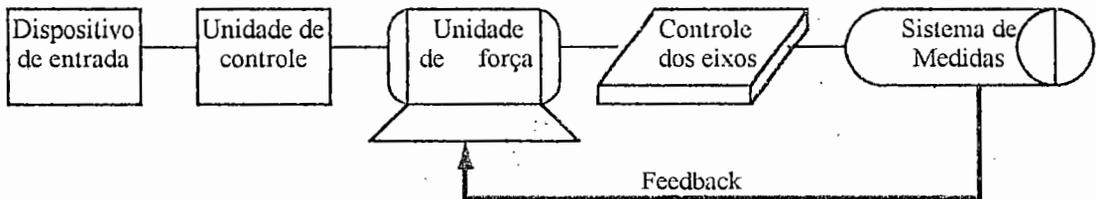
Tornou-se, entretanto, imperativo o desenvolvimento de formas de automação mais flexível. Lotes de quantidades pequenas e médias compõem a produção de cerca de 75% a 80% das partes fabricadas na indústria mecânica dos países desenvolvidos. Após a segunda guerra, a indústria aeronáutica, automobilística e de bens duráveis desenvolveram-se rapidamente, incrementando a demanda de componentes com formas geométricas complicadas.

Assim, a partir do desenvolvimento do primeiro computador no período de 1945-1946, chegou-se ao lançamento da primeira máquina com Controle Numérico em 1957, com participações fundamentais de instituições do governo americano.

## 2.2 Controle Numérico: definições, características e princípios gerais

O Comando Numérico é um equipamento eletrônico capaz de receber informações por meio de entrada própria, compilar estas informações e transmiti-las em forma de comando à máquina operatriz, de modo que esta, sem intervenção do operador, realize as operações na seqüência programada.

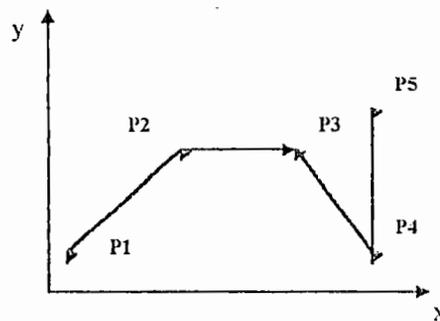
O Comando Numérico é composto de unidade de recepção de informações que pode ser leitora de fitas, de cartões (em desuso), leitora de fitas magnéticas, cassetes, unidades de disco, ou alimentação direta de uma central de computação. Possui, também, uma unidade calculadora onde os dados recebidos são processados e transmitidos às unidades de força e ao circuito, que integra a máquina operatriz ao comando. Globalmente tem-se:



**Figura 2.2- Composição do controle numérico**

Quanto a seqüência de movimentos, o comando numérico pode ser : controle ponto-a-ponto, controle em linha e controle contínuo:

➤ o controle ponto-a-ponto, de concepção mais simples, permite o posicionamento dos eixos comandados dentro do intervalo de precisão e repetibilidade previstos, porém, em movimento rápido e sem trajetória pré-determinada e controlada. Este tipo de controle é característica de furadeiras.



**Figura 2.3- Controle ponto-a-ponto**

➤ o controle em linha reta é caracterizado pelo fato de que após posicionar o sistema de coordenadas, o posicionamento do segundo eixo é levado a efeito simultaneamente com o processo. Ciclos de retângulos são executados. São comuns aplicações em tornos e máquinas de corte.

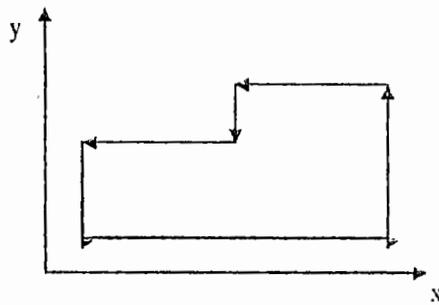


Figura 2.4- Controle em linha reta

➤ o controle contínuo garante além do posicionamento preciso da peça segundo os eixos comandados, também uma trajetória perfeitamente definida, tanto na sua forma quanto na velocidade de avanço.

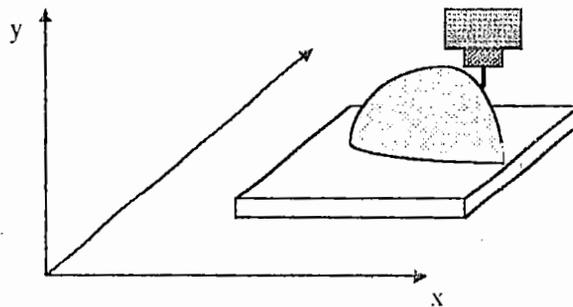


Figura 2.5- Controle contínuo

É o princípio de controle mais universal.

### Vantagens do Controle Numérico

- 1- Pode-se produzir peças de geometria complicada (ou simples) sem o uso de dispositivos complicados e caros de ajuda do posicionamento da ferramenta.
- 2- Pela captação da forma geométrica da peça pelas instruções de usinagem contidas em discos magnéticos ou fitas perfuradas, grande parte do tempo morto associado à preparação (set-up) da máquina é eliminado.

3- Repetibilidade e o uso de instruções idênticas permite que a geometria da peça possa ser produzida repetitivamente e consistentemente uma vez o protótipo seja aprovado. ( A precisão é , também, definida pelo desajuste da ferramenta).

4- Com a redução do tempo de preparação tornou-se mais econômico usinar lotes menores, conduzindo a uma redução do estoque em processo.

Com o desenvolvimento do CNC (Controle Numérico Computadorizado) a eficiência foi aumentada sensivelmente, permitindo controlar um elenco bem mais extenso de tarefas. O hardware e o software desenvolvidos tornaram possível a armazenagem de programas de controle providas de muito maior capacidade, tanto em termos de qualidade, como em quantidade comparados com as soluções mais antigas. Sua importância tornou-se ainda maior, porque veio a se constituir no componente fundamental dos Sistemas Flexíveis de Manufatura (FMS).

### **2.2.1 - Controle Numérico Computadorizado (CNC)**

O CNC é um sistema de Controle Numérico que faz uso de um microcomputador como unidade de controle de máquina. As máquinas ferramenta com CNC são os blocos de construção de um FMS, sendo que, através da utilização de máquinas com CNC tem-se elevado consideravelmente a eficiência das máquinas ferramenta, já que uma seqüência mais variada e ampliada de tarefas podem ser controladas.

O CNC é composto de um hardware, que é a estrutura computacional, e de um software, que é o programa de operações que o CNC executa. O hardware e o software, além de fornecerem o aumento da capacidade, da qualidade e da quantidade das peças usinadas no CN, também geram os controles de programação ainda em uso, de forma dinâmica.

As características básicas do CNC incluem a armazenagem de mais de um programa de peça; uso de disquete; edição de programa quando está na memória do computador; ciclos fixados e programação de sub-rotinas; interpolação; características de posicionamento para set-up; interface na comunicação, que permite uma máquina-ferramenta ser conectada com outros computadores; mas sua principal característica é que passos diferentes podem ser postos em prática, em seqüência, sem

intervenção manual, e um número de diferentes séries de operações de usinagem podem ser armazenadas em seus controladores.

Para iniciar um programa da máquinas com CNC, o operador somente precisa chamar seu nome ou número, enquanto uma série de diferentes peças podem ser usinadas sem haver necessidade de parada para a colocação da máquina na posição correta ou para instalar novas ferramentas. Os componentes ou grupos funcionais essenciais para um controle CNC são:

1- *Display da unidade tela* para alfa-numéricos e/ou indicação gráfica.

2- *Entrada de informação*, que é composta de:

a- um teclado alfa-numérico universal ou teclados operacionais especiais para entrada manual;

b- transmissores de dados;

c- entrada de dados direto no módulo DNC;

3- *unidades de controle* com diferentes estruturas. Os controles dos modernos CNC são baseados em microprocessadores.

4- *Funções de operacionais essenciais*, como ajuste de velocidade e avanço; programação de ferramenta; reajustamento de ferramenta, etc.

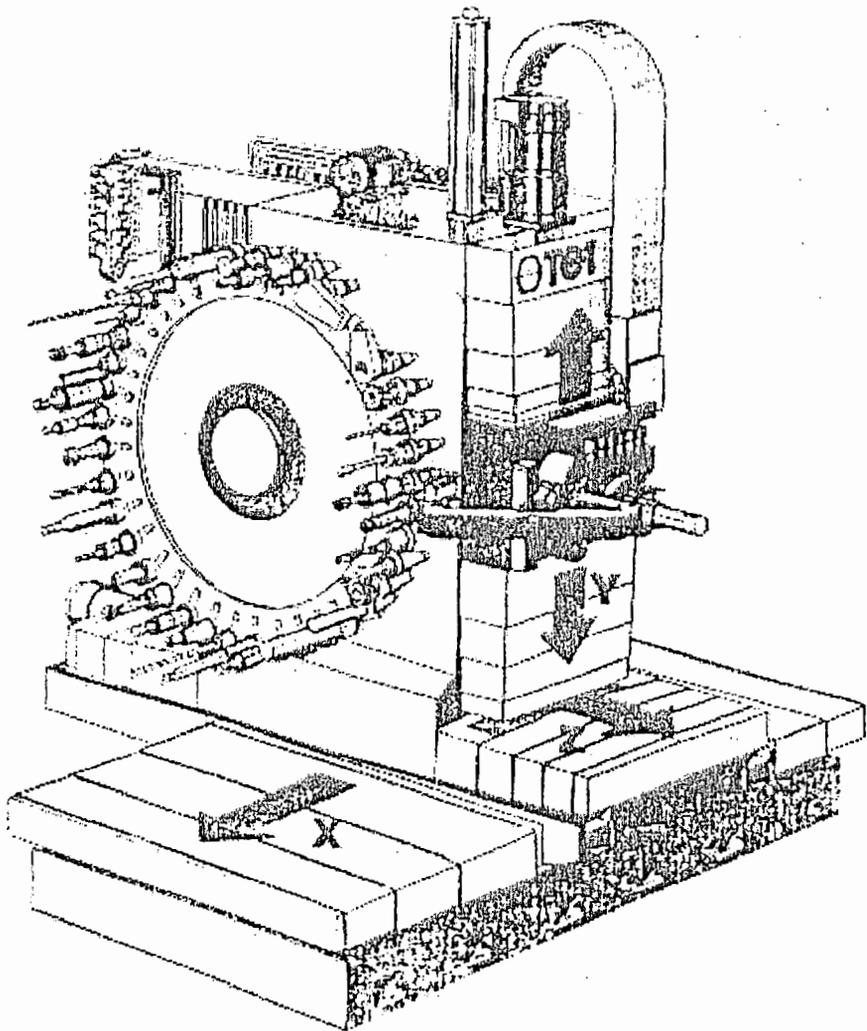
Modernamente, as máquinas CNC de usinagem podem ser divididas em dois grupos: Centros de Torneamento e Centros de Usinagem.

Os centros de usinagem são máquinas capacitadas a executarem um determinado número de operações, tal como fresamento, furação, mandrilamento, alargamento, rosqueamento etc, em um único set-up, em diversas superfícies de uma peça. Geralmente possuem troca automática de ferramenta, como exemplifica a figura 2.6 a seguir.

### 2.3 - Sistema DNC - Controle Numérico Direto

Em um sistema CIM, as máquinas ferramentas com CN estão no mais baixo nível da hierarquia de automação, então para produzir uma peça nas mesmas é

preciso um programa individual o qual se encontra em uma máquina específica. Atualmente, com a produção de peças mais complexas e a mudança freqüente de



**Figura 2.6- Centro de usinagem CNC horizontal com magazine de ferramentas para troca automática.**

produtos, surgiram problemas com a administração da armazenagem dos dados e programa das peças, com a distribuição dos programas de parte das peças para as máquinas ferramenta e com a interconecção e a sincronização das máquinas ferramenta. Sendo assim o DNC foi concebido para solucionar esses problemas e também para o auxiliar o planejamento do processo.

Apesar dos vários autores que pesquisam esta área definirem o DNC de diversos modos, eles basicamente utilizam a mesma filosofia:

REMBOLD et al. (1985) define o DNC como sendo um sistema usado para programar e supervisionar diretamente várias máquinas ferramentas com CN com o auxílio de um computador digital;

Para KOCHAN (1986) o DNC é um sistema de controle computadorizado direto de diversos tipos de manufatura, processamento e máquinas, para manipulação de peças e ferramentas e para transporte e armazenamento dos sistemas os quais estão equipados com sistemas de controle binário por um computador digital;

TESTI (1986) diz que o DNC é um sistema de transmissão de dados que liga um grupo de máquinas ferramentas com CN a um computador, tendo este a capacidade suficiente para conter todos os programas que serão enviados ou recebidos das máquinas da fábrica;

### **Histórico do Sistema DNC**

O sistema DNC foi projetado e construído em torno de 1966, nesta época ele parecia ser a solução para os problemas que os tapes utilizados pelo CN estavam apresentando. Estes problemas eram as deficiências das células fotoelétricas, responsáveis pela leitura e operação do programa CN, causados pela poeira, calor, etc do ambiente que estas operavam.

Apesar de uma difusão maior dos sistemas DNC na área da aeronáutica nos anos 70, de um modo geral houve uma baixa em sua difusão, devido muitos fatores, como por exemplo o alto custo dos computadores que possuíam capacidade adequada de armazenamento, falta de capacidade das máquinas ferramenta de retornar dados ao computador, etc.

No fim dos anos 70 um outro fator veio a prejudicar a velocidade de difusão do sistema DNC, o CNC, já que este oferecia a máquina ferramenta uma maior capacidade de armazenamento no próprio controle, além disto as células fotoelétricas faziam a leitura com maior velocidade e o back-up da memória do CNC já não era mais executada por tapes perfurados, mas sim em discos ou tapes magnéticos.

Atualmente o sistema DNC está sendo bem difundido já que os custos do controle da máquina e do computador diminuíram, sendo este fato decorrente do grande avanço da eletrônica.

### **Estrutura do Sistema DNC**

A estrutura geral de um sistema DNC é composta de um computador central, um ou vários elementos acoplados, e várias máquinas ferramentas com CN, que podem ter um controlador CN, CNC e PC, sendo estas conectadas a um sistema DNC. Várias formas de execução e planejamento da transferência de canais são usadas entre unidades individuais dos equipamentos. O guia computadorizado direto das máquinas ferramentas inclui as funções básicas, que representa o objetivo dos primeiros sistemas DNC, e suplementares, a qual é um resultado dos primeiros passos para o desenvolvimento do DNC. A função básica inclui os dados de CN relativos a distribuição, gravação, atualização, serviço, proteção e verificação, já a suplementar os dados do CN, manuseio e programação, e registro de dados, sendo dado de manufatura, situações dos dados e verificação do progresso da produção.

### **Vantagens do Sistema DNC**

A implantação e utilização do sistema DNC possibilita um número grande de vantagens, dentre elas estão:

- ↳ melhora a eficiência da máquina ferramenta em 10% na sua utilização global;
- ↳ aumento da flexibilidade no chão de fábrica por usar o conceito de planejamento diminuindo o armazenamento de programas e custos manuais;
- ↳ capacidade de manter o equipamento funcionando sem espera, aumentando consequentemente a eficiência (JANISZEWSKI, 1990);
- ↳ interconecção do computador administrativo com o sistema executivo (REWBOLD et al., 1985);
- ↳ eliminação do problema de armazenamento de fitas perfuradas, manuseio e distribuição de fitas perfuradas e também do tempo gasto na preparação de programas mal perfurados (FRIEDRICHKEIT, 1987);
- ↳ eliminação da perfuradora e seus problemas mecânicos de manutenção, bem como do custo do material (fita) (SCHAFFER, 1988);

↳ eliminação da possibilidade do operador pegar por engano uma fita desatualizada nos arquivos de papel, o que acarreta perda de tempo do operador e da máquina e perda de matéria-prima devido a produção de peça fora do padrão especificado.

## 2.4- Conceito de Tecnologia de Grupo e Células de Manufatura

A Tecnologia de Grupo é, geralmente, considerada como sendo uma técnica de fabricação que identifica e explora a semelhança ou similaridade de peças e operações de processos no projeto e fabricação.

Na fabricação à base de lotes, tradicionalmente, cada peça é tratada individualmente em termos de planejamento do processo, controle de produção, ferramental, fabricação, etc. Entretanto, pelo agrupamento de peças similares dentro de famílias de peças, baseado em suas características geométricas e operações, e também, formando grupos de máquinas ou células que processem as famílias de peças criadas, é possível reduzir consideravelmente os custos, alcançando-se maior produtividade de fabricação.

### 2.4.1- Áreas de aplicação

Uma das razões mais importante para o aumento da produtividade de fabricação é **econômica**. A manufatura do setor metalúrgico contribui com a maior parte do produto nacional bruto dos modernos países industrializados ( 30% do PNB). Apesar disso, a fabricação, embora normalmente considerada uma atividade altamente produtiva e eficiente, geralmente pode ser significativamente melhorada. Isto é verdade, especialmente em um ambiente de fabricação à base de lotes, característica predominante nos sistemas de fabricação atuais. Pesquisas apontam que 75% das peças fabricadas compõem lotes com quantidade menor que 50 unidades. O potencial para melhorias econômicas da fabricação é grande atualmente e deverá crescer com o tempo.

Outras aplicações da Tecnologia de Grupo são:

↳ racionalização de várias atividades de engenharia, tais como recuperação de dados de projeto, seleção do processo, planejamento de processo, etc.;

↳ coordenação melhor dos esforços no sentido de um contínuo melhoramento do estoque em processo e carga efetiva de máquina.

Assim, a Tecnologia de Grupo é um desenvolvimento dinâmico e evolutivo que deve ser estendido para todas as atividades da empresa, através de um sistema integrado, desde marketing e vendas, até a fabricação, controle de qualidade e expedição do produto, o que, evidentemente, não deve inibir uma implantação por etapas, de forma integrada, com as informações geradas pelo sistema sendo realimentada para as áreas envolvidas. A figura 2.7 mostra a integração dos departamentos que utilizam a Tecnologia de Grupo.

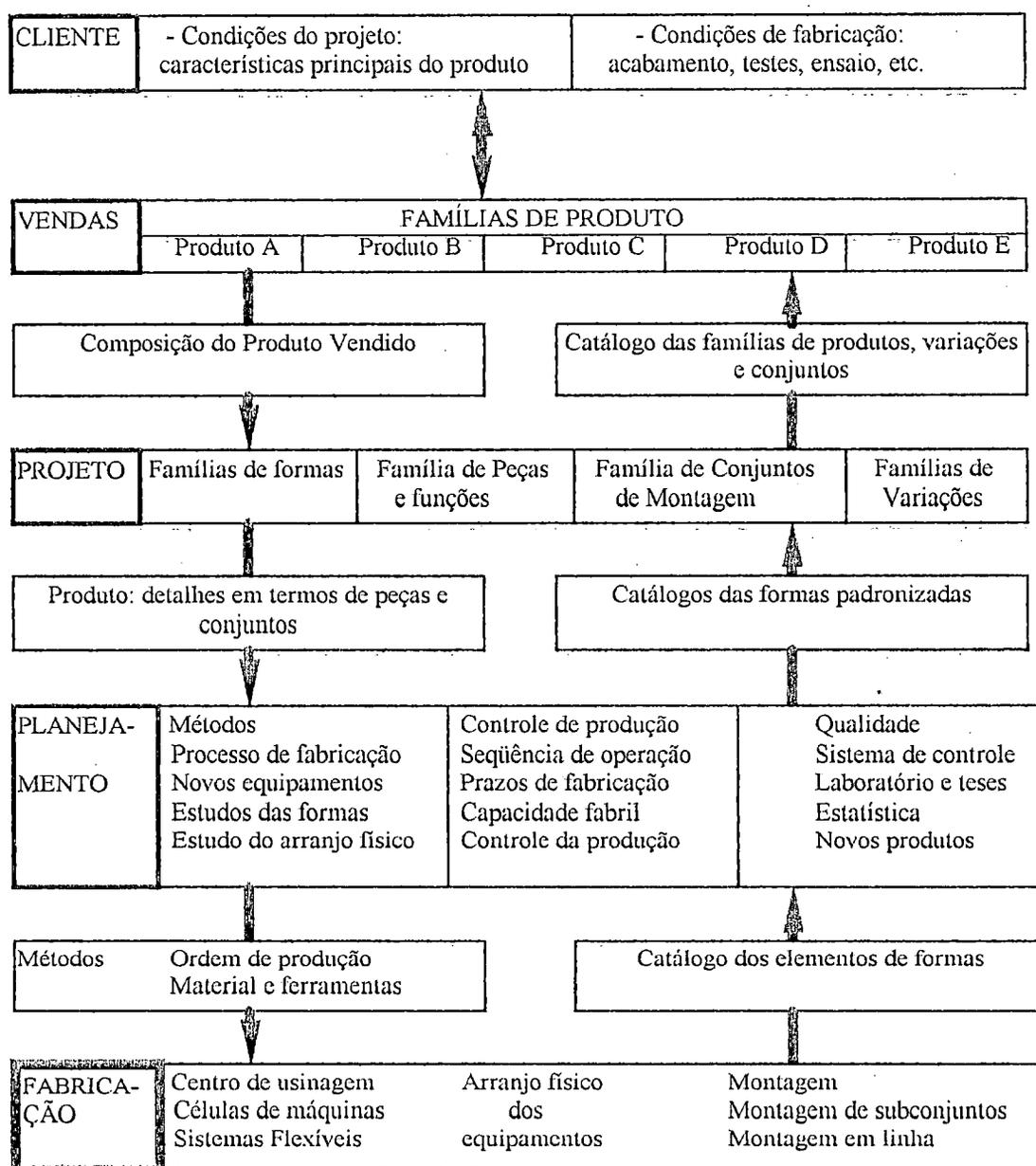


Figura 2.7- Esquema de envolvimento dos departamentos.

#### 2.4.2- Histórico, tendências atuais e aspectos futuros

O conceito básico de Tecnologia de Grupo tem sido aplicado por muitos anos como parte de “BOA PRÁTICA EM ENGENHARIA”. Taylor elaborou um sistema de classificação e codificação de peças para formação de famílias no começo deste século. Através dos anos muitas empresas projetaram seus próprios sistemas de classificação e codificação e os tem usados em várias áreas, tais como projeto, materiais, ferramentas, etc. Existem numerosos exemplos de grupos ou células de máquinas, ferramental em grupo, programação e agrupamento em famílias de peças, etc., que estão em prática há muitos anos em vários setores da indústria. Essas práticas e aplicações dos conceitos de Tecnologia de Grupo foram, em muitos casos, identificados sob diferentes nomes e em várias formas nas funções de projeto, fabricação e administração.

Muitos países tomaram um interesse pela Tecnologia de Grupo nos anos 50 e 60, quando vários sistemas de classificação e codificação foram desenvolvidos, conceitos de células de máquinas foram praticados e muitas práticas excelentes de ferramental de grupo foram relatadas. Foi a partir desta época que a Tecnologia de Grupo passou a ser reconhecida formalmente e praticada como uma tecnologia científica sistemática.

Recentemente, as indústrias manufatureiras adiantadas, parecem estar sofrendo uma revolução com relação a melhoria de produtividade de fabricação, parecendo ser uma questão fundamental para a sobrevivência da empresa. Foi previsto que na década de 80 cerca de 50 a 75% das empresas nos países desenvolvidos usariam os conceitos de Tecnologia de Grupo e as inovações tecnológicas, tais como DNC, CNC, centros de usinagem, robôs industriais, conduzindo a sistemas de fabricação integrados por computador mais automatizados, envolvendo CAM (Computer Aided Manufacturing), que apoiado nos conceitos de Tecnologia de Grupo, asseguram uma fabricação otimizada, resultando em maior produtividade, atingindo à concepção de Sistemas Flexíveis de Manufatura.

## 2.5 - Sistemas Flexíveis de Manufatura

### 2.5.1- Introdução

Os sistemas de fabricação para serem flexíveis devem possuir, além de outras, as seguintes características:

- 1- um meio de reprogramação de máquinas automaticamente para usinar diferentes peças;
- 2- um meio de possuir todas as ferramentas necessárias para usinar peças viáveis nas máquinas;
- 3- um meio de transporte automático para transportar as peças entre as máquinas e carregamento
- 4- e descarga automática das máquinas.

A primeira necessidade pode ser suprida por máquinas com CN com ligação DNC a um computador ou por controladores CNC com capacidade suficiente para armazenar os programas necessários. Os primeiros Sistemas Flexíveis de Manufatura tinham DNC, porque o CNC ainda não haviam sido desenvolvidos.

A troca automática de ferramentas pode ser satisfeita com centros de usinagem com magazine e trocadores automáticos.

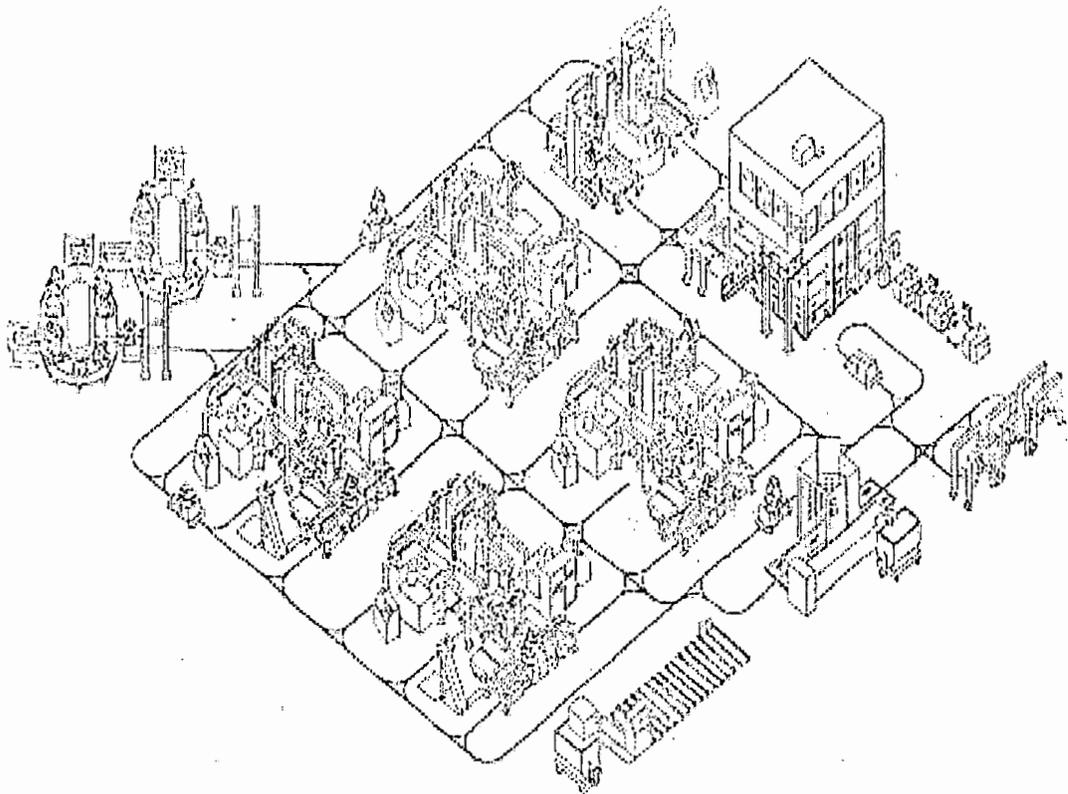
A partir de 1972/73 aparecem vários sistemas com estas características, recebendo a denominação de Sistemas Flexíveis de Manufatura (FMS).

### 2.5.2- Características dos FMS

O FMS pode ser considerado o último estágio do contínuo processo de melhoramento da eficiência da fabricação através da automação. Embora os primeiros FMS tenham sido operado há mais de 20 anos, o uso de tais sistemas é ainda novo e uma experiência desconhecida para a maioria das empresas e certamente, para a atual geração de engenheiros.

A figura 2.8 ilustra um moderno FMS. Seu hardware compreende:

- ☐ oito centros de usinagem de árvore horizontal;
- ☐ duas máquinas de coordenadas para medidas;
- ☐ uma unidade lavadora;
- ☐ uma unidade de carga e descarga de pallets;
- ☐ um carrossel de armazenagem;



**Figura 2.8- Exemplo de Sistema Flexível de Manufatura**

⇒ tudo ligado por veículos automáticos, os AGVs.

Um elemento muito importante do hardware que não aparece é o computador que associado com seu software, controla o sistema.

#### **Definição do FMS:**

FMS é um sistema composto por um número de estações de trabalho, contemplando máquinas-ferramentas controladas por computador e máquinas aliadas, que são capazes de executar automaticamente operações de manufatura ou processos em um número diferente de peças, com as estações de trabalho ligadas por um sistema de manuseio sob controle de um computador que programa a produção e o movimento de peças entre as estações e o sistema de estações de carga e descarga.

Existem três componentes básicos em um FMS:

**1- Estação de processamento:** nas aplicações diárias, as estações de trabalho são tipicamente máquinas ferramentas com CNC que usinam as peças de uma família.

Entretanto os FMS estão sendo projetados com outros tipos de equipamentos como estações de inspeção;

**2- Manipulação e armazenagem de material:** - vários tipos de equipamentos de manuseio de material são usados para transportar as peças entre as estações de trabalho, algumas vezes incluindo armazenamento;

**3- Sistema de controle por computador:** este tipo de controle é usado para coordenar as atividades nas estações de trabalho e nos sistemas de manuseio de material no FMS.

Em linhas gerais, pode-se dizer que o FMS consiste basicamente de grupos de máquinas programáveis controlados por microcomputadores, vinculados com planos de manipuladores programáveis, que planejam automaticamente o controle de material e de máquinas ferramentas com CNC, que podem simultaneamente processar uma variedade de peças, ou seja, é um agrupamento de equipamentos considerados como estações de trabalho. Estes equipamentos estão interligados por um sistema carga e descarga e de movimentação de peças e ferramentas automatizado sendo controlado por um computador central, tendo como vantagem a capacidade de mudar de tarefa em tempo relativamente curto, podendo ser considerado um mini sistema CIM.

O FMS é um sistema capaz de proporcionar uma série de benefícios para as empresas que o utilizam de forma correta, aproveitando seu potencial total, como o aumento da produtividade e da flexibilidade, devido ao aumento de utilização da máquina; flexibilidade de programação; menores estoques em processo; redução do tempo de produção e no trabalho direto e indireto; além de maior facilidade para expansão do sistema e nas mudanças de engenharia.

Segundo WECK et al. (1991) as empresas que fazem uso do FMS possuem cinco metas principais, que são: aumento da produtividade; aumento da flexibilidade; redução de estoque; redução do tempo de porta a porta; e motivação de funcionários. A figura 2.9 mostra estas metas e suas consequências.

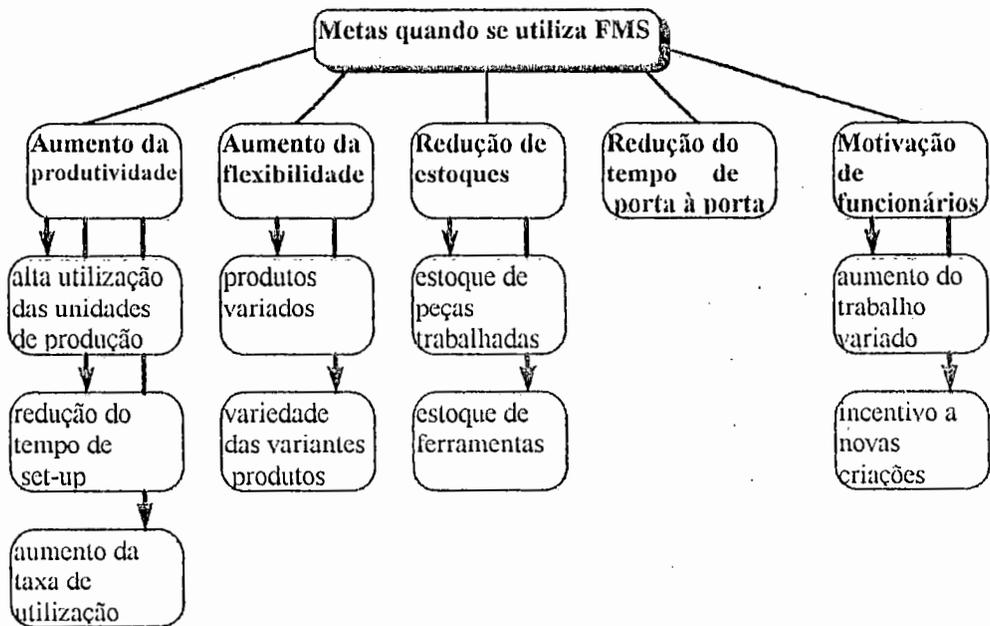


Figura 2.9- Metas quando se utiliza FMS. Fonte: WECK et al. (1991)

## 2.6- Manufatura Integrada por Computador - CIM

Podemos afirmar que o CIM é uma tecnologia que tornará a *Fábrica do Futuro* uma realidade. Segundo BROWNE et al. (1988) o CIM representa a aplicação integrada da tecnologia do computador com a manufatura, atingindo os objetivos de negócios da empresa, tornando-se dessa forma, uma importante arma competitiva.

O CIM envolve a integração de várias ilhas de automação, sendo que uma indústria que o aplica é conduzida pela tecnologia, onde cada ramo desta indústria está condicionado por seu próprio conjunto particular de experiências, requerimentos e circunstâncias. Uma empresa que queira trabalhar utilizando o CIM, terá que investir em ilhas de automação, antes de planejar uma evolução em direção ao CIM.

É importante dizer que o CIM não envolve apenas a manufatura, mas sim integra toda a empresa, como vendas e marketing, a figura 2.10 apresenta uma unificada visão do CIM. Dessa forma, podemos dizer que o CIM é uma integração funcional das seguintes funções:

- ↳ Sistemas Administrativos e Financeiros;
- ↳ Sistemas de Suporte de Engenharia;

- ↳ Administração da Produção;
- ↳ Sistemas de Camadas de Execução.

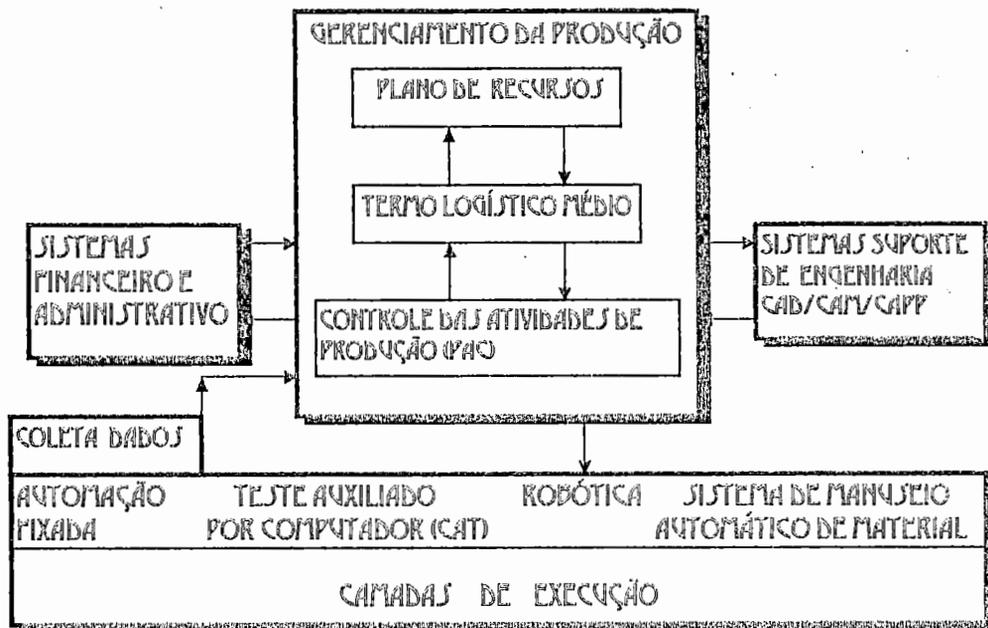


Figura 2.10- CIM e suas funções constituintes. Fonte: BROWNE et al. (1988)

## ESTRATÉGIA DE MANUFATURA

### 3.1. Definição de Estratégia

O ambiente em que as empresas atuam está se tornando cada vez mais competitivo, devido as alterações resultantes das novas tecnologias e da abertura de mercado de vários países, que proporciona um aumento da interação comercial. Estas alterações fazem com que as empresas estejam sujeitas a novos desafios, a novos riscos, a novas ameaças e oportunidades. Dessa forma, para vencerem as barreiras e aproveitarem as novas oportunidades, sendo, portanto, bem sucedidas, as empresas precisam estabelecer uma direção que deve ser seguida por suas ações. Esta postura é conhecida por estratégia. No entanto, definir o termo estratégia não é simples, não sendo possível defini-la de uma maneira completa, visto que há vários autores que o fazem de formas diferentes.

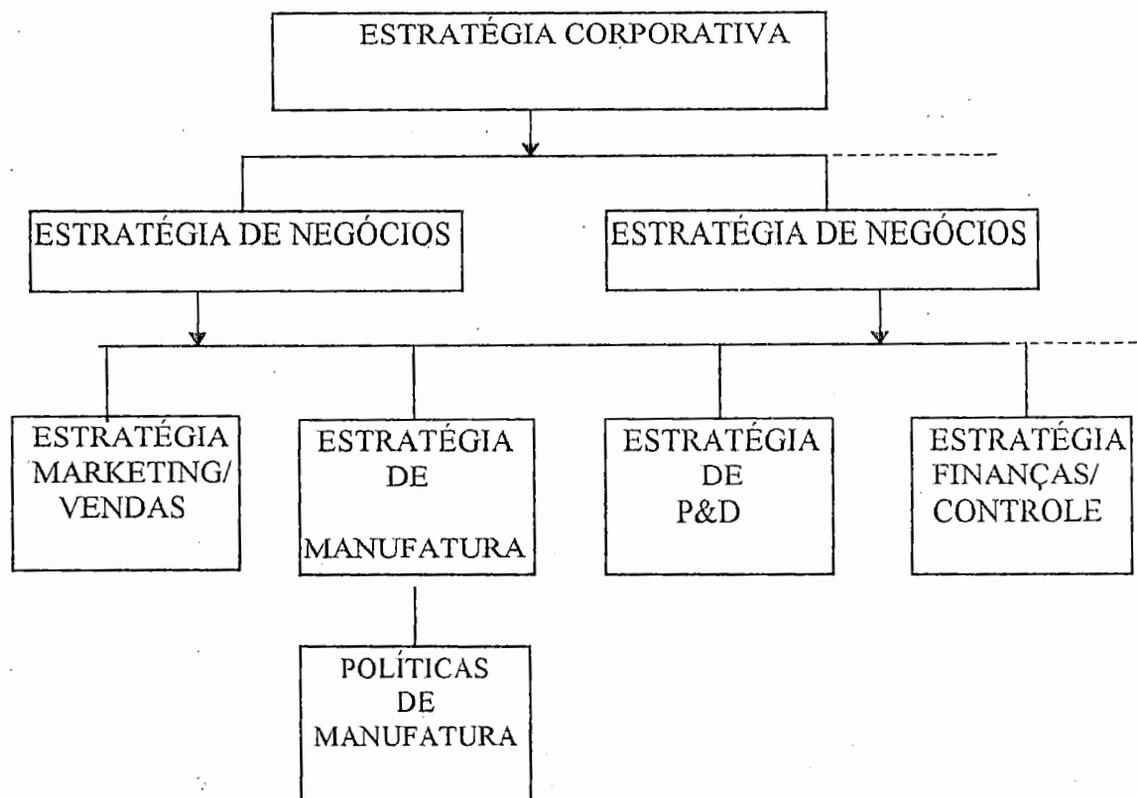
Para SKINNER (1969) a estratégia é um conjunto de planos e políticas através das quais a companhia procura adquirir vantagens sobre seus concorrentes. Já BECKMAN(1991) afirma que a estratégia refere-se a competir para ganhar um nicho de mercado, sendo melhor em qualidade ou em menor preço, por exemplo, ou oferecendo mais características ou idéias novas. OHAMES (1982) define estratégia como o modo pelo qual a corporação se esforça para se diferenciar positivamente de seus competidores, usando, para isso, suas forças corporativas relativas para melhor satisfazer as necessidades dos compradores. Para ANSOFF (1990) a estratégia é um dos conjuntos de regras de decisão para orientar o comportamento de uma organização. E HENDERSON (1991) entende que a estratégia é uma busca deliberada por um plano de ação que desenvolverá uma vantagem competitiva de negócios.

De um modo geral, a estratégia pode ser definida como o planejamento que uma empresa desenvolve, o qual interage suas metas e suas políticas buscando aproveitar as condições favoráveis que possui para alcançá-la. Segundo WHEELWRIGHT\* apud VANALLE (1994) as empresas utilizam as estratégias classificadas de acordo com sua abrangência, sendo: Estratégia Corporativa,

---

\* WHEELWRIGHT, S.C. Manufacturing Strategy: Defining the Missing Link, Strategic Management Journal, vol 5, 1984.

Estratégia de Negócios e Estratégia Funcional, e que estão dispostas em três níveis hierárquicos como mostra a figura 3.1



Fonte: HAYES & WHEELWRIGHT\* apud GARVIN (1993, p.86)

**FIGURA 3.1- Níveis hierárquicos das estratégias**

### 3.2. Estratégia Empresarial: divisão hierárquica

Descreve-se a seguir os três níveis da Estratégia Empresarial.

#### 3.2.1- Estratégia Corporativa

A Estratégia Corporativa determina em quais negócios uma empresa irá tomar parte e conseqüentemente, em quais não participará. Determinado estes negócios, é possível identificar quais recursos corporativos serão necessários e como devem ser alocados às várias unidades de negócios que compõem a Estratégia Corporativa.

Segundo MONTGOMERY & PORTER (1991), a Estratégia Corporativa é o plano geral para uma empresa diversificada, e que faz muito mais pela corporação do que a simples soma das suas Unidades de Negócios. FINE & HAX (1985) dizem que o essencial da Estratégia Corporativa é alcançar, a longo prazo, a vantagem sobre os competidores em todos os negócios nos quais a empresa participa.

Para um melhor entendimento do desenvolvimento da Estratégia Corporativa, é preciso conhecer as condições de diversificação da empresa. Estas condições podem ser resumidas em três análises essenciais (MONTGOMERY & PORTER (1991)):

- 1- Análise atrativista: *as indústrias escolhem qual diversificação deve ser estruturalmente atrativa ou capaz de fazer atrativos.*
- 2- Análise de custo de entrada: *o custo de entrada não deve capitalizar todo os lucros do futuro.*
- 3- Análise de melhor situação financeira (better-off): *uma nova unidade de negócio deve também ganhar a vantagem competitiva da ligação entre a corporação ou vice-versa.*

É importante ressaltar que, se uma empresa ignorar uma ou mais destas análises, certamente terá resultados estratégicos insatisfatórios, por isso é preciso que a empresa conheça essas análises e faça uso das mesmas.

Além disso, estas três análises adaptam-se aos padrões que qualquer Estratégia Corporativa deve encontrar. Como este encontro não é muito fácil, algumas empresas precisam de uma clara concepção de Estratégia Corporativa para guiar suas diversificações, pois, caso contrário não terão sucesso. Já outras empresas não conseguem alcançá-lo porque fazem uso de estratégias pobres.

MONTGOMERY & PORTER (1991) identificaram 4 concepções de Estratégia Corporativa para solucionar esses problemas:

- ↳ Administração Portifólio;
- ↳ Restruturação;
- ↳ Transferência de Habilidade e
- ↳ Divisão das Tarefas.

Estas concepções nem sempre são excludentes, sendo que cada qual se apoia num mecanismo diferente no qual a corporação cria valores acionistas, ou seja, dividem os valores existentes, e cada qual requer a diversificação da empresa para

administrar e organizar num caminho distinto. As duas primeiras concepções não requerem conexões com as unidades de negócio, já a outras dependem delas.

Uma Estratégia Corporativa que aumenta de forma real a vantagem competitiva de cada unidade de negócio é a melhor defesa contra os concorrentes.

### 3.2.2. Estratégia das Unidades de Negócios

LEONARD (1991) considera uma Unidade de Negócio como sendo uma organização capaz de integrar todas as áreas requeridas para previsão de vendas, como mercado, finanças, projeto e engenharia, e distribuição de produtos.

Uma unidade de Negócios pode ser representada, dentre outras, por uma divisão, uma empresa, uma unidade fabril ou até por uma linha de produtos.

Segundo WHEELWRIGHT\* apud PIRES (1994) a Estratégia das Unidades de Negócios é definida com sendo uma Estratégia que diz respeito a duas questões específicas: uma se refere ao propósito e limites de cada negócio e suas ligações com a Estratégia Corporativa, e a outra se refere a base na qual a Unidade de Negócio irá obter e manter uma vantagem competitiva no mercado.

A Estratégia de Negócios tem por objetivo identificar quais as metas e limites de cada empresa, fazendo uma conexão desta com a Estratégia Corporativa. Para fazer esta conexão a empresa precisa definir os segmentos do produto, do mercado e do serviço.

Para vários autores a Estratégia das Unidades de Negócios é um pré-requisito essencial para o desenvolvimento da Estratégia de Manufatura, que é difícil e interativo, dependendo da entrada de fontes externas e internas. As fontes externas, como clientes, concorrentes e ambiente econômico, devem dirigir alguns objetivos, enquanto as fontes internas, como avaliação dos pontos fortes e fracos dos Negócios, devem dirigir outros. BECKMAN et al. (1991) concordam que uma Estratégia das Unidades de Negócios deve:

↳ descrever os métodos de competição, ou melhor, ocupar um nicho específico do mercado que não esteja sendo ocupado por outros competidores maiores.

---

\* WHEELWRIGTH, S.C. Manufacturing Strategy: Defining the Missing Link, Strategic Management Journal, vol.5, 1984.

↳ definir as contribuições de cada produto e de cada função sobre os objetivos das Unidades de Negócios.

↳ alocar recursos dentre os produtos e funções que fazem parte das Unidades de Negócios.

Além disso, levantam a seguinte questão: por que os clientes adquirem produtos ou serviços de uma determinada empresa ao invés dos de seus concorrentes? Eles respondem a questão dizendo que os clientes tomam tal decisão através da percepção de um ou mais dos fatores abaixo, chamados de fatores críticos de sucesso.

↳ Baixo preço de produto ou serviço.

↳ Alta qualidade do produto ou serviço.

↳ Disponibilidade do produto ou serviço.

↳ Distinção do produto ou serviço.

Dessa forma, a empresa deve identificar a prioridade destes fatores, descobrir seus concorrentes primários e definir sua Estratégia de Negócio. Entretanto, esse processo se torna difícil quando a empresa atua em mais que um negócio. Para isso, é preciso incluir uma segmentação dos negócios no processo de desenvolvimento da estratégia. Cada segmento diz respeito a um conjunto de produtos ou serviços e clientes que compartilham um conjunto distinto da economia. As oportunidades de se obter uma Vantagem Competitiva através da Manufatura dependerá do segmento adotado. Por isso é essencial que uma segmentação adequada seja adotada no começo do processo de elaboração da estratégia.

### **3.2.2.1. Estratégia Competitiva: O Modelo de Porter**

Segundo PORTER (1986), o ponto crucial para uma empresa desenvolver sua Estratégia Competitiva está no relacionamento desta com o meio ambiente, dado que as empresas concorrentes se encontram no mesmo.

A concorrência de uma indústria é dirigida por cinco forças competitivas que determinam o potencial do lucro final da mesma, e o conjunto destas determina a intensidade da concorrência e a rentabilidade da indústria.

Estas cinco forças competitivas são:

↳ ameaça de entrada de novos competidores;

↳ ameaça de produtos ou serviços substitutos;

- ↳ poder de negociação dos compradores;
- ↳ poder de negociação dos fornecedores;
- ↳ rivalidade entre os concorrentes atuais.

Em cada tipo de indústria estas forças competitivas atuam com uma intensidade diferente; por exemplo, em algumas predominam os novos competidores, já em outras os produtos substitutos, ou os compradores e fornecedores são predominantes.

Para uma empresa obter uma Vantagem Competitiva, enfrentando e dominando as cinco forças competitivas e conseqüentemente superando seus concorrentes, PORTER (1986) propõe um modelo composto de três Estratégias Genéricas:

- 1- Liderança no Custo Total;
- 2- Diferenciação;
- 3- Enfoque.

### **1- Liderança no Custo Total**

Esta é uma estratégia que faz com que uma empresa atinja a liderança no custo total utilizando um conjunto de políticas funcionais que estejam voltadas para este objetivo, ou seja, ela consiste em obter a Vantagem Competitiva através da redução de custo, fazendo um controle rígido de custo, de despesas gerais, etc.

Quando uma empresa atinge a posição de baixo custo total, ela consegue se defender das cinco forças competitivas, mas para atingir esta posição é preciso que atue em uma alta parcela do mercado, tenha fácil acesso à matéria-prima, possua projeto do produto que possibilite simplificar a fabricação, etc.

O que é importante ressaltar é que apesar do custo baixo ser o fator mais relevante de toda esta estratégia, outros fatores, como a qualidade, assistência, etc., não podem deixar de ser considerados.

### **2- Diferenciação**

Esta segunda Estratégia Genérica tem como ponto principal a oferta de produtos ou serviços diferentes, exclusivo, a seus clientes. Dependendo do tipo de

empresa aplicada, a Estratégia de Diferenciação adquire uma forma, sendo que as formas mais comuns são, entre outras, projeto ou imagem de marca, tecnologia, serviços sob encomenda, rede de fornecedores.

Quando uma empresa consegue atingir a diferenciação, ela não consegue trabalhar com uma alta parcela do mercado devido a exclusividade de seus produtos ou serviços; no entanto, esta exclusividade além de proporcionar uma liberdade de preço também faz com a empresa esteja apta a defender-se contra as cinco forças competitivas.

### **3- Enfoque**

A terceira e última Estratégia Genérica diz que uma empresa deve ter apenas um segmento particular de mercado, ou seja, que ela consiga atingir o alvo determinado, o oposto das duas estratégias anteriores que visam todo setor industrial. Sendo assim, ela supera seus concorrentes que estão competindo em um plano mais amplo.

A decisão em adotar uma das três Estratégias Genéricas deve levar em consideração a que melhor se adapte à realidade da empresa, que seja mais difícil de ser transladada por seus concorrentes e que os riscos que eventualmente proporcionarão possam ser enfrentados e superados da melhor forma possível.

### **Diferenças Adicionais entre as Três Estratégias Genéricas**

Existem outras diferenças entre as três Estratégias Genéricas além das comentadas anteriormente; elas estão relacionadas aos Recursos e Habilidades em geral requisitados e aos Requisitos Organizacionais Comuns.

#### **1- Recursos e Habilidade**

Liderança no Custo Total

- Investimento de capital sustentado e acesso ao capital.
- Boa capacidade de engenharia de processo.
- Intensa supervisão da mão-de-obra.
- Produtos desenvolvidos para facilitar a manufatura.

- Sistema de distribuição com baixo custo.

Diferenciação

- Grande habilidade de marketing.
- Engenharia do produto.
- Tino criativo.
- Grande capacidade em pesquisa.
- Reputação da empresa como líder em qualidade ou tecnologia.
- Longa tradição na indústria ou combinação ímpar de habilidade vindas de outros negócios.

Enfoque

- Combinação das políticas da Liderança no Custo Total e da Diferenciação direcionada para a meta estratégica particular.

## **2- Organização**

Liderança no Custo Total.

- Controle rígido de custo.
- Relatórios de controle frequentes e detalhados.
- Incentivos baseados em metas estritamente quantitativas.

Diferenciação

- Forte coordenação entre funções em P&D, desenvolvimento de produto e de marketing.
- Avaliações e incentivos subjetivos ao invés de medidas quantitativas.
- Ambiente ameno para atrair mão-de-obra altamente qualificada, cientistas ou pessoas criativas.

Enfoque

- Combinação das políticas da Liderança no Custo Total e da Diferenciação direcionadas para a meta estratégica particular.

## **Riscos das Estratégias Genéricas**

Existem dois tipos de riscos gerais a serem enfrentados pela empresa quando se segue as Estratégias Genéricas. O primeiro se refere ao fracasso em alcançar ou suportar a Estratégia e o segundo ao desgaste do valor da vantagem estratégica através da evolução da indústria. Contudo, cada uma das três Estratégias Genéricas envolvem tipos diferentes de riscos, que serão citados a seguir.

#### Riscos referentes à Liderança no Custo Total

- alterações tecnológicas as quais anulam o investimento ou aprendizado anteriores;
- aprendizado de baixo custo das novas empresas que entram na indústria ou de seus seguidores, através da imitação ou de sua capacidade de investir em instalações modernas;
- incapacidade de enxergar a mudança necessária no produto ou no seu marketing devido a preocupação com o custo;
- inflação em custos que diminuem a capacidade da empresa manter o diferencial de preço suficiente para compensar a imagem da marca do produto em relação ao preço dos concorrentes ou outras formas de diferenciação.

#### Riscos referentes à Diferenciação

- o diferencial de custos entre a empresa que adota a estratégia de Diferenciação e os concorrentes de baixo custo acaba tornando-se muito grande para que a diferenciação consiga manter-se leal à marca. Dessa forma, os clientes deixam de obter algumas das características, serviços ou imagem da empresa diferenciada em troca de grandes economias de custos;
- a necessidade dos compradores em relação ao fator de diferenciação diminui;
- quando a indústria amadurece normalmente a imitação reduz a diferenciação.

#### Riscos referentes ao enfoque

- a ampliação do diferencial de custos entre os concorrentes e as empresas que adotaram enfoques particulares elimina as vantagens de custos de atender um alvo estreito ou anula a diferenciação alcançada pelo enfoque;
- redução entre o alvo estratégico e o mercado como um todo das diferenças nos produtos ou serviços pretendidos;

➤ os concorrentes encontram sub-mercados dentro do alvo estratégico e desfocalizam a empresa com estratégia de enfoque.

### 3.2.3. Estratégia Funcional

A Estratégia Funcional se encontra no terceiro nível da hierarquia da Estratégia Corporativa e deve sustentar e viabilizar a vantagem competitiva almejada pela Unidade de Negócio. Além disto, deve se voltar para integração de todas as áreas funcionais da empresa, direcionando a unidade funcional escolhida para completar as Estratégia das outras áreas, havendo uma perfeita consonância entre as mesmas.

As Estratégias Funcionais de uma Unidade de Negócio que são mais freqüentes na literatura são:

- Marketing/Vendas;
- Contabilidade/Finanças;
- Pesquisa e Desenvolvimento (P&D);
- Manufatura.

Contudo é importante lembrar que em alguns negócios, outras funções podem ser destacadas, como Recursos Humanos, por exemplo.

Neste trabalho estudar-se-á a função de Manufatura com mais detalhes, já que é a mais importante no contexto geral do mesmo.

### 3.3. Estratégia de Manufatura

A Estratégia de Manufatura é um conceito relativamente recente, sendo, freqüentemente, atribuído a SKINNER através de seu trabalho publicado na Harvard Business Review em 1969. Na época da publicação, a indústria norte-americana estava passando por um período difícil e sua decadência já era perfeitamente visível devido a perda de competitividade. A crise era decorrente da negligência das empresas por acreditarem que os EUA já tinham solucionado os problemas referentes a Manufatura, através dos sistemas taylorista e fordista de organização da produção, iniciado nas primeiras décadas deste século. Deste modo, as empresas passaram apenas a se preocuparem com as áreas de Finanças e Marketing, deixando de considerar a Manufatura como ponto de vista estratégico.

Após a Segunda Guerra Mundial, houve um grande desenvolvimento tecnológico e um crescimento das primeiras empresas multinacionais, o que levou ao início da diversificação dos produtos, tornando a área de Marketing prioritária.

A diversificação do produto juntamente com a internacionalização das economias capitalistas, ou seja, do aumento do comércio internacional e das multinacionais, investimentos em empresas internacionais e organização dos mercados de capitais, intensificou a importância da área de Finanças, tornando-a tão ou mais importante que a área de marketing.

Sendo assim, a área de Manufatura perde sua importância, deixando de ser considerada uma área estratégica capaz de aumentar a competitividade da empresa.

Em meados da década de 60 o paradigma taylorista-fordista começa a entrar em crise, resultado de uma instabilidade social e técnica. No início dos anos 80 questões mais graves, relativas à eficiência econômica e financeira, começam a ser abordadas, e, não bastasse isso, o mercado americano passa a ser invadido por empresas japonesas extremamente competitivas.

As empresas japonesas tornaram-se competitivas devido as transformações ocorridas em seus sistemas de produção, que passaram a aplicar novas tecnologias, investir em novas fábricas, equipamentos e pesquisas, manter um trabalho dedicado e receber cooperação do relacionamento entre os homens de negócio, governo e sindicato de classes.

As empresas americanas, ameaçadas pelas empresas japonesas, viram-se obrigadas a recuperar antigos conceitos de administração e engenharia de produção, passando a ver a Manufatura como uma área estratégica de grande importância para a competitividade da empresa, apta a ajudá-las a alcançar seus propósitos relativos a sua sobrevivência num mercado competitivo, seu desenvolvimento e seus lucros.

### **3.3.1. Definição de Estratégia de Manufatura**

Como dito anteriormente, pode-se considerar SKINNER, como sendo o precursor do conceito de Estratégia de Manufatura, definindo-a como sendo um conjunto de planos e políticas através das quais a empresa objetiva obter vantagens sobre seus competidores e inclui planos para a produção e venda de produtos para um

particular conjunto de consumidores, sendo seu conceito baseado numa abordagem “top-down”, eliminando o isolamento entre a administração da manufatura e a estratégia da corporação.

Depois de SKINNER outros autores passaram a estudar o assunto e várias definições foram feitas. HAYES & WHEELWRIGHT (1984) definem Estratégia de Manufatura como um modelo de decisões atuais. Para SHCUMMER\* apud BECKMAN et al. (1991) a Estratégia de Manufatura é um plano que descreve o caminho para produzir e distribuir os produtos. Já para FINE & HAX (1985) a Estratégia de Manufatura é uma parte crítica de uma Estratégia Corporativa e de uma Estratégia de Negócio da empresa, compreendendo um conjunto de objetivos bem coordenados e programas de ação com o intuito de obter uma vantagem, a longo prazo, sobre os competidores, devendo ser considerada como todas as outras estratégias da empresa.

### **Papel competitivo da Manufatura: estágios de desenvolvimento**

Como foi dito no início deste capítulo, as empresas tinham deixado de considerar a Manufatura como uma arma competitiva, negligenciando a organização da mesma. Quando perceberam o erro, pois o custo desta negligência estava crescendo consideravelmente, começaram a mudar esta visão. No entanto, recuperar a excelência perdida na manufatura não é uma tarefa fácil e nem rápida, ao contrário, esta mudança é feita ao longo de vários anos, através da reorganização do sistema de manufatura, alterando as expectativas, costumes e atitudes das pessoas envolvidas, até que a manufatura, até então considerada um ponto fraco, se torne um ponto forte dentro da organização, ou seja, passe a ser uma fonte de vantagens competitivas.

Esta mudança é muito complexa, dado que a manufatura pode desempenhar um conjunto de funções dentro da empresa. WHEELWRIGHT & HAYES (1991) afirmam que estas funções podem ser vistas como estágios de desenvolvimento contínuo, sendo que de um lado a manufatura pode oferecer apenas uma pequena contribuição para o sucesso da empresa e do outro ela é uma grande fonte de vantagens competitivas.

---

O entendimento das possibilidades ao longo do desenvolvimento contínuo da empresa pode ajudar os administradores a identificarem seu atual posicionamento, as atitudes e abordagens que serão necessárias para atingir um alto estágio da competitividade, bem como ser útil no julgamento de como uma empresa pode progredir de um estágio para o outro. A tabela 3.1 mostra estes quatro estágios da Estratégia de Manufatura.

Estágio 1	Minimiza o potencial negativo da manufatura: internamente neutra	Especialistas externos são chamados para tomar decisões sobre assuntos estratégicos da manufatura. Internamente, a administração detalhada dos sistemas de controle são os meios primários para monitorar a performance da manufatura. A manufatura é flexível e reativa.
Estágio 2	Consegue paridade com os competidores: externamente neutra.	A prática industrial é seguida. O horizonte de planejamento para as decisões de investimento na manufatura é estendida para incorporar um único ciclo de negócio, O investimento de capital é meio primário para alcançar um nível de competição ou conseguir uma vantagem competitiva.
Estágo o 3	Fornece suporte a estratégia de negócio: internamente suportada.	Investimentos na manufatura são projetados para dar consistência à estratégia de negócio. Uma estratégia de manufatura é formulada e seguida Desenvolvimento e tendências da manufatura a longo-prazo são acompanhadas sistematicamente
Estágo o 4	Procura uma manufatura baseada na vantagem competitiva: externamente suportada	Esforços são feitos para antecipar o potencial de novas práticas e tecnologias da manufatura. Manufatura está envolvida em grandes decisões de engenharia e marketing. Programas a longo prazo são seguidos para se obter progressos nos avanços necessários.

Fonte: WHEELWRIGHT & HAYES (1991) p. 90

**Tabela 3.1 - Estágios da estratégia de manufatura**

WHEELWRIGHT & HAYES (1991) fazem três apontamentos importantes acerca destes quatro estágios:

- primeiro: eles não são mutuamente exclusivos, já que toda operação de manufatura, além de incorporar um conjunto de importantes escolhas sobre as categorias de decisão, é composta de fatores que estão em níveis diferentes do desenvolvimento;
- segundo: é extremamente difícil para uma empresa ir para um estágio mais avançado sem passar pelos anteriores;
- terceiro: o trabalho real de desenvolvimento ocorre no nível da Unidade de Negócio.

Sendo assim, uma empresa que não estava considerando a Manufatura como uma estratégia e o passa a fazer, deve passar por estes estágios de desenvolvimento da Estratégia de Manufatura, caso contrário não conseguirá atingir a vantagem competitiva através da mesma.

### Conteúdo de uma Estratégia de Manufatura

O conteúdo de uma Estratégia de Manufatura diz respeito às características referentes a manufatura utilizadas na busca de objetivos determinados, considerando-se que o mesmo esteja dividido em dois elementos básicos: Prioridades Competitivas ou Prioridades Estratégicas, e Categorias de Decisão, como pode ser visto na figura 3.2.



Figura 3.2 - Conteúdo de uma Estratégia de Manufatura

Segundo SKINNER(1969) os elementos mais importantes do conteúdo de uma Estratégia de Manufatura são as Prioridades Competitivas ou Estratégicas, usadas para definir os objetivos a longo prazo, e as Categorias de Decisão, baseadas nos objetivos das unidades de negócios e/ou unidades corporativas.

SKINNER (1969) desenvolveu um modelo de Estratégia de Manufatura no qual uma estrutura básica de negócio indica uma Estratégia de Manufatura formada pela escolha entre as Prioridades Competitivas, que compreende Custo, Qualidade, Flexibilidade e Serviços e pela Categoria de Decisão

### 3.3.2. Prioridades Estratégicas

As Prioridades Estratégicas ou Competitivas, também conhecidas como Dimensões Competitivas, Missões ou Objetivos de Manufatura, formam um conjunto consistente de prioridades que devem orientar os programas que serão implementados numa indústria para que ela possa se tornar competitiva.

É interessante lembrar que as Prioridades Estratégicas não devem ser confundidas com as Estratégias Competitivas Genéricas (item 3.2.2.1), dado que incorporam as alternativas competitivas da Unidade de Negócio e são aplicadas a nível funcional, ou seja, aplicadas a todas estruturas funcionais, especificamente à Estratégia de Manufatura.

BUFFA (1985), WHEELWRIGHT (1984) E SKINNER (1969), sugerem quatro prioridades principais, sendo elas:

- Custo;
- Qualidade;
- Flexibilidade e
- Serviços.

No entanto, atualmente, estas já não podem ser mais vistas como prioridades estratégicas para se ganhar competitividade, mas sim como uma obrigação das empresas que anseiam sobreviver. Estas podem ser consideradas prioridades para aquelas empresas que não tenham nenhum tipo de estratégia em sua iniciação, mas para as que estão neste seguimento, estas precisam ser ampliadas.

FERDOWS et al.\* apud PIRES (1994) sugerem uma relação de nove Prioridades Estratégicas que seguem abaixo:

- ↳ habilidade para oferecer preços baixos;

---

\* FERDEWS, K et al., "Evolving Global Manufacturing Strategies: Projections into the 1990s", International Journal of Operations Management, Vol. 6, N°4, 6-16, 1986.

- ↳ habilidade para fazer rápidas mudanças no projeto e/ou introduzir novos produtos rapidamente;
- ↳ habilidade para oferecer consistência na qualidade;
- ↳ habilidade para oferecer produtos com alto desempenho;
- ↳ habilidade para oferecer uma ampla linha de produtos;
- ↳ habilidade para produzir produtos rapidamente;
- ↳ habilidade para mudar o volume de produção rapidamente;
- ↳ habilidade para mudar os programas de produção rapidamente;
- ↳ habilidade para oferecer confiabilidade nos prazos.

Para uma maior ênfase aborda-se-á a seguir as quatro prioridades.

#### 3.3.2.1. Custo

A escolha do custo como Prioridade Estratégica é uma das estratégias mais antigas. Toda indústria deseja produzir com um baixo custo, mesmo que o sucesso competitivo não signifique vencer os concorrentes através dos preços.

Se uma indústria dá maior importância a esta prioridade, deverá produzir a um custo mais baixo possível, permitindo trabalhar com preços mais baixos, o que aumentará a competitividade. Mesmo adotando esta prática, a empresa nunca deve esquecer as outras prioridades, podendo dar menos importância a elas, mas as levando em consideração, o mesmo ocorrendo em relação a outras prioridades, ou seja, se adotar qualquer uma delas, como a flexibilidade, por exemplo, não se deve esquecer das demais.

A estratégia que utiliza o custo como Prioridade Estratégica, tem como base três conceitos clássicos: economia de escala, curva de experiência e produtividade.

##### Economia de Escala

A Economia de Escala pode ser definida como um conceito que tenha por objetivo diminuir os custos unitários de produção, elevando o volume produzido, tendo como idéia básica diminuir os custos dos produtos através de um volume de produção maior, ou seja, diluindo mais os custos indiretos. Pode, também, diminuir os custos diretos, como por exemplo, através da diminuição dos tempos de operação das máquinas, melhorando o processo, obtendo descontos nas compras, etc.

Existem três tipos de Economia de Escala (MOCHON & TROSTER, 1994):

*Economia de Escala Crescente*: quando varia a utilização de todos os fatores em uma determinada proporção e as quantidades obtidas dos produtos variam em uma proporção maior;

*Economia de Escala Constante*: quando a quantidade utilizada de todos os fatores e a quantidade obtida do produto variam na mesma proporção;

*Economia de Escala Decrescente*: quando, ao variar a quantidade utilizada de todos os fatores em uma proporção determinada, a quantidade obtida do produto varia numa proporção menor. A tabela 3.2 exemplifica melhor estas definições.

Fator Capitais	Fator Trabalho	Nível de Produção	Rendimento
4	16	1000	
4	32	2000	Constante
4	32	1700	Decrescente
4	32	2200	Crescente

Fonte: MOCHON & TROSTER (1994)

**Tabela 3.2- Rendimentos de escala**

As empresas, por um longo período, utilizaram o conceito de economia de escala, no entanto, com as mudanças ocorridas no mercado, que passou a exigir uma maior diversificação e customização dos produtos, com um melhor preço, este conceito começa a apresentar dificuldades; no entanto, continua a ser utilizado quando possível, principalmente quando a empresa produz produtos que possuem um alto custo de desenvolvimento e de produção (PIRES, 1994).

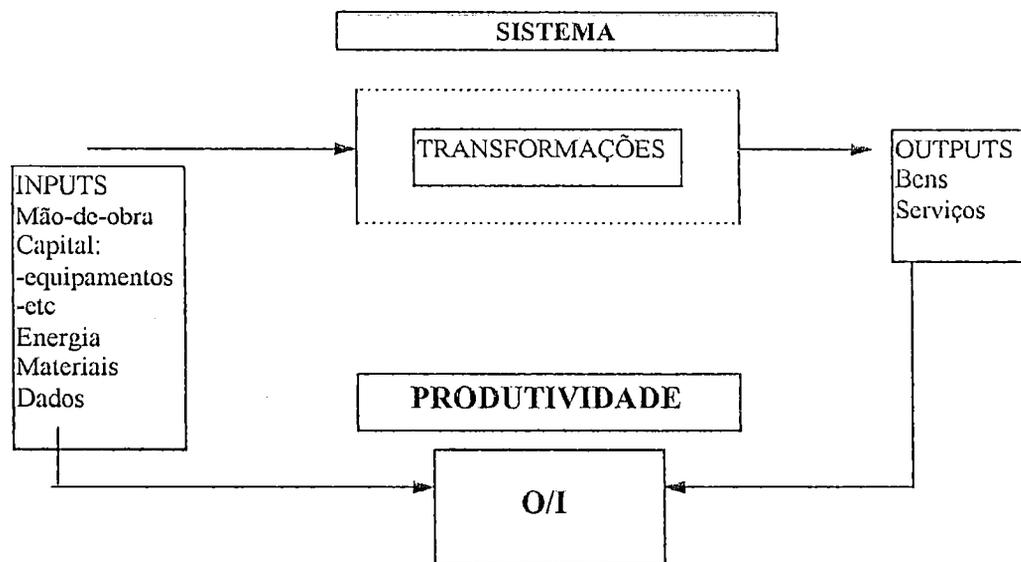
### Curva de Experiência

A Curva de Experiência ou Curva de Aprendizado, implica, basicamente, na empresa obter um maior desempenho ou produtividade em suas tarefas utilizando uma padronização ou repetição ininterrupta das mesmas.

Este conceito já tem sido aplicado há muito tempo para as empresas conseguirem baixar os custos de produção, fazendo uso de mão-de-obra, máquinas e equipamentos especializados. De maneira similar a economia de escala, as mudanças no mercado começaram a dificultar a aplicação deste conceito, mas mesmo assim, ele continua a ser utilizado.

### Produtividade

A produtividade pode ser definida, basicamente, como sendo a divisão do resultado (output) pelo recurso (in-put) de uma indústria, ou de uma maneira mais clara, é a relação entre a produção de um produto ou serviço e os recursos utilizados para obtê-los, sendo estes recursos o trabalho, capital, materiais, energia, informação, etc. A figura 3.3 descreve esquematicamente este relacionamento.



**Figura 3.3** Concepção geral da produtividade

Este conceito foi extremamente utilizado, e como nos anteriores, este, considerado tão “perfeito”, passa a ser questionado e criticado devido as alterações do mercado.

GARVIN (1993) divide esta prioridade em três classes:

- ✓ Custo Inicial, que é o preço ou o custo da aquisição de um produto;
- ✓ Custo Operacional, que implica no custo de operação ou de utilização do produto durante o tempo de vida do mesmo;
- ✓ Custo de Conservação, que diz respeito ao custo de conservação do produto durante seu tempo de vida, incluindo pequenos reparos e reposição de peças.

### 3.3.2.2. Qualidade

Apesar de atualmente a palavra chave mais difundida dentro de uma empresa ser a qualidade, é difícil defini-la precisamente, já que a ela pode-se atribuir diferentes significados, dependendo de quem é o observador ( consumidor, produtor) ou de qual setor da empresa a está utilizando (produção, marketing, projeto, etc). Vários autores possuem diferentes definições de qualidade:

*JURAN define Qualidade como adequação ao uso;*

*LEFFLER diz que a Qualidade refere-se às quantidades de atributos não valoráveis existentes em cada unidade de atributo valorável;*

*GILMORE classifica a Qualidade como um grau em que um produto específico está de acordo com um projeto ou especificação;*

*Para CROSBY a Qualidade significa conformidade com as especificações;*

*E BROH afirma que a Qualidade é o grau de excelência que um preço aceitável e o controle de variabilidade a um custo aceitável.*

Recentemente a Qualidade tem tido uma nova definição: Prioridade Estratégica ou Competitiva. GARVIN (1987) propõe oito dimensões ou categorias de Qualidade, independentes e distintas, que podem servir como uma estrutura de análise estratégica:

- 1- Desempenho;
- 2- Característica;
- 3- Confiabilidade;
- 4- Conformidade;
- 5- Durabilidade;
- 6- Assistência Técnica;
- 7- Estética;
- 8- Qualidade Assegurada.

### 1 -Desempenho

O desempenho é uma dimensão da qualidade que combina os elementos das abordagens baseadas no produto e no usuário, referindo-se às características operacionais primárias de um produto, ou seja, às suas características objetivas. De uma forma mais clara, o desempenho diz respeito à adequação do projeto às funções básicas de um produto.

### 2- Características

A dimensão características está intimamente ligada à dimensão desempenho, não sendo, no entanto, uma função básica. As características dizem respeito às funções secundárias do produto, ou seja, são os acessórios que complementam o funcionamento básico do mesmo, não influenciando diretamente na determinação do desempenho.

### 3 - Confiabilidade

A confiabilidade é uma dimensão que expressa o funcionamento do produto em determinado período de tempo e em determinada condição de uso, através do qual se encontra a probabilidade de falhas. Existem algumas medidas para determinar esta probabilidade, sendo que as mais utilizadas são a TMPF ( tempo médio até a primeira falha), a TMEF(tempo médio entre as falhas) e a Taxa de Falhas por Unidade de Tempo; no entanto, para utilizá-las, se faz necessário que os produtos estejam em funcionamento, sendo, portanto, mais adequadas aos bens duráveis do que aos produtos ou serviços consumidos de forma instantânea.

### 4- Conformidade

A conformidade indica o grau de igualdade entre o produto e seu projeto, sendo esta uma das visões mais tradicionais da Qualidade.

Segundo TOLEDO (1987) a não conformidade não implica, necessariamente, na não adequação ao uso do produto. É possível que um produto esteja fora das especificações e, mesmo assim, após uma avaliação, seja considerado adequado ao uso.

### 5- Durabilidade

A dimensão durabilidade é uma medida do ciclo de vida de um produto e que está ligada a confiabilidade de forma intensa.

Esta dimensão tem dois tipos de análise: técnica e econômica. Quando um produto é utilizado antes de se deteriorar fisicamente, a durabilidade possui uma visão técnica, já quando é possível fazer reparos no mesmo, a durabilidade adquire uma visão econômica.

### 6- Análise Técnica

A análise técnica diz respeito a maneira de atendimento ao cliente quando solicitado, sendo levado em conta a velocidade, a cortesia e a competência apresentada neste atendimento, quando é feito um reparo ou é dada alguma orientação ao uso do produto.

### 7- Estética

A estética é uma dimensão subjetiva, estando fortemente ligada a abordagem baseada no usuário, referindo-se a reação inicial, favorável ou desfavorável, que o produto possa provocar nos consumidores através de sua aparência.

### 8- Qualidade Observada

Como a estética, esta dimensão também é subjetiva e está relacionada ao enfoque baseado no usuário. Os usuários, por não possuírem informações completas sobre os atributos do produto, o avaliam subjetivamente, através de sua imagem, publicidade ou marca, ao invés de a fazer através de suas características adjetivas.

GARVIN (1987) afirma que uma empresa não precisa necessariamente adotar as 8 dimensões competitivas de forma simultânea, já que isto acarretaria uma alta em seus preços, sendo assim, muitas vezes pode-se até adotar apenas uma delas que resultará em benefícios competitivos.

Como foi possível constatar, a Qualidade não deve ser vista apenas como um controle de processo, pois ela é muito mais que isto, já que reflete as preferências, as necessidades dos usuários, tornando-se, portanto, uma importante arma competitiva, essencial para vencer nesse mercado cada vez mais exigente e repleta de concorrentes.

### 3.3.2.3. Desempenho das Entregas

O Desempenho das Entregas é considerada uma arma competitiva muito forte e que contempla as questões relativas à confiabilidade, à velocidade de entrega dos produtos e à execução de serviços, refletindo a consistência e a disponibilidade dos serviços oferecidas pela empresa quando requisitados.

O título de prioridade recebe diferentes nomes na literatura mundial, como “dependability”, “delivery performance”, “delivery” e “service”. GARVIN (1993) utiliza os termos entregas (delivery) e serviços (service) como prioridades distintas.

#### Entregas:

- Precisão: caso os itens forem entregues corretamente, nas quantidades determinadas;
- Totalidade: quando o carregamento do produto for preenchido completamente no tempo estipulado;
- Confiabilidade: caso o produto tenha sido entregue na data determinada;
- Disponibilidade: é a probabilidade dos itens estarem estocados a tempo de atenderem o pedido;
- Velocidade: é o tempo levado para que o pedido seja atendido, ou melhor o tempo que o produto leva para chegar às mãos do consumidor contado a partir da realização do pedido;
- Informação Acessível: proporção na qual a informação do tempo real gasto num carregamento está disponível;
- Qualidade: diz respeito ao estado do produto depois do carregamento;
- Facilidade do Pedido: caso uma companhia forneça uma assistência na preparação do pedido, ou receba pedidos eletronicamente, ou ainda, que forneça imediatamente uma notificação dos itens que estejam fora do estoque;
- Flexibilidade do Pedido: caso exista limites mínimos para o tamanho permitido dos pedidos e no agrupamento dos itens de um pedido simples;
- Flexibilidade de Carregamento: é a habilidade de estar disponível para refazer o roteiro de entregas caso haja um pedido especial;
- Facilidade de Retorno: se refere à disposição de absorver os custos de retorno de um produto e da velocidade com que estes são processados.

### Serviços:

- Suporte ao Consumidor: diz respeito a habilidade de substituir rapidamente as peças defeituosas de um produto que já foi adquirido pelo consumidor, ou ao reabastecimento rápido dos estoques para evitar tempo de manutenção e perdas de vendas;
- Suporte de Vendas: se refere a habilidade de aumentar as vendas e o mercado através da exposição do produto em uso;
- Resolução de Problemas: se entende pela habilidade de dar assistência aos consumidores na resolução de problemas, especialmente nas áreas de desenvolvimento de novos produtos, projeto de manufatura, e melhoramento da qualidade;
- Informação: é a habilidade para fornecer dados críticos da performance do produto, parâmetros do processo, e custo de grupos internos e externos tal como P&D e consumidores respectivamente, que fazem uso destes dados para melhorar suas próprias operações ou produto.

Neste trabalho, o termo utilizado para a terceira prioridade estratégica será Desempenho das Entregas, o qual abrange as duas prioridades utilizadas por Garvin. Segundo BUFFA & SARIN (1987) esta prioridade é mais importante que a questão custo e qualidade, dependendo dos objetivos do usuário.

#### **3.3.2.4. Flexibilidade**

A necessidade das indústrias se empenharem na busca da flexibilidade surgiu devida as alterações ocorridas no mercado consumidor com o evento de se exigir produtos diversificados e customizados, do aumento da concorrência, da própria instabilidade do mercado, como também devido ao esgotamento das técnicas taylorista e fordistas como ganhos de produtividade. Sendo assim, a até então produção em massa passa a ser substituída, de forma gradativa, por uma nova estratégia de manufatura.

Essa exigência na diversificação de produtos causa problemas de produção, como a não utilização completa das máquinas ferramentas, das ferramentas e dos dispositivos, tempos de preparação de máquinas muito longos, entre outros. Devido a

estes fatos, é preciso adaptar-se às novas exigências do mercado, tomando o cuidado de manter a manufatura a níveis econômicos adequados. Esta capacidade de moldar os sistemas convencionais de manufatura às mudanças é definida como flexibilidade. Dessa forma, a Flexibilidade se torna a prioridade mais estudada e divulgada nos últimos anos.

A Flexibilidade é vista por vários autores de maneira distinta, apesar disto, a idéia comum é a mesma para todos eles, ou seja, a ela se refere a possibilidade dos sistemas de manufatura adequarem-se às necessidades de mutações.

É importante lembrar que a Flexibilidade de uma empresa depende do projeto de seu sistema produtivo e do processo tecnológico empregado pela mesma. Segundo BECKMAN et al. (1991) existem cinco fontes de variabilidade que são requeridas por uma empresa flexível:

- ↳ variabilidade de demanda;
- ↳ variabilidade de fornecimento;
- ↳ variabilidade de produtos existentes ou novos;
- ↳ variabilidade de processo e introdução de novos processos;
- ↳ variabilidade de equipamentos e trabalhadores.

GARVIN (1993) divide a prioridade Flexibilidade em três categorias que ainda são subdivididas. São elas: Flexibilidade do Volume, Flexibilidade do Produto e Flexibilidade do Processo.

#### Flexibilidade do Volume

Esta categoria inclui respostas para prever mercados incertos e ascensões rápidas e esta é subdividida em :

- *Previsões incertas* que implica na capacidade para responder rapidamente as mudanças no volume de um produto particular requerido pelo mercado;
- *Ascensões rápidas* se refere a velocidade com que novos processos de manufatura podem ir de um pequeno volume para uma produção de alta escala.

#### Flexibilidade do Produto

A flexibilidade do produto inclui respostas para novos projetos e requerimentos para customização, estando subdividida em três categorias:

- *Novos produtos*, se refere a velocidade com que os novos produtos são criados, projetados, manufaturados e introduzidos no mercado;
- *Customização*, implica na capacidade de projetar um produto para atender as especificações de um consumidor particular;
- *Modificações* é a habilidade para modificar produtos já existentes devido ao requerimento de necessidades especiais.

### Flexibilidade do Processo

E por fim, a flexibilidade do processo implica na capacidade para refazer o fluxo de produção, mudando-o rapidamente. Esta flexibilidade possui cinco categorias:

- *Flexibilidade do Mix* se refere a capacidade da empresa em produzir uma variedade de produtos, em um pequeno espaço de tempo, sem modificar os recursos existentes;
- *Flexibilidade de Mudanças* diz respeito a habilidade da empresa ajustar-se gradativamente às mudanças no mix de produto a longo prazo;
- *Flexibilidade dos Roteiros* é a capacidade que a empresa possui em adaptar seu roteiro caso suas máquinas ou equipamentos saiam da ordem;
- *Flexibilidade de Fatores ou de Materiais* significa para empresa ter habilidade para acomodar variações da matéria-prima usual e para uma matéria-prima substituta;
- *Flexibilidade nas Sequências* é a capacidade da empresa reorganizar a ordem de produção, devido os envios de peças e de matéria-prima serem incertos.

Apesar de todas quatro Prioridades Estratégicas serem importantes, as empresas devem decidir qual(ais) delas enfatizar, destinar maior atenção e quais simplesmente manter para alcançar a superioridade competitiva.

### **3.3.3. Categorias de Decisão**

Como visto anteriormente, a Estratégia de Manufatura está dividida basicamente em dois componentes, as Prioridades Estratégicas, já vistas, e as

Categorias de Decisão. Segundo VALLE (s.n.t.) as Categorias de Decisão estão divididas em dois tipos: as Categorias Estruturais, as quais exigem volumes elevados de recursos para serem alteradas ou implementadas, e as Categorias Táticas, que apresentam maiores facilidades de alterações.

FINE & HAX (1985), HAYES & WHEELWRIGHT\* apud GARVIN (1993), BECKMAM et al. (1991), entre outros, desenvolveram listas com categorias de decisão. BECKMAM et al. (1991) por exemplo, colocaram em sua lista algumas questões dentro de cada categoria para auxiliar em sua elaboração:

- Capacidade/Facilidade ( Quantos lugares? Qual extensão? Onde localizá-lo? Como concentrá-los ( produtos, mercado, processos);
- Força de Trabalho/Organização (Requerimento de grupos experientes? Como mediu e compensou? Qual composição?);
- Informação de Gerenciamento/Sistemas ( Como estruturá-lo? Quem possui ? Qual o grau de automação?);
- Integração Vertical/ Fonte ( Como integrar verticalmente (avançar ou retornar)? Quantos fornecedores? Qual classe de fornecedor?);
- Processo Tecnológico (Quais classes? Como automatizá-lo? Fazer ou Comprar?);
- Qualidade ( O que é isto? Como mensurá-la? Quem é responsável?).

Tomando-se como base as propostas destes autores, foi possível elaborar uma lista contendo 10 categorias de decisão que serão detalhadas a seguir.

## **Categorias de Decisões Estruturais**

### 1- Instalações Industriais

As decisões referentes as Instalações Industriais são classicamente de longo prazo e tratam do tamanho da empresa, de sua localização, do grupo e do volume de produtos, do tipo de processo para produzi-los e do período do ciclo de vida do produto.

A economia de produção e distribuição é um fator que influencia na determinação das instalações industriais, como por exemplo a logística do abastecimento de matéria-prima, a logística de distribuição de produto acabado,

---

\* HAYES AND WHEELWRIGHT, *Restoring Our Competitive Edge*, pp.28,31.

disponibilidade de mão-de-obra, etc.; por isto, o projeto das instalações além de conter plantas, centros de distribuição e estoques que facilitem a estocagem e distribuição do produto, proporcionando uma alta qualidade nestes serviços com preços que sejam competitivos, deve também atender às necessidades definidas pela estratégia da empresa.

## 2- Capacidade

As decisões relativas à capacidade estão extremamente conectadas com as decisões relativas à instalação industrial, ou seja, a capacidade é determinada pela planta, equipamento, mão-de-obra e capital humano administrado pela empresa.

As importantes decisões de capacidade incluem:

- ✓ como negociar com uma demanda cíclica;
- ✓ como aumentar a capacidade antecipando a demanda futura;
- ✓ como responder à demanda existente;
- ✓ como utilizar as decisões de capacidade para afetar as decisões dos concorrentes.

## 3- Integração Vertical

As operações dos administradores são afetadas diretamente pelas decisões de integração vertical, visto que elas dizem respeito, basicamente, a escolha entre o que a empresa deve produzir e o que deve comprar. Sendo assim, a empresa terá menor integração vertical quanto menor for o número de itens produzidos por ela mesma para utilizar em seu produto principal.

A decisão em diminuir o nível de integração vertical de uma empresa, ou de aumentar a terceirização, não é muito fácil, visto que a empresa precisa escolher bem seus fornecedores, considerando a qualidade do produto, preço, tecnologia do processo, cumprimento dos prazos de entrega, etc. Estabelecendo então um relacionamento de inteira confiança.

## 4- Tecnologia

A tecnologia é um assunto muito amplo e complexo. No que diz respeito a manufatura, se refere basicamente ao tipo e ao nível de automação do processo de

produção, da movimentação de materiais e dos sistemas de informação a serem selecionados e implantados por uma empresa.

Este nível de automação pode ir da automação rígida à automação flexível, sendo que na automação rígida, os sistemas de produção são de alta escala com uma variedade pequena de produtos; já a automação flexível se refere as recentes inovações tecnológicas, como o CAD, CAM e o FMS por exemplo, que tiveram início em torno de 1950 com as máquinas de CN, como foi abordado no item 2.1.

Os custos de implantação destas novas tecnologias são altos, e em muitos casos podem mudar drasticamente a estrutura de custo, por isto as ferramentas tradicionais de avaliação econômica são freqüentemente incapazes de capturar todos os benefícios que estes sistemas podem proporcionar. Dessa forma, se faz necessário uma análise mais apropriada para avaliá-los corretamente. Este assunto será abordado com mais detalhes nos próximos capítulos.

## **Categorias de Decisões Táticas**

### **5- Recursos Humanos**

Segundo FINE & HAX (1985) atualmente pode-se considerar o RH como um dos recursos mais importante e mais difícil de ser administrado por uma empresa, sendo responsável, entre outros, pela seleção, promoção e alocação de pessoal, pela avaliação da performance do empregado, bem como pela motivação e recompensa do mesmo.

### **6- Administração da Qualidade**

A administração da qualidade, atualmente, além de ser um fator extremamente importante, também é um fator desafiador para as empresas que estão envolvidas num mercado altamente competitivo.

As decisões da administração da qualidade, basicamente, se referem a definição da política e do sistema de qualidade, especificando como as responsabilidades devem ser alocadas, quais ferramentas de decisão e sistemas de mensuração devem ser utilizados e quais programas de treinamento devem ser adotados. Para um programa de qualidade ser eficiente e ter sucesso, deve ser permanente e aplicado por toda a empresa.

### 7- Infra-estrutura da Manufatura

Uma infra-estrutura organizacional sólida requer um sistema de planejamento e controle da produção, operando programas e linhas de autoridade e responsabilidade bem compreendidas.

É essencial que uma administração da manufatura tome decisões a respeito da administração de materiais e do planejamento, programação e controle da produção, utilizando técnicas como o MRP, Kanban e o JIT, por exemplo.

Apesar das decisões de planejamento e programação serem tipicamente táticas, o sistema de planejamento agregado da produção e da liberação de ordens incluem considerações estratégicas, por exemplo, no planejamento agregado a empresa decide igualar a capacidade produtiva para a demanda variável a médio prazo.

### 8- Relação com Fornecedores

As relações com os fornecedores, atualmente, tem-se tornado importante devido a diminuição da integração vertical das empresas, ou seja, elas estão produzindo cada vez menos os itens que serão utilizados em seu produto final e os terceirizando.

Existem basicamente duas visões estratégicas desta questão, uma é a visão Competitiva (PORTER, 1980), que se refere ao relacionamento com múltiplos fornecedores para que haja uma competição entre eles obtendo-se uma vantagem sobre isto; a outra é a visão Cooperativa (SCHONBERGER, 1982) a qual se refere ao desenvolvimento de um relacionamento a longo prazo com os fornecedores, baseado na dependência e confiança mútua. Os benefícios destas duas visões são claros nas empresas que as utilizam, no entanto, recentemente a visão cooperativa está sendo mais praticada (FINE & HAX, 1985).

### 9- Organização

A organização se refere basicamente a estrutura organizacional do setor de produção, aos níveis hierárquicos e à organização do trabalho das empresas.

No que diz respeito a estrutura organizacional, as empresas utilizam a estrutura em linha, algumas vezes arranjos matriciais e/ou projeto, mas nos últimos

anos formas de estruturas adicionais estão sendo desenvolvidas e adotadas pelas empresas, como por exemplo os grupos semi-autônomos e as estruturas por linhas de produtos.

### 10- Novos Produtos

Uma das dificuldades encontradas na tarefa de administração da manufatura é a introdução de novos produtos.

As empresas que se decidirem por uma introdução freqüente e rápida de novos produtos, devem ser flexíveis, sensitivas e possuírem uma organização eficiente da manufatura, além disso, as pessoas responsáveis pelo projeto dos novos produtos devem entender que o projeto, o marketing e a manufatura estão interligados, estando em comunicação fechada, devendo projetar os produtos voltados para esta situação.

Essas dez categorias de decisão não são totalmente independentes existindo um inter-relacionamento entre elas, no entanto, isto não significa que a empresa deva adotar todas elas. Existem muitas listas de categorias de decisão, cada empresa deve selecioná-las, elaborando uma lista contendo as mais relevantes para execução de sua estratégia de manufatura. BECKMAN et al. (1991) propõem uma matriz de decisão, como mostra a figura 3.4.

	<b>Custo</b>	<b>Qualidade</b>	<b>Capacidade</b>	<b>Características</b>	
<b>Capacid./Facilid.</b>	+	+	++		
<b>RH/Organização</b>	+++	+++	++	+	
<b>Gerenc. Inform.</b>	++	++	+++		+ menos importante
<b>Integ.Vert./Fonte</b>	+++	+++	++	+++	++ média important.
<b>Proc.Tecnológicos</b>	++	++			+++ mais important.
<b>Qualidade</b>	+++	+++	+++	+++	

Fonte: BECKMAN et al. (1991)

**Figura 3.4- Matriz decisão de para estratégia de manufatura**

### 3.3.4. Desenvolvimento e Implantação de Uma Estratégia de Manufatura

Desde que as empresas passaram a considerar a manufatura como uma Estratégia Competitiva, procuraram fazer a sua formulação e implantação apoiando-se nos níveis hierárquicos superiores da Estratégia Empresarial, o que resulta numa abordagem do tipo “top-down”, no entanto existem outros, como GRANT (1991) e LONG & KOCH (1995), por exemplo, que criticam este método e propõem que inicialmente se estude a intensificação da utilização dos recursos e capacidades da empresa, o que acaba resultando numa abordagem do tipo “botton-up”.

O planeamento tradicional começa pelo topo da hierarquia da Estratégia Empresarial. Os níveis mais altos da administração estabelecem uma direção estratégica para a corporação que esteja claramente definida e bem comunicada, além de ser periodicamente revista para assegurar que esta direção esteja sendo seguida. Assim, estabelece uma conexão entre a Estratégia de Negócio e a Estratégia de Manufatura. BECKMAN et al. (1990) diz que a Estratégia de Negócio é um pré-requisito necessário para gerar uma Estratégia de Manufatura, e que fazer esta interação não é um processo fácil, já que depende de “input” de diferentes fontes.

As empresas que estão utilizando a Estratégia de Manufatura baseada nos recursos e capacidades começam a formulação desta respondendo a seguinte questão: "Quais capacidades e recursos são necessários para desenvolver e alimentar uma Estratégia de Manufatura para ganhar vantagem competitiva?". Isto ocorre por acreditarem que em um mundo onde as preferências dos consumidores estão em constante mudança e o ambiente externo está em constante agitação, a orientação focada externamente não é segura para formular uma estratégia de longo-prazo, sendo mais seguro confiar nas capacidades e recursos próprios da empresa para crescer. HAYES (1995), por exemplo, diz que em um ambiente instável e incerto, as capacidades funcionais deveriam emergir até a Estratégia Corporativa, ou seja, o inverso da abordagem do tipo top-down, que se inicia com a Estratégia de Negócios.

GRANT (1991) fornece vários exemplos de empresas que tiveram sérios problemas administrativos utilizando o planeamento tradicional, como a American Express, a Merrill Lynch, Westin Hotels, etc, e de empresas que tiveram sucesso utilizando os recursos e capacidades da empresa, como a Honda, a Corporação 3M, etc..

A seguir será exposto um exemplo destes dois métodos para uma melhor compreensão, como também para uma discussão dos mesmos.

### **Formulação utilizando a abordagem do tipo “Top-down”**

BACKMAN et al. (1991) desenvolveram uma Estratégia de Manufatura para a Hewlett-Packard (HP) do tipo top-down, composta de cinco etapas:

#### Primeira

Deve-se começar pela Estratégia de Negócio, entendendo o porque dos consumidores preferirem consumir produtos ou serviços de sua empresa ao invés dos da empresa de seus concorrentes.

#### Segunda

Depois deve-se desenvolver uma Estratégia de Manufatura que esteja conectada com a Estratégia de Negócio, especificando a contribuição da manufatura que fará com que os consumidores escolham os produtos ou serviço da empresa e não dos concorrentes.

#### Terceira

Nesta etapa deve-se identificar as táticas de manufatura para executar a estratégia, sendo que a tática pode ser definida em linhas gerais como uma técnica que garanta os objetivos designados pela estratégia, como também entender como administrar e controlar as pessoas, processos, materiais e informações necessárias para produtos ou serviços de maneira a atingir os objetivos da estratégia.

#### Quarta

A empresa deve organizar-se para que a estratégia tenha sucesso, ou seja, deve desenvolver uma organização que inclua estrutura e medidas de desempenho de acordo com os objetivos da estratégia.

Quinta

A última etapa se refere as medidas de resultados e as iniciativas das novas mudanças. As estratégias devem ser continuamente avaliadas para identificar as necessidades, para acompanhar as constantes mudanças nesse ambiente competitivo e alteradas se necessário. As retroações são extremamente importantes para a contínua melhora do processo. A figura 3.5 mostra estas cinco etapas.

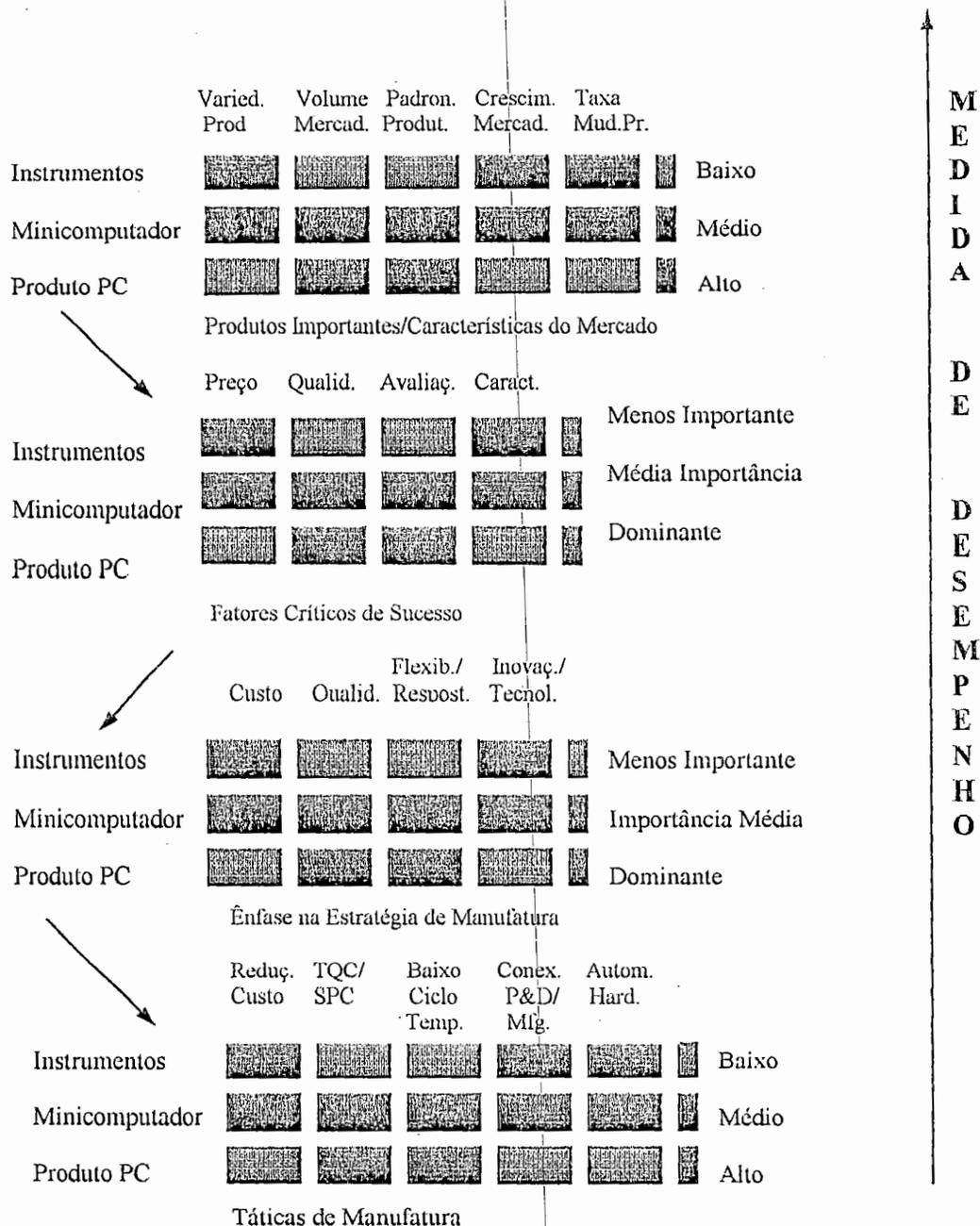


Figura 3.5- Cinco etapas para formulação de uma estratégia de manufatura

Fonte: BECKMAN et al. (1991)

### **Formulação utilizando a abordagem do tipo “Bottom-up”**

Um exemplo de formulação de uma Estratégica de Manufatura que utiliza a abordagem tipo Bottom-up é feita por GRANT (1991). Ele propõe um procedimento composto de cinco etapas para a formulação.

#### 1- Analisar a base de recurso da empresa

Nesta etapa, os recursos da empresa devem ser identificados e classificados; os pontos fortes e fracos dos concorrentes devem ser encontrados e avaliados e finalmente, deve-se identificar as oportunidades para utilizar da melhor forma os recursos da empresa.

#### 2- Avaliar as capacidades da empresa

Deve-se identificar as capacidades da empresa para saber como fazer melhor do que seus concorrentes, como também identificar os recursos de “inputs” para cada capacidade, e a complexidade de cada uma.

#### 3- Analisar o potencial de lucro dos recursos e das capacidades da empresa

Esta análise deve ser feita em termos dos potenciais das capacidades e recursos para sustentar a vantagem competitiva e da probabilidade de retorno do que tinha sido investido em recursos e capacidades.

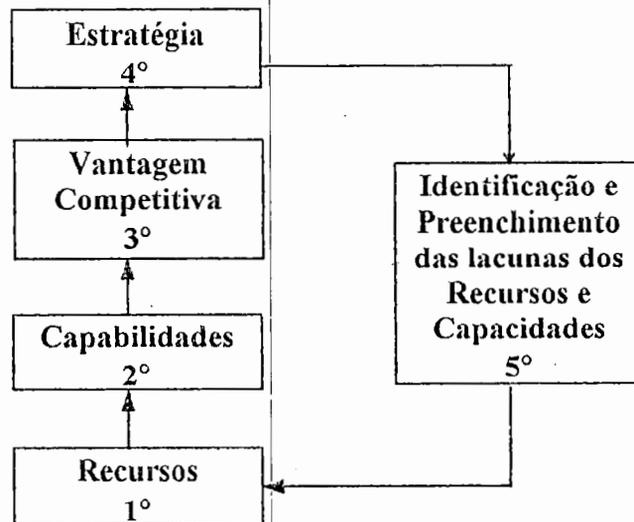
#### 4- Selecionar uma Estratégia

Deve selecionar uma estratégia que melhor explore os recursos e capacidades da empresa relativas à oportunidades externas.

#### 5- Ampliando e classificando a combinação entre os recursos e as capacidades da empresa

Nesta última etapa, identifica-se as lacunas dos recursos que necessitam ser preenchidas, e depois investe no reabastecimento, ampliação e beneficiamento da base de recurso da empresa.

A figura 3.6 mostra a conexão destas cinco etapas.



**Figura 3.6- Estrutura prática para formulação estratégica baseado nos recursos**

Fonte: GRANT (1991)

Como foi possível observar através destes dois exemplos, as formulações começam em lados opostos da organização. A formulação do tipo “top-down” tem início através da Estratégia de Negócio, já do tipo “bottom-up” através da análise dos recursos e capacidades da empresa, e dos pontos fortes e fracos dos concorrentes.

Foi possível constatar que a formulação do tipo “top-down” parece ser mais adequada para uma estratégia a longo-prazo, já que é um trabalho complexo, envolvendo, portanto, tempo e capital consideráveis, sendo também mais adequada à empresas que estão ingressando no mercado.

O que foi possível averiguar é que a formulação do tipo “bottom-up” seria para um planejamento a curto ou até mesmo a médio-prazo e para ser rapidamente aplicado, já que a empresa traça uma Estratégia de Manufatura utilizando os recursos e capacidades existentes, completando-as caso seja necessário. Se de um lado isto é bom, não havendo perigo de altas perdas, do outro ela não se torna tão inovativa, correndo o risco de perder mercado para outras que se arriscam mais. Este tipo de

formulação se encaixa bem em empresas já existentes ou que não possuem condições de correrem grandes riscos.

Dessa forma, do meu ponto de vista, estes dois tipos de formulação não deveriam ser considerados de forma distintas, mas sim de maneira integrada, seguindo juntas, pois com certeza proporcionariam resultados melhores e mais satisfatórios para as empresas que as utilizassem, pois uma parece completar a outra.

Após a formulação da Estratégia de Manufatura é necessário comunicá-la completamente a planta, de modo que possa guiar a tomada de decisão através do conjunto de funcionários da mesma. A comunicação da estratégia é um ponto extremamente importante para a implementação da mesma, dado que é através dela que se passa os objetivos, as metas, enfim a Estratégia para a planta.

#### **3.4. Estratégia de Manufatura e Cultura Organizacional**

A Cultural Organizacional de uma empresa, de um modo geral, pode-se dizer que é um conjunto de valores e normas de comportamento que são compartilhados por seus funcionários. Segundo KOTTER & HESLETT (1994) a Cultura Organizacional possui dois níveis. Um nível mais profundo, de valores fundamentais, que são compartilhados pelas pessoas de um grupo e que persistem com o passar do tempo, mesmo que haja alterações dos membros deste grupo. Neste nível, é muito difícil, se não quase impossível, fazer alterações na cultura. Já o outro nível, que é mais visível, as mudanças, apesar de ainda difíceis, apresentam resistência um pouco menor. Neste nível a cultura se refere aos padrões de comportamento das empresas de uma organização que motivam os novos funcionários a segui-los automaticamente.

Após a certificação da eficácia da Estratégia de Manufatura como guia de decisão de manufatura, mais atenção pode ser dispensada para fatores organizacionais que podem afetá-la, tal como a cultura organizacional da empresa.

Nestes últimos anos tem-se realizado pesquisas para considerar o relacionamento entre a Estratégia de Negócio e a Cultural Organizacional, no entanto, ainda não se tem demonstrado este relacionamento com a Estratégia de Manufatura. Entretanto, como a mesma é processada a partir da Estratégia de

Negócio, pode-se aceitar que também existe uma conexão entre a Estratégia de Manufatura e a Cultura Organizacional (BATES et al. 1995). MISTEREK et al. (1992) propõem que exista uma ligação entre a Estratégia de Manufatura e a Cultura Organizacional, e utilizam a Estratégia de Manufatura de Classe Mundial (WCM) como um tipo de Estratégia de Manufatura e a relacionam tipos específicos de Cultura Organizacional.

O WCM consiste de 5 dimensões ou escalas: 1- Planejamento estratégico tradicional; 2- Comunicação da estratégia; 3- Orientação de longo alcance; 4- Poder da Estratégia de Manufatura; 5- Papel competitivo da manufatura. As dimensões 1 e 2 foram vistas no item 3.3.4, a dimensão 5, no item 3.3.2. A dimensão 4 se refere a atenção que a Estratégia de Manufatura tem em relação ao futuro, sendo capaz de antecipar as necessidades da empresa e as aquisições das capacidades de manufatura no avanço destas necessidades. A dimensão 5 diz respeito ao poder da Estratégia de Manufatura, no posicionamento competitivo. Segundo BATES et. al (1995) uma Estratégia de Manufatura pode ser bem assimilada e implementada se exibir todas ou a maioria destas dimensões

Existem diferentes visões sobre o relacionamento entre a Estratégia de Negócio e a Cultura Organizacional. SAFFOLD apud BATES et al.(1995) diz em que a formulação estratégica é uma consequência da cultura, já JOYCE & SLOCUM apud Bates et al. (1995) sugerem que o ambiente e o posicionamento estratégico podem ser determinantes da condição organizacional. Sendo assim, pode-se ocorrer o mesmo com o relacionamento entre a Estratégia de Manufatura e a Cultura Organizacional.

BATES et al. (1995) sugerem que este relacionamento seja feito dentro das plantas de manufatura, e assumem que o processo de manufatura é caracterizado ao longo de um contínuo processo que vai de uma má para uma boa assimilação e implementação da Estratégia de Manufatura e a Cultura Organizacional, como pode-se observar na figura 3.7, sendo que eles sugerem duas formas para tal. A primeira é feita através da Estratégia de Manufatura bem associada e implementada com a cultura organizacional coletivista; e a segunda é feita através da Estratégia de Manufatura bem assimilada e implementada com a cultura organizacional hierárquica.

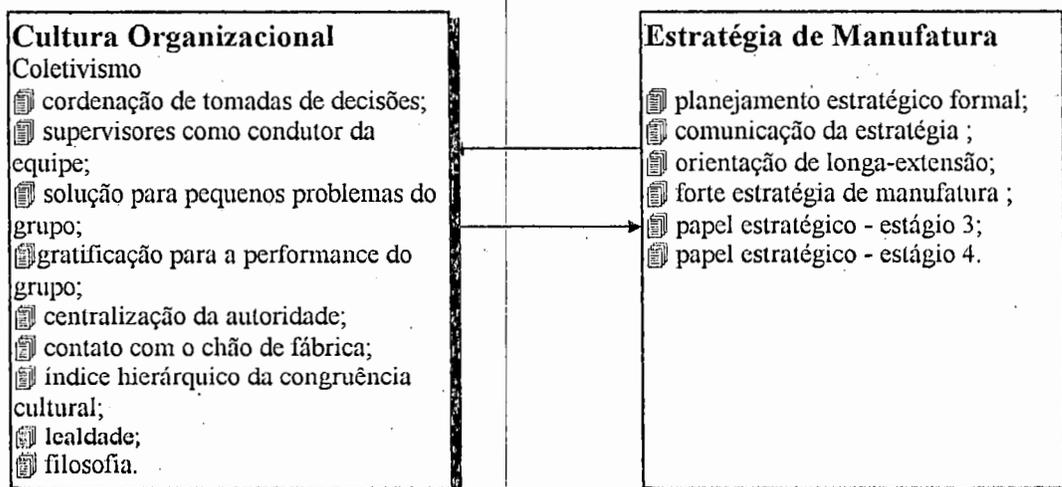


Figura 3.7- Estratégia de manufatura e cultura organizacional- definições operacionais

Fonte: BATES et al. (1995)

A Cultura Organizacional tem duas formas: hierárquica e coletivista. As culturas hierárquicas controlam uma empresa utilizando a autoridade formal, sendo mais apropriada para sistemas de manufatura que são relativamente estáveis no tempo, os quais incluem tarefas que são facilmente definidas e mensuráveis, vindas de outros departamentos, funcionando relativamente independente do ambiente externo. Já as culturas coletivistas exercem controle através da socialização dos indivíduos, dos valores e opiniões comuns. Este tipo de cultura pode ser mais apropriada para sistemas de manufatura em que a introdução freqüente de novos produtos e processos provoca mudanças regulares nas tarefas e nos papéis dos funcionários, e nas interações freqüentes com outros departamentos, fornecedores e clientes, refletindo a independência entre a planta e o ambiente.

A primeira, além de comunicar as metas e os meios para selecionar os tomadores de decisão na planta que podem melhor entender o plano estratégico e seu comportamento e dividir a compreensão dos objetivos e métodos existentes, entre os funcionários, os quais reforçam o compartilhamento de valores os quais servem como um substituto à hierarquia como método de controle, também pode reforçar a congruência cultural das pessoas envolvidas na planta de manufatura, já que fornece um foco comum para interação dos indivíduos. Já a segunda pode ser trasladada dentro de um plano estratégico detalhado, que é uma manifestação da orientação do

planejamento e controle que caracteriza uma cultura organizacional hierárquica, como também pode reforçar o posicionamento autoritário e a distância, caso seja conectada dentro de planos de ação e de procedimentos.

Em resumo, a Estratégia de Manufatura é uma base, que deve ser usada por todas as empresas que desejam continuar a atuar neste mercado tão competitivo e vencerem. Requer a modernização da empresa, utilizando novas tecnologias de produção e de organização; dessa forma, se fazem convenientemente estudos tanto do ponto de vista técnico, como econômico-financeiro.

## 4 - MÉTODOS TRADICIONAIS DE AVALIAÇÃO e ANÁLISE DE PROJETO

### 4.1. Introdução

Vivemos num mundo capitalista, por isto, tudo o que é feito, em termos empresariais, visa a obtenção de retorno sobre o investimento. Dessa forma, qualquer mudança que se faça numa empresa, que pode ir desde a aquisição de uma máquina ou equipamento até a construção de uma unidade de produção, faz-se necessário realizar uma avaliação de investimento, para verificar se o empreendimento dará retorno financeiro.

O estudo de viabilidade de projeto é composto de quatro etapas básicas: estudo de mercado; estudo do tamanho e da localização; engenharia e avaliação econômica e financeira, estando estas etapas interrelacionadas, influenciando-se mutuamente e sucedendo-se de forma dependente. Dessa forma, abordar-se-á cada uma delas, dando maior atenção à etapa da avaliação econômica e financeira, que é o motivo deste trabalho.

Devido a dependência entre as etapas, o estudo de viabilidade do projeto deve ser feito por uma equipe de profissionais, onde cada pessoa se dedique a sua especialidade, e, ao mesmo tempo se enteraja com os demais membros da equipe, trabalhando de forma conjunta.

Antes de realizar o estudo de viabilidade, o projeto deve passar por duas fases iniciais que são: a identificação da idéia, na qual os projetistas caracterizam a idéia, apresentando indicadores para saber se a mesma deve ou não ser estudada; e o estudo da pré-viabilidade, onde a idéia é estudada mais detalhadamente pelos projetistas, e um projeto preliminar é elaborado, sendo que os dados para tal não precisam necessariamente ser definitivos ou mesmo completos.

### 4.2. Estudo do Mercado

Um projeto de uma empresa tem por objetivo definir uma estrutura de produção que consiga produzir bens ou serviços necessários ou desejados à sociedade, gerando recursos financeiros que proporcionem, no mínimo, a cobertura

dos custos incorridos. Sendo assim, antes do projeto ser formulado, é preciso determinar o tamanho e a composição da demanda do mercado.

Segundo BUARQUE (1991), o estudo do mercado é não somente o ponto de partida do projeto, mas também, uma de suas etapas mais importantes, pois através dele determina-se a viabilidade ou não de continuar com as demais etapas do estudo. Deduz-se, também, o tamanho e a capacidade de produção da empresa, que se obtém através da determinação de uma possível quantidade a ser vendida do produto.

O estudo da demanda e do mercado baseia-se nas respostas feitas a três perguntas:

- ✓ *Quem irá comprar os produtos ?*
- ✓ *Quanto estas pessoas comprarão?*
- ✓ *A que preços comprarão o produto que está sendo ofertado ?*

Para conseguir as respostas para estas questões existe uma metodologia geral, adaptável a cada estudo particular, que foi desenvolvida levando em consideração os objetivos gerais e certas características básicas das muitas metodologias utilizadas em cada diferente estudo de mercado, já que todo estudo dessa natureza implica os seguintes aspectos (BUARQUE, 1991):

- 1- necessidade de avaliar dados do passado, observando o comportamento no presente e projetando a tendência, de modo que possibilite a determinação da quantidade de produtos ou serviços que será vendida;
- 2- necessidade de procura dos bens ou serviços oferecidos;
- 3- necessidade que a procura seja maior que a oferta feita pelos concorrentes;
- 4- a diferença entre a procura e a oferta é chamada de procura insatisfeita, sendo a determinação da mesma o objetivo principal do estudo de mercado.

Esta metodologia consiste de 4 etapas básicas:

- Identificação do produto e suas correlações:
  - o produto quanto a sua utilização;
  - o produto quanto a seus substitutos e complementos;
  - a vida útil do produto.
- Coleta de informações:
  - informações relativas ao consumidor histórico do produto;
  - informações relativas à capacidade de produção nacional;

- informações relativas à população consumidora;
- informações relativas às preferências dos consumidores;
- informações relativas ao nível de consumo em função do preço:  
elasticidade - preço da procura:

$$e = \frac{\partial Q/Q}{\partial p/p}$$

- informações relativas à estrutura do consumo em função da renda per capita- elasticidade de renda

$$E_y = \frac{\partial Q/Q}{\partial y/y}$$

- informações relativas ao mercado internacional;
- informações relativas a contabilidade nacional, renda per capita;
- informações relativas à política econômica do Governo e às políticas de governos estrangeiras;
- informações relativas aos preços, à concorrência e as formas e dificuldades de comercialização.

Análise das informações e definição dos critérios e parâmetros de projeção;

Projeção dos dados para determinar a demanda insatisfeita futura:

- extrapolação da tendência histórica;
- projeção através da aplicação dos coeficientes de elasticidade;
- esquema de projeções para as demandas.

Após a realização do estudo da demanda, é preciso apresentar o mesmo aos avaliadores, a empresa, etc., de forma clara, objetiva, tomando alguns cuidados nesta apresentação.

### 4.3. Estudo do Tamanho e da Localização

#### Tamanho

Como foi dito anteriormente, o estudo de mercado oferece a determinação de absorção do produto pelo mercado e a evolução desta nos próximos anos, possibilitando chegar a quantidade de produto a ser produzida.

Para prosseguir a análise do projeto é preciso ter uma definição sobre a capacidade ou o nível de produção ótimo no qual a empresa operará, sendo que esta é obtida através do estudo do tamanho do projeto.

Quando se está analisando um projeto do ponto de vista financeiro, suas principais variáveis são a receita, o custo e o investimento, os quais dependem da quantidade produzida e que é responsável pela capacidade produtiva instalada, que por fim determinará o tamanho ótimo da empresa. Segundo BUARQUE (1991), o dimensionamento da capacidade produtiva é um trabalho de aproximações sucessivas entre as diversas etapas, tendo por objetivo a solução ótima quanto ao tamanho. Por isto, para se encontrar o tamanho ótimo da unidade produtiva é preciso considerar o tamanho em relação às outras etapas do projeto.

#### **a) tamanho e mercado**

É preciso analisar a viabilidade do mercado onde se aspira atuar, verificando se o nível de produção que se pretende atingir será absorvido pelo mesmo, pois caso não seja, é preciso alterar este nível para que se torne viável.

#### **b) tamanho e tecnologia**

A tecnologia empregada na produção de produtos depende da quantidade produzida, exigindo uma escala mínima de produção para se justificar o investimento. Este fator é delicado, por exemplo, um empresa adota uma produção x/ano de um produto, por um lado poderia não haver uma tecnologia adequada para produzir, com rentabilidade tal quantidade, como também esta não poderia satisfazer a demanda, não aproveitando todo potencial oferecido pelo mercado; por outro, poder-

se-ia adotar uma quantidade que houvesse uma tecnologia para produzi-la com rentabilidade, mas que não existisse demanda para tal.

#### **c) tamanho e disponibilidade**

Pode ocorrer que um projeto possua todas as condições de viabilidade, mas seja inviável pelo lado dos empresários no que se refere a incapacidade financeira ou administrativa em relação a projetos de grandes dimensões.

#### **d) tamanho e localização**

A localização da unidade de produção pode tornar um projeto inviável, dependendo de seu tamanho. Por exemplo, se uma unidade de produção necessita de uma certa quantidade de matéria-prima que não exista na localidade, o custo de transporte pode se elevar, repassando-se então aos custos de produção, que poderão ultrapassar os níveis máximos aceitáveis. Situação semelhante pode ocorrer com a distribuição do produto, alterando seu preço final.

Mas para se encontrar o tamanho ótimo da unidade de produção, não basta apenas que estes relacionamentos sejam viáveis, pois existirá muitas alternativas possíveis. Para se determinar qual que corresponderá ao tamanho ótimo é preciso fazer um pré-estudo, o qual se inicia considerando de uma das alternativas viáveis e desenvolvendo a partir desta todo o projeto a um nível preliminar, determinando os custos e receitas, lucros e rentabilidade do mesmo; fazendo então estes procedimento para cada alternativa, para assim determinar a melhor, tomando-a como tamanho ótimo para elaboração do projeto de forma mais detalhada. Segundo BUARQUE (1991) para realizar este procedimento, é preciso que alguns pontos sejam esclarecidos:

- no que se refere ao desenvolvimento das alternativas viáveis, é preciso simplificar esse processo e ocupar-se somente das alternativas que, de acordo com a experiência dos projetistas, pareçam mais aproximadas do nível ótimo;
- no que se refere à definição da alternativa “melhor”, há que aplicar os seguintes critérios:

- *máxima rentabilidade;*
- *máxima soma de lucros;*

De uma forma geral, pode-se dizer que para se determinar o tamanho ótimo da unidade de produção, deve-se conhecer bem a demanda do mercado e se ter um planejamento para atender esta demanda, ajustando-se a variações sazonais, que ocorrem a curto prazo, e as tendências econômicas, que são a longo prazo, bem como as demais etapas do projeto, visto que deve haver um inter-relacionamento destas com a determinação do tamanho, visando a obtenção da máxima rentabilidade possível e do mínimo custo unitário de produção.

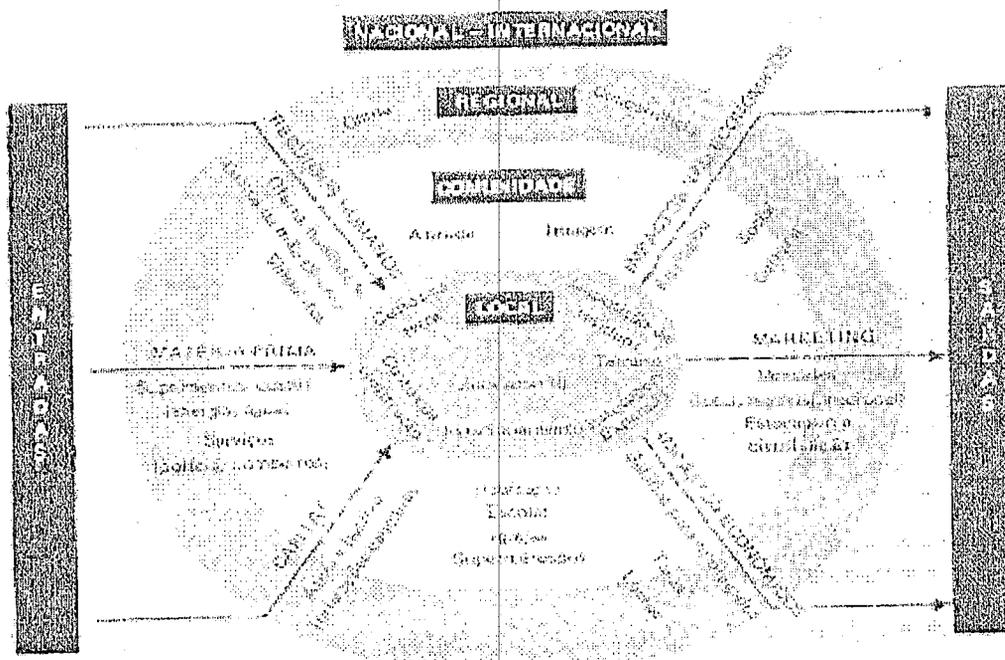
### Localização

A determinação da escolha da localização da unidade de produção, tal como no tamanho, deve ter como objetivo a obtenção do ponto máximo de rentabilidade; dessa forma, a localização ótima será aquela que oferecerá, ao mesmo tempo, condições de aumentar a produção e diminuir os custos oriundas da mesma. Por isso, a tarefa de escolher o melhor local para a construção da unidade de produção não é fácil.

Os fatores que influenciam na determinação da escolha do local para instalação da unidade de produção são muitos, basicamente podem-se citar:

- localização dos materiais de produção;
- disponibilidade de mão-de-obra;
- terrenos disponíveis, clima, fatores topográficos;
- distância da fonte de combustível industrial;
- facilidade de transporte;
- distância e dimensão do mercado e facilidade de distribuição;
- disponibilidade de energia, água, telefones, rede de esgotos;
- condições de vida, leis e regulamentos, incentivos;
- estrutura tributária.

Como são vários os fatores que afetam as decisões de escolha do local para instalação da unidade de produção, se torna importante que se faça uma abordagem sistemática dos mesmos. A figura 4.1 mostra uma estrutura padrão relacionada com uma cobertura geográfica. É possível observar as quatro etapas pertinentes a avaliação de projetos, suas interligações e interdependências,



**Figura 4.1- Fatores que afetam as decisões de escolha de local.** Fonte: MONKS (1987)

O processo do local ótimo para instalação da unidade de produção depende do tamanho e da finalidade da mesma. MONKS (1987) apresenta 5 passos formais para auxiliar na determinação do local ótimo de instalação:

- ① Defina o objetivo da localização e as variáveis e ele ligados.
- ② Identifique o critério de escolha importante:
  - *quantitativo - econômico;*
  - *qualitativo - menos tangível.*
- ③ Descreva os objetivos para o critério na forma de um modelo, ou modelos (tais como ponto de equilíbrio, programação linear, análise de fator qualitativo).
- ④ Crie os dados necessários e use os modelos para avaliar os locais alternativos.
- ⑤ Escolha o local que melhor satisfaça ao critério.

É possível observar na figura 4.1 que as 4 etapas pertinentes a avaliação do projeto, mercado, tamanho e localização, e engenharia, estão interligadas, mostrando sua interdependência, deste modo, quando se obtém os dados destas etapas.

É possível determinar a localização ótima para instalar a unidade de produção, seguindo duas etapas básicas:

- ① Macrolocalização;
- ② Microlocalização.

### Macrolocalização

Quando se faz o estudo da macrolocalização, o objetivo é encontrar uma região, ou mais precisamente, uma cidade, na qual a unidade de produção será instalada, que proporcione o mínimo de custos totais de transporte (de insumos e produtos finais).

Num primeiro momento, provavelmente existirá mais de um local que minimize os custos totais de transporte. Para determinar a localização ideal, BUARQUE (1991), considera dois processos de tomada de decisão: o primeiro é a análise de orientação localizacional do produto, que consiste em informar se a unidade de produção deve estar junto a uma das fontes de matérias-primas, a um dos mercados consumidores, ou num ponto entre elas; e a segunda é a concentração da análise dos principais insumos (matéria-prima, mão-de-obra, serviços básicos), onde se faz o estudo de disponibilidade, características e particularidades do transporte relacionados a cada um dos mesmos.

MONKS(1987) enfatiza três técnicas para a escolha do local ótimo da empresa, sendo elas:

⇒ Análise do Ponto de Equilíbrio Localizacional ⇒ consiste basicamente de 4 etapas:

- 1- Determinação de todos os custos importantes os quais variam com os locais.
- 2- Classificação dos custos para cada local em custos fixos anuais e custos variáveis por unidade.
- 3- Plotação dos custos ligados a cada local em um único gráfico de custo anual x volume anual.

4- Determinação do local com o custo total mais baixo em um volume esperado de produção.

⇒ Avaliação do Fator Qualitativo → é uma técnica que atribui valores quantitativos a todos os fatores relacionados com cada alternativa de decisão, armazenando o peso relativo de cada uma para comparação, permitindo que o tomador de decisão dê suas próprias preferências, levando em consideração tanto valores quantitativos como qualitativos. Esta técnica está dividida em cinco etapas:

1- Determinação de fatores importantes.

2- Atribuição de um peso para cada fator, podendo totalizar até 1000, para mostrar a sua importância relativa.

3- Atribuição de uma escala comum para cada fator, indicando qualquer mínimo.

4- Marcação dos pontos de cada local em potencial de acordo com a escala indicada, multiplicando os pontos pelos pesos.

5- Totalização dos pontos para cada local, determinando o local com o máximo de pontos.

⇒ Programação Linear- Método do Transporte → o modelo de transporte é uma variação da abordagem padrão de programação linear e admite que:

- o objetivo é minimizar os custos totais de transporte;
- os custos de transporte são uma função linear do número de unidade despachadas;
- toda oferta e demanda estão expressas em unidades homogêneas;
- os custos de remessa por unidade não variam com a quantidade remetida e
- o suprimento total deve igualar a demanda total.

### Microlocalização

Ao estudo da macrolocalização, segue-se o da microlocalização, sendo o determinante do lugar específico no qual a unidade de produção será instalada. Para tanto, é preciso ter em mãos as informações básicas das características de engenharia da unidade de produção, como descrição física do edifício, área atual e futura requerida, necessidade de linhas férreas, estradas, etc., quantidade de água, energia,

instalações de equipamentos e construções especiais, layout, etc. Feito isto, parte-se para a análise dos terrenos disponíveis.

#### **4. Engenharia**

A engenharia do projeto se refere ao estudo da fase técnica do mesmo, ou seja, se refere a determinação do processo de produção, dos equipamentos e das instalações.

O estudo de engenharia do projeto, além de oferecer condições de cálculos dos custos de investimento e operação, também proporciona informações para outras etapas, como uma reorientação do estudo de mercado, onde pode-se identificar outros produtos que podem ser produzidos na mesma instalação, orientação das decisões sobre o tamanho e localização da unidade de produção, orientação do esquema de financiamento, definição do tipo de mão-de-obra requerida e dos serviços auxiliares necessários, orientação quanto a problemas legais, etc.

O estudo da engenharia do projeto segue 4 etapas básicas:

- ✓ ensaios e investigações preliminares;
- ✓ seleção e especificação do processo e dos equipamentos (seleção de tecnologia);
- ✓ projeto de construção civil e infra-estrutura;
- ✓ análise de rendimentos.

##### **Ensaio e investigações preliminares**

Todo o projeto de engenharia exige que ensaios e investigações preliminares sejam realizados, mesmo quando os dados referentes ao processo e aos equipamentos, que serão utilizados, são conhecidos. Apesar desta exigência, os ensaios e as investigações preliminares não devem ser detalhados, mas sim oferecer uma visão inicial para justificação de um novo processo ou de um produto.

##### **Seleção do Processo e dos Equipamentos necessários**

Basicamente, o objetivo de uma unidade de produção é transformar insumos em produtos, por isto é necessário que seja selecionado um determinado processo de produção e os equipamentos para obtê-los.

São vários os processos de produção existentes para produzir um produto num mesmo projeto, sendo assim, para determinar um deles, é preciso levar em consideração alguns fatores, como:

- ☞ o tipo de matéria-prima que será utilizada;
- ☞ a disponibilidade de recursos, em geral e, em particular, recursos financeiros;
- ☞ dos tipos de tecnologias disponíveis para realizar tais processos;
- ☞ entre outros.

A determinação dos equipamentos é feita de forma paralela à do processo de produção. Primeiramente, determina-se os equipamentos principais, seguido dos secundários; feito isto, escolhe-se a marca, os fornecedores, custos. Segundo BUARQUE (1991), os principais fatores que devem ser considerados na determinação dos equipamentos são:

- ☞ custos;
- ☞ país de origem;
- ☞ facilidade de crédito e outras considerações financeiras;
- ☞ moeda de pagamento;
- ☞ possibilidade de ampliar a capacidade;
- ☞ assistência técnica;
- ☞ manutenção e peças de reposição;
- ☞ facilidade de montagem no país.

Além destes, é preciso levar em conta as mesmas considerações feitas na escolha do processo.

### **Projeto de Construção Civil e Infra-estrutura**

Com as informações sobre o processo de produção e dos equipamento, é possível determinar as dimensões e o tipo da construção que será necessária, como também, a infra estrutura e as obras complementares.

É importante salientar que a construção civil e a infra-estrutura devem ser projetados de maneira a prever uma ampliação futura, sem ser muito superior à demanda atual.

### **Análise de Rendimento**

A análise de rendimento será vista no item Avaliação Econômica e Financeira, cabe a engenharia estudar os fatores necessários ao funcionamento da unidade de produção:

- ⇒ matéria-prima;
- ⇒ materiais industriais e secundários;
- ⇒ outros insumos;
- ⇒ mão-de-obra.

#### 4.5. Avaliação Econômica e Financeira

Como já foi dito, no mundo capitalista, toda empresa trabalha visando lucro, e quando a mesma opta por fazer um investimento ela espera que o mesmo retorne, e mais, que se obtenha lucro com ele. Dessa forma, antes de se fazer um investimento, se faz necessário que a empresa verifique se este proporcionará as intenções desejadas, ou seja retorno e lucro, fazendo uso das técnicas de avaliação econômica e financeira proposta pela engenharia econômica.

Quando se faz uma análise de um investimento, é preciso que se conheçam os custos e as receitas envolvidas no projeto, sejam estes relativos a uma nova unidade de produção, a expansão de uma já existente, uma nova linha de produção ou mesmo uma nova máquina. Por isso, antes de se apresentarem as técnicas de avaliação, para um melhor entendimento, dar-se-á uma visão sobre custos e receitas.

#### Custos

Os custos são divididos em duas classes, os custos de investimentos e os custos operacionais.

**Os custos de investimentos**, também conhecidos como custos de capital, são aqueles envolvidos na instalação da unidade de produção, a qual é definida na etapa de engenharia, como foi visto anteriormente.

Estes investimentos são classificados em:

↳ investimento fixos, os quais correspondem aos investimentos feitos em equipamentos, instalações industriais, construção civil, etc. Normalmente, os investimentos fixos são consumidos em: terrenos e obras preliminares, edifícios, complementação da construção civil, máquinas e equipamentos principais e

complementares, equipamentos não utilizados diretamente no processo produtivo, gastos referentes à instalação, montagem, veículos, móveis, tecnologias, etc.;

↳ investimentos circulantes, necessários para o funcionamento da unidade de produção entre o início do funcionamento e a entrada de receitas, provenientes das vendas da produção. De um modo geral, os custos circulantes correspondem ao estoque completo de matéria-prima e aos insumos utilizados no processo de produção, à produção de uma quantia de produtos para estoque até o início das vendas, os produtos vendidos a prazo e de recursos líquidos em caixa para necessidades correntes.

**Os custos operacionais**, também chamados de custos de produção, são aqueles oriundos da aquisição dos componentes do processo de produção e das vendas feitas pela unidade de produção, ou seja, os custos de funcionamento da unidade de produção. Estes custos podem ser subdivididos em custos de produção e despesas gerais.

↳ custos de produção, são obtidos com a fabricação do produto, ou seja, são os gastos que se tem durante o processo produtivo, e são subdivididos em custos diretos e indiretos.

◆ os custos diretos, são aqueles que estão ligados diretamente ao processo de produção, podendo ser diretamente apropriados ao produto, sendo que, os principais componentes são: matéria-prima, embalagens, materiais auxiliares, fretes, mão-de-obra direta, energia, etc.

◆ os custos indiretos, não estão ligados diretamente ao processo de produção, sendo os principais: mão-de-obra indireta, manutenção, seguros, aluguel, etc.

↳ despesas gerais, são os gastos originários da administração, de vendas, de imprevistos, de operações financeiras, são conhecidos como despesas ou gastos gerais, e que normalmente são classificadas em fixas e variáveis e só são incluídas depois que o produto foi produzido.

◆ correspondem às despesas gerais variáveis, os gastos com vendas: salários e comissões de vendedores; gastos de distribuição: embalagens, seguros, depreciação, manutenção e combustível de veículos de distribuição, como também salários, auxílio

de custos das pessoas dessa atividade; gastos com propaganda; impostos sobre vendas; operações financeiras: juros e comissões pagas aos bancos.

♦ correspondem às despesas gerais fixas os gastos com: administração: salários de gerentes, auxiliares e outras pessoas que trabalham no setor; escritório; impostos municipais; depreciação.

Além destas despesas gerais, CASSAROTTO & KOPITTKE (1994) colocam outras despesas, como depreciação contábil, despesas financeiras de operações de médio e longo prazo, amortização de equipamentos e imposto de renda.

### **Receitas**

Em linhas gerais pode-se dizer que a receita é o resultado obtido com as vendas dos produtos, ou seja, é a entrada de valores monetários devido a saída de produtos da unidade de produção.

Quando se trata de uma Análise de Investimento, as receitas do projeto são o fluxo dos recursos financeiros recebidos por sua operação em cada ano de sua vida útil, direta ou indiretamente.

As receitas diretas são os resultados das vendas dos produtos e seu cálculo é feito multiplicando-se a quantidade de venda esperada pelo seu preço. Já as receitas indiretas correspondem ao valor residual, que é a soma dos recursos financeiros que as empresas podem conseguir no final de sua vida útil com a venda de tudo que faz parte do projeto, como produtos, equipamentos, edifícios, etc.

Como já dito, uma empresa para sobreviver, tornando-se e mantendo-se competitiva no atual mercado, precisa ser flexível, ter alta produtividade, oferecendo produtos diferenciados, com qualidade assegurada e preços baixos, eliminando todas as formas de desperdício. Para isto é necessário adotar um método de custeio que demonstre de maneira correta a situação da empresa, determinando os custos reais dos produtos fabricados.

As empresas podem utilizar três métodos de custeio, para se trabalhar:

- Custeio por Absorção;
- Custeio Direto;
- Custeio Baseado em Atividades.

#### ☒ Método de Custeio por Absorção

O custeio por absorção incorpora aos produtos produzidos todos os custos de produção, tanto os fixos como os variáveis, diretos ou indiretos, sendo que os custos fixos tendem a permanecer constantes em seu total, mesmo havendo variações no volume de produção da indústria; os custos variáveis em seu total variam de acordo com as quantidades de produtos produzidos; os custos indiretos não estão ligados diretamente ao processo de produção, já os custos diretos estão ligados diretamente ao processo produtivo.

Neste método de custeio, quando o setor produtivo, em um determinado período em relação a outro, fornece à vendas quantidades menores de produtos do que o habitual estoque da indústria, tem-se um custo de produção mais elevado.

O custeio por absorção possui desvantagens, pois aloca aos produtos os custos fixos com base no critério de rateio, sendo que estes são arbitrários, podendo ser alterados; dessa forma, pode-se apropriar mais custos a um produto do que a outro, tornando-o rentável ou não, sendo isto incoerente, já que não é correto tornar um produto lucrativo através dessas alterações.

Como o custo fixo por unidade depende do volume de produção, ao se reduzir o mesmo o custo do produto aumenta, gerando mais informações errôneas, já que o custo de um produto pode variar devido alteração de volume de produção de outro produto, mascarando assim os produtos que oferecem lucro baixo ou até prejuízo.

Utilizando-se este método de custeio, os resultados obtidos não acompanham as vendas, mas sim o volume de produção, e do estoque, o que pode proporcionar valores de lucros enganosos não úteis para tomada de decisão, tornando-se um método não eficaz para o planejamento financeiro de um empresa.

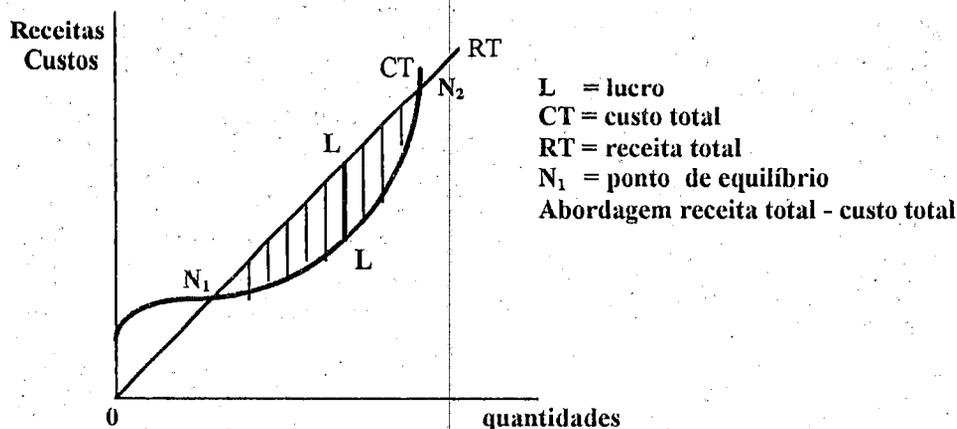
#### ☒ Método de Custeio Direto

O método de custeio direto apropria aos produtos produzidos apenas os custos variáveis, os custos fixos são vistos como despesas, ou seja, o custeio direto separa as despesas fixas de fabricação, de vendas e de administração dos custos variáveis de produção. Sendo assim, este método tem como papel principal a separação de despesas seguido da determinação do valor dos produtos em estoque.

Para encontrar-se o lucro líquido da empresa que utiliza este método, em determinado período, deduz-se da receita o custo variável de produção e as despesas variáveis de vendas, sendo estas referentes às quantidades vendidas, obtendo-se, então, a " Margem de Contribuição ", desta deduz-se as despesas fixas de produção, vendas e administração. Então, a Margem de Contribuição nada mais é que o resultado obtido da diferença entre o preço de venda e o custo variável, ou seja, é o quanto o produto contribui para reduzir o total de custo fixo e se possível, dependendo do nível de atividade, proporcionar lucro, considerando-se as despesas variáveis

Dessa forma, através do método de custeio direto obtém-se o lucro acompanhando sempre as vendas, sendo este um dos pontos que o difere do custeio por absorção. Um outro ponto muito importante é que nele o custo do produto em estoque não inclui as despesas fixas de fabricação, sendo o contrário do custeio por absorção, contribuindo para simplificar a tarefa de rateio de custos e despesas.

O ponto de paridade ou ponto de equilíbrio é uma ferramenta importante no método de custeio direto sendo este o ponto onde o volume mínimo de operações consegue cobrir todos os custos, não obtendo lucro nem prejuízo, e acima dele tem-se um lucro. Este ponto pode ser observado no gráfico da figura 4.2.



**Figura 4.2- Gráfico do Ponto de Equilíbrio**

A determinação deste ponto é muito importante na análise marginal de lucro, como para conseguir o lucro máximo em relação à capacidade produtiva da empresa,

na determinação de níveis mínimos de atividades para reduzir eventuais prejuízos de operação nos períodos mais difíceis, etc..

Em uma alta produção, com considerável estoque resultante da mesma, a vantagem de se utilizar o custeio direto é que as despesas serão absorvidas de forma correta e quando há inversão desta situação, ou seja, quando os produtos em estoque são vendidos, estes passam a absorver parte das despesas gerais de fabricação, caso contrário, o baixo volume de produção absorveria estas mesmas despesas. Dessa forma a empresa terá um estado de equilíbrio no resultado das contas de lucros e perdas, sendo também mais fácil a determinação do preço de venda do produto, já que se conhece o custo primário dos produtos em estoque analisando, então, em termos de lucro marginal. Isto faz com que as políticas de vendas e a fixação de preços se tornem mais competitivas.

Também através do custeio direto é possível encontrar o limite inferior do preço de venda (custos variáveis adicionados à despesas diretas de venda) e qualquer valor acima deste limite auxilia na absorção dos custos fixos, critério muito útil quando a demanda, por um certo preço, é inferior à capacidade produtiva instalada.

Quando se usa o custeio direto em uma empresa com linha variada de produtos, é possível que grande parte das despesas fixas sejam absorvidas por produtos que estejam em alta no período, beneficiando os que não estão, mas que, caso fossem eliminados, prejudicariam a empresa no mercado.

De um modo geral, o custeio direto faz com que a empresa que o esteja utilizando aumente sua competitividade, determinando preços em função da capacidade produtiva instalada e da procura vigente no mercado, além de, no caso de variações freqüentes e consideráveis, o método oferece grandes vantagens para orientar o administrador no planejamento financeiro, tendo bases mais flexíveis que o custeio por absorção.

Conclui-se, portanto, que este método faz com que a administração obtenha por período resultados mais precisos, sendo um método mais eficaz na tomada de decisão.

Apesar das inúmeras vantagens, este método é utilizado internamente na empresa somente para planejamento e tomada de decisão, pois para fins contábeis de consultoria e fiscais, ainda utiliza-se o método de custeio por absorção, sendo então a

contabilidade de custos separada da contabilidade fiscal, contudo a empresa pode utilizar o custeio direto e depois convertê-lo ao custeio por absorção.

#### ☒ Método de Custeio Baseado em Atividades (ABC)

Com o aumento dos custos indiretos de fabricação, resultante da aplicação das tecnologias avançadas de produção, houve uma distorção dos custos de produção obtidos pelos métodos tradicionais, como também a necessidade de dados e informações corretas para as tomadas de decisões funcionais e financeira. Como alternativa desenvolveu o CMS (Cost Management System), que teve por objetivo fornecer informações corretas dos custos para as tomadas de decisões empresariais.

O CMS é formado através do Custeio Baseado em Atividades (ABC) que é considerado o ponto mais importante do mesmo.

O método ABC analisa as atividades que consomem recursos, identificando as que agregam e as que não agregam nenhum valor ao produto.

Através deste método é possível saber quais atividades são realizadas para produção de um determinado produto, identificando os custos por atividades e conseqüentemente os dos produtos, alocando-os aos mesmos através de um número maior de bases que os métodos tradicionais.

Em uma empresa que produz vários produtos que utiliza o método ABC, possui a vantagem de poder apropriar, de maneira precisa, os custos indiretos de fabricação através do grau de utilização de cada uma das atividades ligadas ao processo de fabricação de cada produto, já utilizando o custeio baseado em volume de produção haverá distorções dos custos reais destes produtos.

Devido a crescente atenção para eliminação de custos direto de produção e aumento de produtividade as empresas se esqueceram dos custos indiretos ou overhead, dessa forma, os custos totais obtidos não estão totalmente corretos. Há empresas que determinam seu overhead, contudo o distribui igualmente entre as diversas linhas de produto, através dos critérios de rateio, não considerando as características de cada linha, ou seja, não conhecendo o custo correto do produto. Entretanto, ao se utilizar o método ABC é possível encontrar o valor do overhead em cada linha de produto, pois consegue-se identificar as atividades envolvidas, como quantidade produzida, tecnologia envolvida, transporte, expedição, etc., calculando os

custos envolvidos na execução das mesmas e analisando-as, levando em consideração a importância destas no processo de produção.

#### 4.6 Análise Econômica-Financeira

A avaliação de um projeto, tem por objetivo, verificar se o mesmo justifica os recursos a serem utilizados, avaliando, dessa forma, os riscos de empreendimento e estimando a sua rentabilidade.

Esta avaliação tem dois pontos de vista: o financeiro e o econômico, embora ambos tenham a mesma metodologia de avaliação, utilizando um fluxo de custos e um de receitas, como exemplifica a figura abaixo:

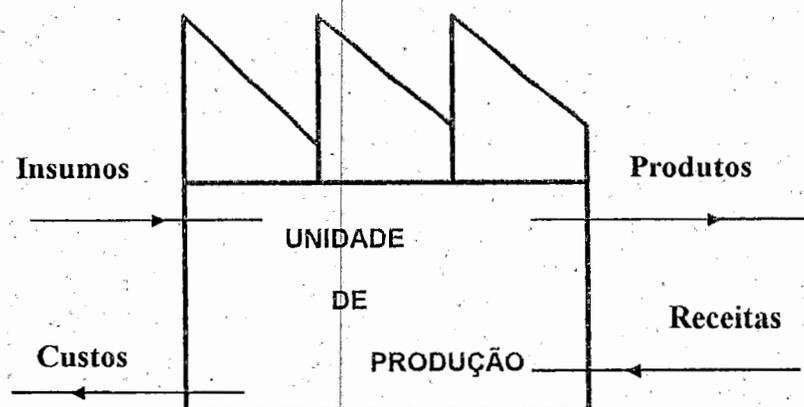


Figura 4.2- Fluxo Custos /Receitas

A análise financeira, a qual daremos ênfase, determina se a unidade de produção terá rentabilidade financeira que garanta o retorno do capital investido, tanto próprio como financiado, além disso, os fluxos de custos e receitas são estimados conforme o mercado.

A análise econômica determina se o projeto da unidade de produção é compatível com os objetivos econômicos da nação, como por exemplo se a geração de emprego é satisfatória, se a arrecadação de impostos é interessante, etc. Este enfoque é exigido pelos órgãos de fomento, como BNDES, etc.

A análise financeira tem sido utilizada para aprovar ou rejeitar um projeto, para justificar o investimento num determinado projeto ao invés de em outro; no

entanto, segundo PRIMROSE (1991), sua utilização vai muito além disto, já que ela pode ser uma ferramenta gerencial que auxilia as empresas a:

- ↳ selecionarem as áreas mais importantes da companhia, onde o investimento inicial em tecnologias de manufatura avançada deve ser concentrado;
- ↳ escolherem as especificações técnicas e fornecedores corretos;
- ↳ estabelecerem os objetivos e tempos para implantações;
- ↳ quantificarem todos os custos e receitas, para o qual o investimento está corretamente refletido no sistema de custeamento e na folha de balanço.

#### 4.6.1- Técnicas de Avaliação de Investimento

A avaliação de um investimento pode ser feita através de várias técnicas, que vão desde uma análise sensitiva, até modelos matemáticos que podem ser resolvidos manualmente, ou por computador. No entanto, nem todas estas técnicas são confiáveis, já que não consideram a variação do valor do dinheiro no tempo, não possuindo portanto uma firme base conceitual.

Entre várias técnicas, pode-se citar o uso da Rentabilidade Simples, o Pay-back, Taxa Contábil de Retorno, Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Benefício Líquido Uniforme. Dentre estas as mais utilizadas são o Pay-back, o VPL, a TIR e o Benefício Líquido Uniforme, as quais serão enfatizadas a seguir.

O Fluxo de Caixa Descontado (FCD) é o fundamento básico de alguns destes métodos. A teoria do FCD consiste, basicamente, no conceito da variação do valor do dinheiro no tempo. PRIMROSE (1991) coloca como exemplo o cálculo do pagamento de um empréstimo, que tem que ser pago juntamente com um “juro”, que será calculado até que juros e empréstimo sejam totalmente pagos.

Os métodos do Valor Presente Líquido, da Taxa Interna de Retorno e do Benefício Líquido Uniforme, foram desenvolvidos com base no FCD, sendo portanto mais eficientes que aqueles que não o são.

#### **Pay-back**

O método Pay-back, ou método do tempo de recuperação do investimento, é um dos mais simples e fáceis de ser utilizado, por isso é de grande aceitação prática.

Consiste em determinar o número de períodos que são necessários para recuperação do capital investido. Uma empresa que utiliza este método fixa um prazo limite para recuperar o investimento, se o tempo for igual ou menor que este limite, o projeto será aceito, ou seja, após a determinação do número de períodos, o investidor decide sobre a aceitação do projeto com base em seus padrões de tempo para recuperação de investimentos.

Quando uma empresa está com problemas de fluxo de caixa e precisa recuperar rapidamente o investimento, ou quando produzem produtos com vida curta ou alto grau de obsolescência, a utilização do Pay-back trás vantagens. Apesar disto e de ser um método fácil de ser aplicado, ele não é apropriado para ser usado como único critério de avaliação, pois não apresenta um dado confiável, daí a necessidade de utilizá-lo juntamente com outro critério; isto ocorre pois ele não considera o conceito de Fluxo de Caixa Descontado, já que ele simplesmente soma todos os valores, mesmo que estejam em datas diferentes, ignorando as variações do fluxo de caixa após o período de recuperação do investimento; além disso, como trabalha com curto prazo, não considera, em seus cálculos, a vida útil que o projeto possa ter depois do tempo necessário para o retorno do investimento.

Segundo PRIMROSE (1991), quando se utiliza o método pay-back para avaliar projetos que farão uso de tecnologias relativamente simples, como máquinas ferramentas convencionais, os erros nos resultados não são tão grandes comparados com projetos que envolvem SAM, como por exemplo FMS, que envolve máquinas ferramentas com CNC, despesas com instalações antes de ser montado, etc.. Nestes casos, existe um longo período antes do projeto estar operando completamente, e o nível completo de recuperação começa a ser atingido.

Outro problema é o tempo tomado para cobrir o investimento, já que as empresas usam critérios altamente arbitrários para decidir a duração do período do pay-back, que normalmente gira em torno de um a dois anos.

Dessa forma, o pay-back nunca deve ser utilizado como único método de análise de investimento, já que proporciona resultados incorretos, podendo ser usado juntamente com um método baseado no Fluxo de Caixa Descontado, oferecendo uma análise mais segura, ou seja, não é aconselhável a utilização deste método como

principal critério de avaliação financeira, mas sim como um método auxiliar na tomada de decisão.

### Valor Presente Líquido

Valor Presente Líquido ou Valor Atual Líquido, é uma teoria de análise de investimento, que foi desenvolvida nos últimos 50 anos, e tem como base o conceito do valor presente descontado.

O VPL consiste no cálculo do valor atual das receitas e das despesas do fluxo de caixa de cada alternativa de investimento, utilizando a TMAR (taxa mínima de atratividade de retorno), ou seja, este método trás todas as receitas e despesas esperados, descontados a taxa de juros considerada, para a data zero de um diagrama de fluxos de caixa. Admitindo-se um diagrama de fluxos de caixa genérico, como mostra a figura 4.3, o VPL poderá ser expresso por:

$$P = \frac{X_0}{(1+i)^0} + \frac{X_1}{(1+i)^1} + \frac{X_2}{(1+i)^2} + \frac{X_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{X_{n-2}}{(1+i)^{n-2}} + \frac{X_{n-1}}{(1+i)^{n-1}} + \frac{X_n}{(1+i)^n}$$

$$P = \sum_{j=0}^n \frac{X_j}{(1+i)^j}$$

onde

$P$  é o valor presente líquido de uma série  $X_j$  de recebimentos e desembolsos, descontados a uma dada taxa mínima de atratividade  $i$ , sendo o horizonte de planejamento do projeto igual a  $n$  períodos.

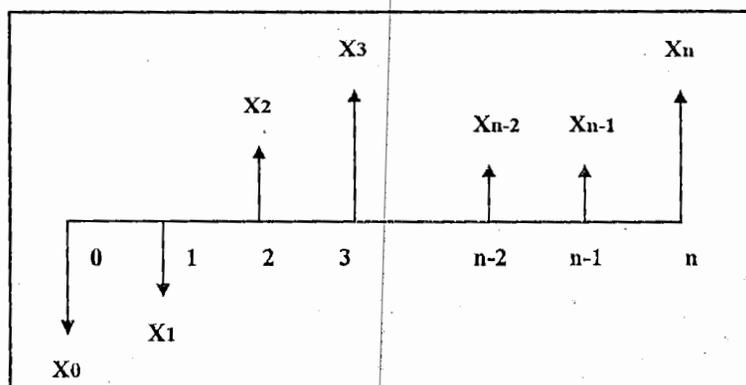


Figura 4.3- Diagrama de fluxos de caixa para um projeto de investimento genérico Fonte: OLIVEIRA, (1982)

Se, ao utilizar o método do VPL o valor encontrado for positivo, implicará num projeto economicamente interessante, tornando mais atrativo quanto maior for o VPL encontrado.

Quando se encontra um VPL nulo, significa que ao capital que retorna é igual ao investido, não sendo, portanto, interessante.

E, finalmente, o VPL negativo mostra que o projeto é inviável, já que não se pode nem recuperar o capital investido.

Dessa forma, o melhor investimento será aquele que fornecer uma maior variação positiva entre os valores atuais das receitas e das despesas.

O VPL é uma técnica que tem a vantagem de apresentar ao investidor o lucro líquido do projeto no tempo presente, como também de não ser difícil de se calcular. Apesar disso, ele tem como problema a taxa de juros para o cálculo do VPL, que tem de ser determinada antes de se fazer o investimento.

### **Taxa Interna de Retorno (TIR)**

O método da TIR é definido como a taxa de juros que torna o valor presente das entradas de caixa igual ao valor presente das saídas de caixa, ou seja, é aquela que torna nulo o valor presente líquido. Fazendo uso da figura 4.3 novamente, a expressão matemática que define a TIR é:

$$\sum_{j=0}^n \frac{X_j}{(1+i)^j} = 0$$

onde  $i$  representa a taxa interna de retorno de um projeto de investimento genérico.

Na análise de investimento, quando a TIR de um projeto for maior que a TMAR, este é viável, sendo portanto aprovado, caso ocorra o inverso, é reprovado.

A vantagem de se utilizar a TIR, é que ela apresenta resultados em taxa percentual. Entretanto, como as demais técnicas, ele apresenta desvantagens, tais como:

✓ contradições entre os resultados obtidos através da TIR e do VPL, quando o projeto tiver grandes diferenças entre valores dos investimentos;

✓ múltiplas soluções apresentadas pela expressão matemática da TIR quando os lucros variam entre positivo e negativo, ao longo do tempo, ou seja, quando houver inversão de sinal no gráfico;

✓ o cálculo da TIR é mais complicado do que o do VPL.

Apesar disso, quando se trata de análise de um mesmo projeto, ou entre projetos que não tenham grandes diferenças de investimentos, a TIR é uma das melhores técnicas na determinação do melhor investimento.

### **Benefício Líquido Anual Uniforme**

No método de benefício líquido anual uniforme, todos os fluxos de caixa do projeto analisado, é transformado numa série uniforme utilizando a TMAR, ou seja, o fluxo de caixa é uniformemente distribuído, sendo que a expressão matemática genérica para este método é:

$$U = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \cdot \sum_{j=0}^n \frac{X_j}{(1+i)^j}$$

Os valores obtidos com o método do benefício líquido anual uniforme das várias alternativas de investimentos são comparados entre si, e, o melhor é aquele que apresentar menor custo anual, sendo que a viabilidade de um projeto é comprovada quando o benefício líquido anual uniforme for positivo.

Como a TIR, esta técnica não é difícil de ser utilizada, sendo recomendada duas ou mais alternativas de investimento com diferentes tempos de planejamento. Quanto as desvantagens, se assemelham as da técnica do VPL.

De um modo geral, todas estas técnicas apresentam uma boa análise de investimento, já que consideram o valor do dinheiro no tempo. Mas fazendo uma comparação entre a TIR e o VPL, a primeira é mais fácil de ser compreendida, já que é possível compará-la a um empréstimo comum, em contrapartida, o VPL é melhor tecnicamente. Sendo assim, uma forma ideal de análise seria aquela que fornecesse os resultados em termos de VPL e TIR.

Estas técnicas de investimento, até então amplamente utilizadas, estão deixando muito a desejar, quando se trata de avaliar projetos que envolvem SAM.

Como foi possível constatar, os métodos tradicionais de análise de projetos não estão aptos a captarem os benefícios proporcionados pela implantação dos sistemas avançados de manufatura dentro de uma organização, já que trabalham basicamente com o fluxo de caixa. As empresas estão necessitando de novas técnicas que supram as deficiências das já existentes, quando se trata de projetos envolvendo SAM, ou seja, técnicas capazes de avaliarem os benefícios intangíveis proporcionados pelos mesmos.

No próximo capítulo ver-se-á algumas propostas de avaliação que possam captar todos os benefícios que uma organização possa adquirir nessa nova realidade de produção.

## **5. ABORDAGENS DA AVALIAÇÃO FINANCEIRA DE SISTEMAS AVANÇADOS DE MANUFATURA**

As empresas estão cada vez mais buscando modernização e novas tecnologias para seus sistemas de produção, podendo assim, assegurar sua sobrevivência e crescimento no atual mercado altamente competitivo. Sendo assim, seus processos de produção estão evoluindo para os SAM, tais como máquinas CNC, FMS e o CIM, como objetivo final, que possuem um grande potencial para melhorar a performance da manufatura.

Como a implantação de SAM normalmente requerem um grande investimento inicial e um longo tempo de implantação, antes de se fazer qualquer modificação e implementar novas tecnologias em suas plantas, é imprescindível que as empresas façam uma análise financeira para tal investimento, requerendo uma comparação da performance do velho e do novo sistema de manufatura. Neste ponto, a empresa depara-se com um grande problema, pois a maioria das vantagens e benefícios proporcionados pelos SAM são de difícil quantificação, pois vários deles são benefícios estratégicos, tal como aumento de flexibilidade e melhora na qualidade, tanto de processos como de produtos, condições de trabalho, etc., os quais não estão incluídos nas técnicas de análise econômica tradicionais, que trabalham basicamente com fluxo de caixa. Assim, o processo de justificação financeira tradicional baseado na TIR, VPL ou Pay-back, constituem uma barreira para as novas tecnologias de manufatura.

A incompatibilidade na análise, a maioria das vezes, proporciona resultados incorretos, levando a uma análise imprecisa do potencial de contribuição dos SAM, mas segundo KAPLAN (1983), o cálculo de uma taxa de retorno ou o desenvolvimento de uma análise de custo-benefício, para estes sistemas, ainda é um mal necessário na atual estrutura corporativa.

### **5.1. Benefícios Intangíveis dos SAM e Problemas com a Análise Financeira Tradicional**

As pessoas que investem em SAM buscam identificar a extensa gama de benefícios que estes podem proporcionar; estes benefícios, segundo PRIMROSE (1991), são sempre generalizados nos seguintes termos:

- 1- aumento da flexibilidade de produção;
- 2- melhora na qualidade dos produtos;
- 3- melhora na documentação;
- 4- habilidade para responder às necessidades do mercado;
- 5- necessidade de manter-se competitiva;
- 6- melhora na imagem da companhia;
- 7- melhora no controle da administração;
- 8- obtenção de experiência de nova tecnologia.

Além destas, pode-se ainda citar a diminuição de estoque, tanto de matéria-prima como de produto em processo e produto final; solução para gargalos; aumento da satisfação dos trabalhadores, redução de mão-de-obra; etc.

Alguns benefícios, como gastos com mão-de-obra e com operações, podem ser facilmente quantificados, mas outros, como aumento da qualidade não se pode dizer o mesmo.

Num FMS, por exemplo, os custos de investimento são tão grandes, que não são possíveis justificá-los usando apenas as técnicas tradicionais. O FMS é um sistema que fornece benefícios intangíveis, como aumento de flexibilidade de produção, impossíveis de serem incluídos diretamente numa análise financeira tradicional, dificultando então sua justificativa econômica, pois caso isto ocorra, provavelmente conduzirá a resultados errôneos, já que muitas vezes o investimento pode ser visto como inviável.

Para um maior esclarecimento desta questão ver-se-à a seguir um estudo de caso no qual uma empresa busca saber se o investimento em SAM seria viável economicamente em comparação com o sistema já existente, utilizando um dos métodos tradicionais de avaliação (VPL), entretanto sem desenvolver um método.

### Histórico da empresa

A empresa é fabricante de bombas e válvulas hidráulicas. A variedade de produtos que ela pode oferecer aos clientes é grande, mas apenas alguns itens são feitos para estoque na base de previsão e muitos componentes são manufaturados em lotes para satisfazer as ordens recebidas.

Uma seção da empresa contém um conjunto de fresadoras e furadeiras convencionais e algumas máquinas com CN de primeira geração. Existem 14 máquinas no total, das quais algumas trabalham em um único turno e outras em dois turnos.

### Problema

Devido a idade e as condições das máquinas apareceu um aumento de problemas, como o declínio do padrão de qualidade, de produtividade, etc.

### Propostas para Solução

A empresa contou com quatro alternativas:

- ① Não fazer nada;
- ② Subcontratar serviços;
- ③ Substituir por máquinas com CNC;
- ④ Substituir por um FMS.

A alternativa 1 foi rejeitada porque a consequência desta poderia gerar declínio de qualidade e entrega, resultando, a longo prazo, a perda de parte do mercado.

A alternativa 2 também foi rejeitada porque resultaria em perda de controle dos componentes, um ponto crítico para entrega do produto.

A empresa decidiu, então que as alternativas 3 e 4 seriam investigadas em detalhe. Como o investimento em máquinas com CNC era a opção mais barata e fácil, ela foi considerada primeiro.

A carga de trabalho na seção de usinagem foi estudada em detalhes, e através de estimativa foram planejados novos processos e respectivos tempos. Baseando-se nestes dados e na previsão de vendas, calculou-se que seriam necessários cinco centros de usinagem com máquinas CNC, trabalhando em dois turnos. O gasto poderia ser de 700,000 libras, estendido sobre 3 anos.

O próximo estágio foi investigar o FMS. Observou-se que o investimento em FMS teria um considerável elemento de risco e a avaliação foi levada a diante usando estimativas conservadoras, pois caso o projeto se apresentasse viável, certamente seria um investimento atrativo na prática.

Um exame da carga de trabalho planejada, incluindo uma reserva para um possível aumento de vendas devido a melhoria do prazo de entrega propiciado pelo FMS, mostrou-se que usando o sistema por 24 horas, 5 dias por semana, com 3 sistemas de máquinas poderia ter capacidade adequada, sendo os fins de semana deixados para manutenção ou para enfrentar alguns picos na carga de trabalho.

Calculando-se a capacidade requerida, assumiu-se que o tempo de usinagem seria o mesmo para as máquinas com CNC, mas haveria um aumento considerável nas horas de utilização e operação.

O custo total do FMS foi de 1.100.000 libras, dos quais, as máquinas representavam 75%. Um dos pontos do FMS, comparado com o CNC, foi o alto custo de dispositivos e das ferramentas. As máquinas com CNC poderiam ser utilizadas usando dispositivos e ferramental comuns, mas com o FMS, todas as ferramentas requereriam um pré-posicionamento especial. A ferramentaria teria que ter um padrão especial e um grande número de suportes de ferramentas especiais seriam necessários, e os dispositivos teriam que oferecer flexibilidade quando houvesse que enfrentar flutuações na carga de trabalho. O total de custo dos dispositivos e ferramental seria de 150.000 libras.

Um problema potencial com o FMS foi o espaço de chão de fábrica, o que não ocorreu com o CNC, já que as máquinas poderiam ser colocados no espaço existente. Para o FMS uma grande área seria necessária, onde o sistema de usinagem, área de estocagem de materiais e área de ferramental seriam alocados. Embora esta área não fosse muito diferente da anteriormente ocupada pelas antigas máquinas, o FMS teria que ser instalado antes da retirada das mesmas.

Como a companhia deveria investir o mínimo de 700.000 libras por cinco centros de usinagem CNC, a avaliação foi no sentido de comparar os custos adicionais do FMS com os benefícios adicionais. Enquanto os custos adicionais foram relativamente fáceis de serem identificados, uma grande cautela foi necessária para evitar alguma dupla contabilização dos benefícios, porque vários deles podem ser obtidos com o FMS e também com o CNC. Por exemplo, existia considerável economia em custos de refugo e retrabalho, mas muitos destes poderiam ser evitados também com CNC; similarmente, a economia de mão-de-obra.

A companhia assumiu oito anos de vida útil com valor residual nulo no fim desse período; os dados usados na avaliação seguem abaixo:

1- Custo de capital de 1 100.000 libras, escalonada em três anos; as três máquinas ferramentas seriam adquiridas e pagas no fim do ano zero e a comissão seria completada no fim do ano um. Devido ao fato que o projeto dos dispositivos da instalação não poderiam ser completados até o ano dois, 50.000 libras foram orçados nesse ano.

2- Custo de capital de cinco máquinas CNC de 140.000 libras cada seria dispensado e distribuído em três anos.

3- O FMS operaria com três pessoas de dia e duas a noite, economizando dois operadores no turno diurno e três no turno noturno. O salário base considerado foi de 165 libras por semana dando um custo anual por operador de 11.412 libras para o dia e 15.177 para a noite, incluindo as despesas legais. As economias conseguidas são:

ano 1 - um turno noturno;

ano 2 - um turno diurno e dois noturnos e

ano 3 em diante - dois turnos diurno e três noturnos;

4- Usando o CNC, os componentes ainda seriam produzidos em lotes mensais, mas com FMS o lead-time total seria de uma semana, reduzindo o trabalho em processo e o estoque final de componentes. O valor da redução de estoques seria de 125.000 libras e, disto, o valor do fluxo de caixa seria de 75.000 libras no ano dois, a taxa de vantagens de redução do estoque de 17.500 no ano três.

5- O Marketing estimou que as vendas aumentariam 5%, dando uma contribuição nas despesas operacionais de 157.500 libras ao ano, a partir do ano dois. Embora os competidores melhorassem sua performance, a economia anual ainda seria válida, porque, sem o FMS, a companhia começaria a perder mercado.

### Avaliação

Na avaliação assumiu-se que no início haveria problemas e todas as vantagens seriam conseguidas até o final do ano dois.

A tributação é calculada na base de uma taxa de 35% e o capital descontado na base de 25% no primeiro ano e nos anos subsequentes sendo 25% do valor remanescente.

A tabela 5.1 mostra o fluxo de caixa anual usado na avaliação. A primeira avaliação foi feita usando somente dados relacionados com a melhoria da eficiência da manufatura, redução de mão-de-obra e de estoque. Isto mostrou um retorno de 7.6% em termos de taxa interna de retorno (TIR) e - 84 738 libras como valor presente líquido (VPL), o qual, quando comparado com o valor após desconto de 15% de tributos sob o capital mostrou que o projeto não seria viável.

	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4-8	ANO 9
Custo de capital	-670 000	-380 000	- 50 000	-	-	-
Escape de capital	280 000	280 000	140 000	-	-	-
Taxa de capital	-	34 125	34 344	17 883	reduzindo	3 183
Economia MO	-	15 177	4 766	68 355	68 355	-
Redução estoque	-	-	75 000	-	-	-
Vendas extras	-	-	157 500	157 500	157 500	-
Taxa de fiscal	-	-	-5 132	- 52 243	- 79 049	-79 049
Fluxo de caixa líq.	-390 000	-50 698	393 298	191 495	reduzindo	- 75 866

**Tabela 5.1. Fluxo de caixa anual** Fonte: PRIMROSE (1991) p.181

Entretanto, quando os efeitos nas vendas foi incluído, o retorno aumentou para 35,2% TIR e + 311.642 libras VPL. O investimento poderia, entretanto ser considerado interessante financeiramente, porque as estimativas de melhoria foram sub-avaliadas.

Verificou-se então que, se apenas o sistema de custeamento fosse utilizado, provavelmente este projeto seria rejeitado; foi preciso fazer uso de outras considerações (aumento de vendas) para constatar o retorno positivo sobre o investimento. Entretanto, fatores que são potenciais de vantagens intangíveis não foram levados em consideração.

Como foi possível ver neste exemplo, a análise tradicional de investimento acarreta problemas quando se trata de analisar projeto de SAM, alguns autores afirmam que estas técnicas utilizam processos ultrapassados e impróprios, argumentando que a confiança estratégica e o julgamento subjetivo serão mais importantes do que a avaliação econômica. Entretanto, KAPLAN(1986) e SON (1991) dizem que os SAM não podem ser justificados apenas pela confiança, sendo que os administradores não podem e nem devem abandonar os esforços para justificar os SAM em bases econômicas e, ao invés disso eles precisam direcionar as técnicas tradicionais de análise de investimento de forma mais apropriada a análise dos SAM.

A seguir, serão vistos alguns métodos de avaliação alternativa para os SAM, utilizando técnicas financeiras que tentam suprir as deficiências das técnicas tradicionais, pondo em prática portanto a sugestão de Kaplan.

## **5.2. Métodos Alternativos de Análise de Investimento**

Como foi comprovado através do exemplo no tópico anterior, a avaliação dos projetos de SAM necessitam de técnicas capazes de avaliarem não apenas os benefícios quantificáveis, mas também os benefícios intangíveis.

### **5.2.1. Modelo de Avaliação Econômica considerando o Custo de Oportunidade**

PARK & SON (1988) propõem um modelo matemático para avaliar os SAM, partindo do princípio que a dificuldade para avaliá-los não está apenas nas técnicas das mesmas, mas, também, nos sistemas tradicionais de contabilidade de custo que não são projetados para reportar os custos associados como manutenção da qualidade do produto, ou algum benefício econômico de um sistema com maior flexibilidade.

Na contabilidade de custo tradicional, os gastos com manufatura incluem os custos de mercadorias vendidas, custos operacionais e não operacionais, e taxas de tributação, como mostra a figura 5.1.

Enquanto não houver uma reclassificação ou uma nova definição a contabilidade de custos não pode representar a chave na iniciação ou implementação

das inovações tecnológicas O sistema de contabilidade deveria fornecer incentivos para melhorar a performance da manufatura e medidas de desempenho para avaliar o

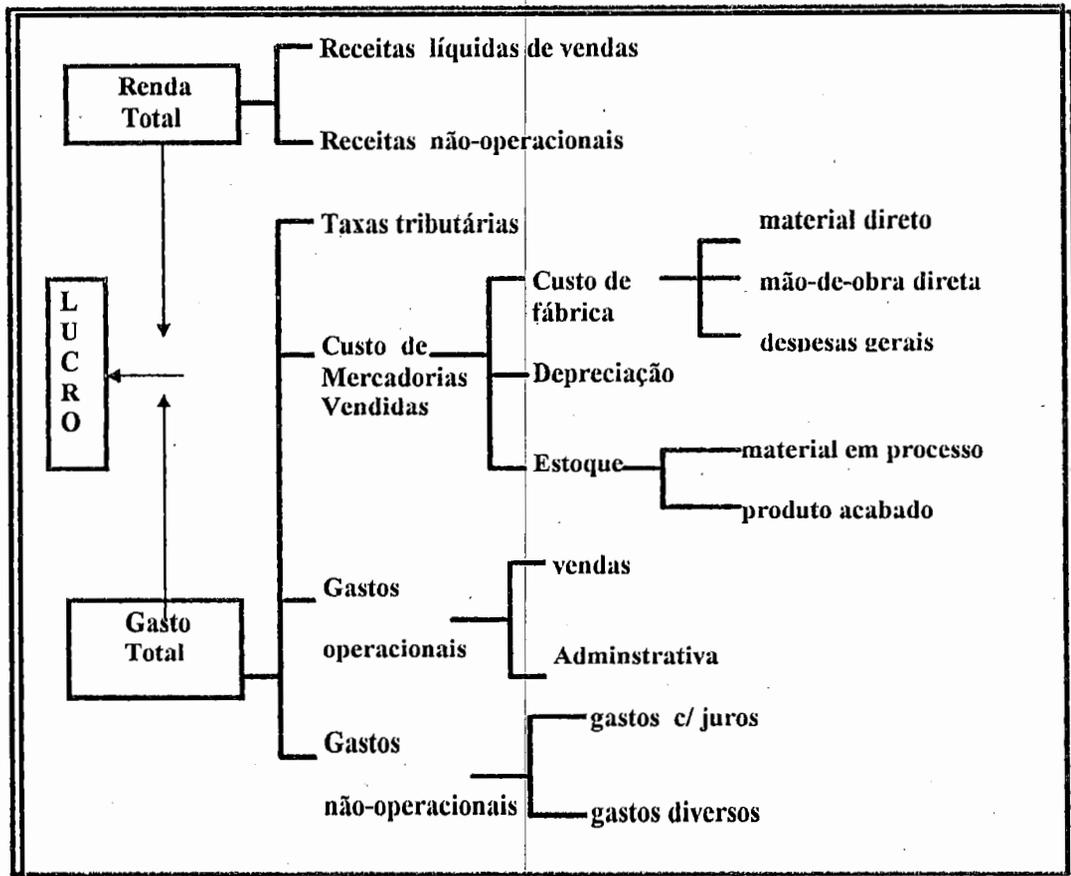


Figura 5.1- Contabilidade tradicional dos rendimentos e classificação dos gastos Fonte: PARK & SON (1988) p.3

progresso em direção a essa meta. Com este propósito, PARK & SON (1988) propuseram a divisão do custo total em duas categorias: custos de produção, os quais consistem dos custos de manufatura, depreciação e estoque; e custos de não-produção, os quais incluem gastos operacionais e custos financeiros. A mão-de-obra direta e indireta foram combinadas para definir o custo de mão-de-obra, o mesmo acontecendo com materiais direto e indireto para definir o custo de material. A classificação de todos os custos e rendimentos para o desenvolvimento de um modelo para decisão de investimento para os SAM podem ser vistos na figura 5.2.

O processo de previsão orçamentária pode ser expandido para incorporar os benefícios medidos de melhora de qualidade, flexibilidade e o tempo necessário para

mudar a manufatura através do investimento em novas tecnologias ou os custos de oportunidade pela não adoção da nova tecnologia (PARK & SON, 1988).

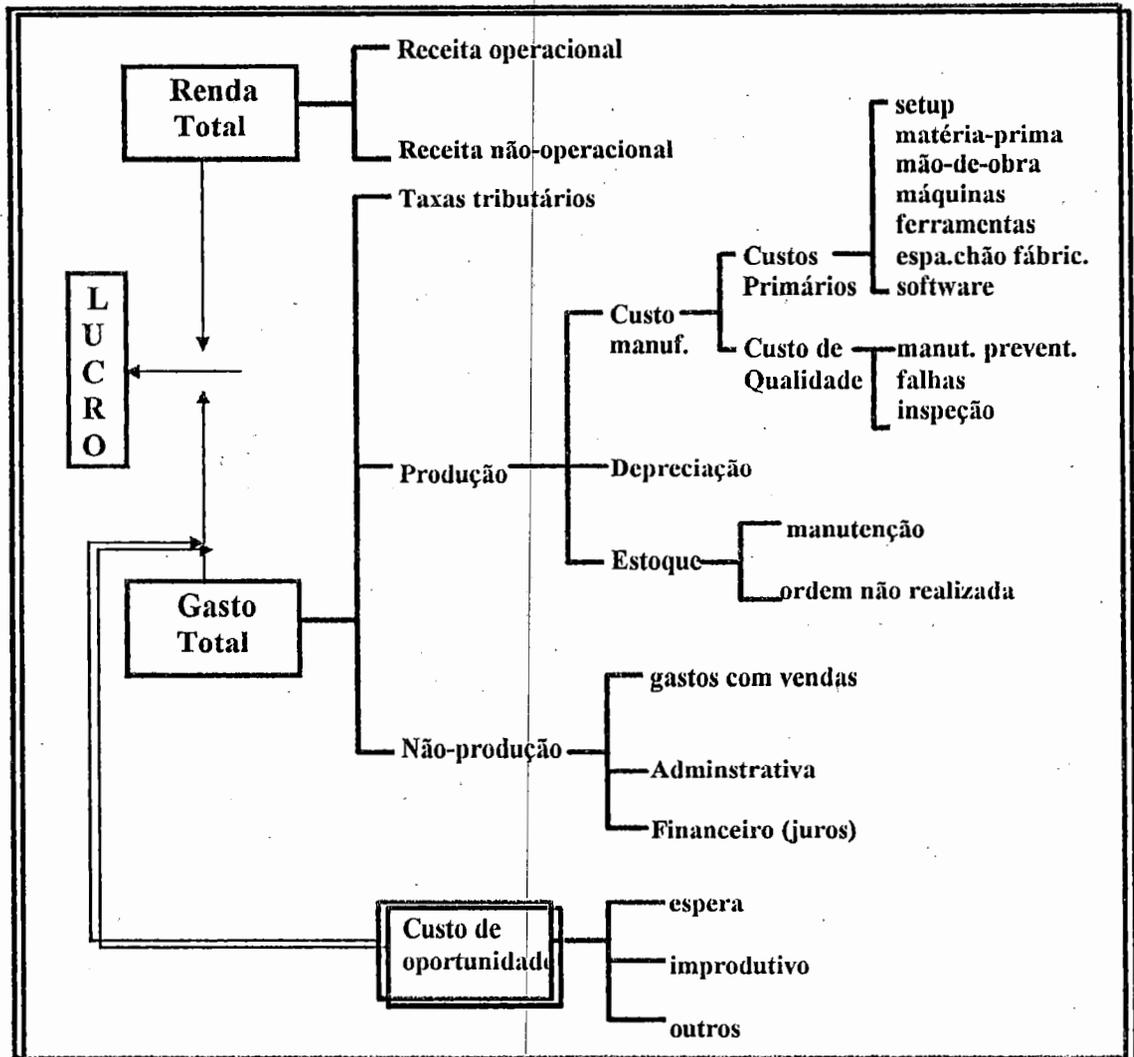


Figura 5.2- Classificação de rendimentos e gastos propostos

PARK & SON (1988) p.8

### Considerando os Custos de Oportunidade

Numa análise econômica, o custo de oportunidade pode ser definido como o potencial do lucro líquido que é perdido ou sacrificado quando a escolha de um curso de ação requer o abandono de um curso alternativo de ação. Segundo PARK & SON (1988), os custos de oportunidade representam aqueles benefícios econômicos que

foram perdidos como um resultado da adoção de alguma alternativa de curso de ação, e, deste modo, são relevantes para as decisões de investimento.

O modelo considera o custo de oportunidade junto com a análise tradicional de custo. Todas as decisões de investimento devem ser baseadas em um fluxo de caixa descontado. Depreciação e taxas e seus efeitos no fluxo de caixa, representam um dos mais importantes aspectos do projeto de investimento. Com o custo de oportunidade visto como os investimentos necessários para reter um projeto, o fluxo de caixa descontado líquido de um projeto para o período  $n$  ( $ATC_n$ ) pode ser expresso como:

$$ATC_n = \{-F_n + S_n + (1 - t_m)R_n - (1 - t_m)E_n + t_m (DEP_n)\} - (CO_n) \quad (1)$$

onde:

$F_n$  = investimento no período  $n$ ;

$S_n$  = valor líquido recuperável para o período  $n$ ;

$R_n$  = rendimento no período  $n$ ;

$E_n$  = gastos no período  $n$ ;

$DEP_n$  = depreciação no período  $n$ ;

$CO_n$  = custo de oportunidade no período  $n$ ;  $t_m$  = taxa marginal de rateio

Dado os elementos acima, o valor presente líquido (VPL) do fluxo de caixa após impostos para um típico projeto de investimento em SAM com vida do projeto de  $N$ -períodos, é simples:

$$VPL(i) = \sum_{n=0}^N [(-F_n - CO_n + S_n) + (1 - t_m)(R_n - E_n) + t_m DEP_n](1+i)^{-n} \quad (2)$$

onde  $i$  = taxa mínima de atratividade de retorno (TMAR) após impostos.

Na equação (2), os primeiros três elementos se referem às despesas de capital. O segundo termo se refere às receitas depois dos impostos e o terceiro termo à depreciação no período  $n$ . Rescrevendo,

$$VPL(i) = VPL1 + VPL2 \quad (3)$$

onde:

$$VPL1 = \sum_{n=0}^N [(-F_n + S_n) + t_m (DEP_n)] (1+i)^{-n} \quad e$$

$$VPL2 = \sum_{n=1}^N [-CO_n + (1 - t_m)(R_n - E_n)] (1+i)^{-n}$$

Pode-se dizer que o VPL1 de um investimento é seu desempenho de capital já que ele é o valor presente líquido do investimento inicial, depreciação, e valor líquido recuperável, e o VPL2, é o desempenho da produção do investimento, já que representa o valor presente líquido dos benefícios resultantes da manufatura e do marketing.

### O desempenho da produção multiperíodos

O valor do VPL2 é o resultado do complicado processo de operação da manufatura, marketing e estocagem. Um típico sistema de manufatura que consiste de atividades de manufatura, de estocagem e de ordens não realizadas, pode ser representado como na figura 5.3. Se a quantidade de cada produto exceder sua demanda, este excesso vai para o estoque; ao contrário, ele é controlado como uma ordem não realizada no estoque do sistema. Qualquer item do estoque no final do período  $n$  ( $I_{jn}$ ) o saldo passa para o período  $n+1$ . Nenhuma ordem não realizada no período  $n$  ( $B_{jn}$ ) é incluída na produção correspondente ao período  $n+1$  ( $Q_{jn+1}$ ) e é a primeira a ser satisfeita antes de qualquer demanda no período  $n+1$ . Este modelo é ao longo de um horizonte de planejamento  $N$  e conduz uma formulação de programação linear (PL).

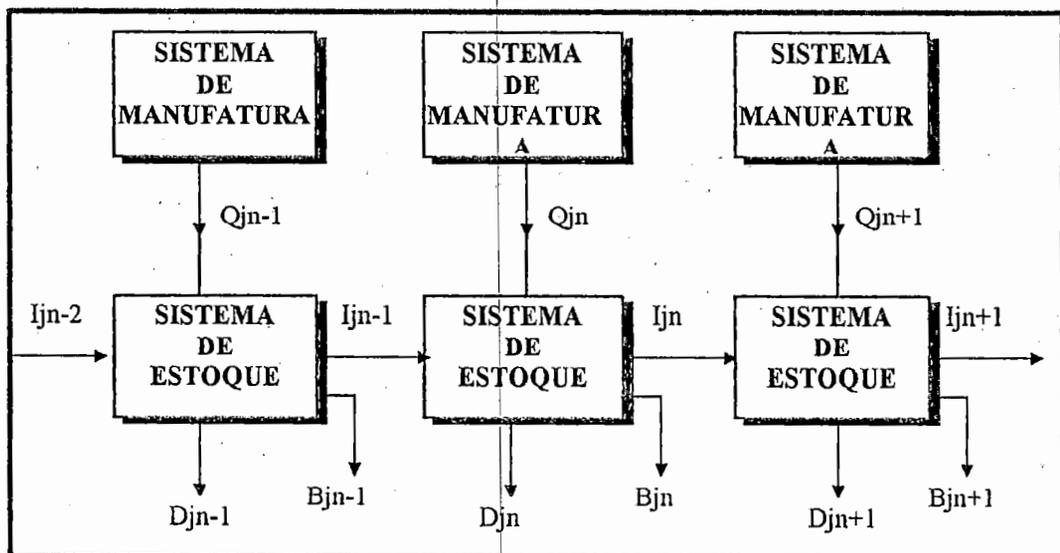


Figura 5.3 - Um típico sistema de manufatura e de estoque para produto  $j$

Fonte: PARK & SON (1988) p.11

As áreas que mais comprometem os recursos da firma incluem set-up( $C_{1jn}$ ), matéria-prima ( $C_{2jn}$ ), mão-de-obra ( $C_{3jn}$ ), máquinas ( $C_{4jn}$ ), ferramentas ( $C_{5jn}$ ), espaço de chão ( $C_{6jn}$ ), software ( $C_{7jn}$ ), prevenção ( $C_{8jn}$ ), falhas ( $C_{9jn}$ ), fila ( $C_{10jn}$ ), ociosidades( $C_{11jn}$ ) e estoque ( $C_{12jn}$ ). Com esses elementos de entrada o modelo de PL realmente reflete todos os aspectos importantes dos custos de manufatura classificados na figura 5.3. Portanto, a expressão do VPL2 pode ser expandida para:

$$\text{Max. VPL2} = \sum_{n=1}^N \left\{ \sum_{j=1}^J (1-t_m)[P_{jn}(Q_{jn} + I_{jn-1} - I_{jn}) - (C_{jn}Q_{jn} + h_{jn}F_{jn} + b_{jn}B_{jn})] - w_{jn}Q_{jn} \right\} (1+i)^{-n} \quad (4a)$$

sujeito a

$$\sum_{j=1}^J c_{kjm} Q_{jn} \leq M_{kn}, \quad k=1,2,\dots,11 \quad (4b)$$

$$\sum_{j=1}^J (h_{jn}I_{jn} + b_{jn}B_{jn}) \leq M_{12n} \quad (4c)$$

$$Q_{jn} + (I_{jn-1} - B_{jn-1}) - (I_{jn} - B_{jn}) = D_{jn} \quad (4d)$$

$$Q_{jn}, I_{jn}, B_{jn} \geq 0. \quad (4e)$$

onde:

$j = 1,2,\dots,J$  e  $n = 1,2,\dots,N$ ,

$J$  = número de produtos diferentes,

$P_{jn}$  = preço unitário de venda por produto  $j$  no período  $n$ ,

$Q_{jn}$  = tamanho do lote para o produto  $j$  no período  $n$ ,

$C_{jn}$  = custo unitário de produção para o produto  $j$  no período  $n$ ,

$I_{jn}$  = nível de estoque para o produto  $j$  no período  $n$ ,

$h_{jn}$  = custo unitário de estoque devido excesso de produção para o produto  $j$  no período  $n$ ,

$b_{jn}$  = custo unitário de ordem não realizada para o produto  $j$  no período  $n$ ,

$B_{jn}$  = nível de ordem não realizada para o produto  $j$  no período  $n$ ,

$c_{kjm}$  = recurso  $k$  requerido para fazer uma unidade de produto  $j$  no período  $n$ ,

$w_{jn}$  = custo de oportunidade unitário para o produto  $j$  no período  $n$ ,

$M_{kn}$  = recurso  $k$  orçado para o período  $n$ ,

$M_{12n}$  = valor orçado para o estoque no período  $n$ ,

$D_{jn}$  = Demanda estimada para o produto  $j$  no período  $n$ .

**Restrições** <sup>Ⓔ</sup> A restrição 4b representa a limitação de recurso do custo de cada item no sistema de manufatura. Notando-se que :

$$C_{jn} = c_{1jn} + \dots + c_{9jn} \quad (5a)$$

$$W_{jn} = c_{10jn} + c_{11jn} \quad (5b)$$

Como o custo de estoque não é relacionado com as atividades de manufatura, pode-se separar esta restrição da restrição (4b). Com  $c_{12jn}$  substituído por  $h_{jn}$  e  $b_{jn}$ ,

$$c_{12jn} = h_{jn} I_{jn} + b_{jn} B_{jn} \quad (5c)$$

obtém-se a restrição (4c), refletindo a quantidade orçada para manter o sistema de estoque. Finalmente, expressando  $D_{jn}$  em termos de  $Q_{jn}$ ,  $I_{jn}$  e  $B_{jn}$ , obtém-se a restrição (4d) - uma equação de balanço de oferta e procura refletindo o relacionamento logístico entre o sistema de manufatura e o sistema de estoque. A restrição 4d pode ser rescrita eliminando  $I_{jn-1}$  e  $B_{jn-1}$

$$\sum_{m=1}^n Q_{jm} - I_{jn} + B_{jn} = \sum_{m=1}^n D_{jm} \quad (4d')$$

**Função objetivo** <sup>Ⓕ</sup> já que  $(Q_{jn} + I_{jn-1} - I_{jn})$  é a quantidade do produto  $j$  vendida no período  $n$ , o valor  $\sum P_{jn} (Q_{jn} + I_{jn-1} - I_{jn})$  é a receita total das vendas do produto no período  $n$  (i.e.;  $R_n$ ), incluindo a receita para satisfazer as ordens realizadas.

O termo  $C_{jn}Q_{jn}$  representa os gastos tangíveis totais de produção no período  $n$ . A  $\sum (h_{jn} I_{jn} + b_{jn}B_{jn})$  simboliza o custo total de estoque no período devido a quantidade excessiva ou as ordens não realizadas. Neste modelo, o custo do capital investido no estoque está incluído no custo do estoque já que foi considerado o valor do dinheiro no tempo. A  $\sum w_{jn}Q_{jn}$  representa o custo de oportunidade depois dos impostos tal como espera e ociosidade. Então, a função objetivo é maximizar o valor presente líquido dos lucros em um horizonte planejado.

Eliminando os termos  $I_{jn-1}$  e  $B_{jn-1}$ , a função objetivo 4a pode ser rescrita como:

$$\begin{aligned} \text{Max. VPL2} = & \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N \{ (1-t_m)(P_{jn} - C_{jn}) - w_{jn} \} Q_{jn}(1+i)^{-n} \\ & - \sum_{n=1}^{N-1} (1-t_m) \{ P_{jn} - P_{j,n+1} (1+i)^{-1} + h_{jn} \} I_{jn} (1+i)^{-n} \\ & - (1-t_m)(P_{jN} + h_{jN})I_{jN}(1+i)^{-N} - \sum_{n=1}^N (1-t_m) b_{jn} B_{jn}(1+i)^{-n} \quad (4a') \end{aligned}$$

**Alocação de orçamento** Embora o orçamento operacional total ser usualmente conhecido ou assumido em um modelo de programação linear, o orçamento individual ( $M_{kt}$ ) pode não ser conhecido com antecedência. Na prática, as alocações de orçamento para áreas tais como set-up, software, prevenção, falhas, espera e ociosidade são bastante difíceis de serem feitas. Se for este o caso, livra-se o modelo da determinação real a alocação atual para essas áreas. Seja o  $M_{Tn}$  o orçamento total alocado para  $M_{kt}$ . Então, somente a modificação requerida é adicionada a seguinte restrição do modelo de PL (4)

$$M_{1n} + M_{2n} + \dots + M_{12n} \leq M_{Tn}, \quad (6)$$

e  $M_{kn} \geq 0$  para  $k=1, 2, \dots, 12$ .

A seguir será exposto um estudo de caso verificando assim a aplicação do modelo proposto por PARK & SON (1988).

## ESTUDO DE CASO

### Empresa

Uma empresa produz cubos e carcaça para acoplamentos de engrenagens, cubos e molas para acoplamentos flexíveis e rígidos. Esta planta, com 65.000 pés quadrados, é operada na forma operacional de lotes intermitentes com operações de serrar, tornear, furar, denteamento de cubos, fresar, re-furamento, dobramento de arames, tratamento térmico, acabamento, empacotamento e estocagem. Esta planta está considerando a introdução de um sistema de manufatura celular (SMC) para produção de três tipos cubos dentados (20D, 30D e 40D). Estes são os componentes

dos acoplamentos flexíveis produzidos pela fábrica. Objetiva-se comparar a situação atual, com a proposta.

**BS** : a figura 5.4 mostra o lay-out atual para fabricação dos eixos 20D, 30D e 40D, o qual consiste de uma serra, um torno com CN, uma chaveiteira, uma máquina acabadora, e um guincho como um sistema de manuseio de material. Cada máquina requer um trabalhador nos três turnos. Estas máquinas param duas vezes por turno para café e lanche. Cada máquina, também, para durante o set-up, troca de ferramenta e quebra da mesma. As máquinas são mantidas durante o tempo de parada de cada trabalhador. As três diferentes peças tem formatos similares com diferentes tamanhos e possuem as seguintes seqüências de operações:

serrar, tornear, dentear e acabamento, sendo que as operações de serrar, tornear são diferentes das outras, pois gera-se um lote de peças no qual as outras máquinas trabalharão posteriormente. A operação de torno também é diferente porque é numericamente controlada e cada peça é feita em duas operações que requerem set-up separados. A nova máquina com CN tem dois eixos e executa as duas operações simultaneamente.

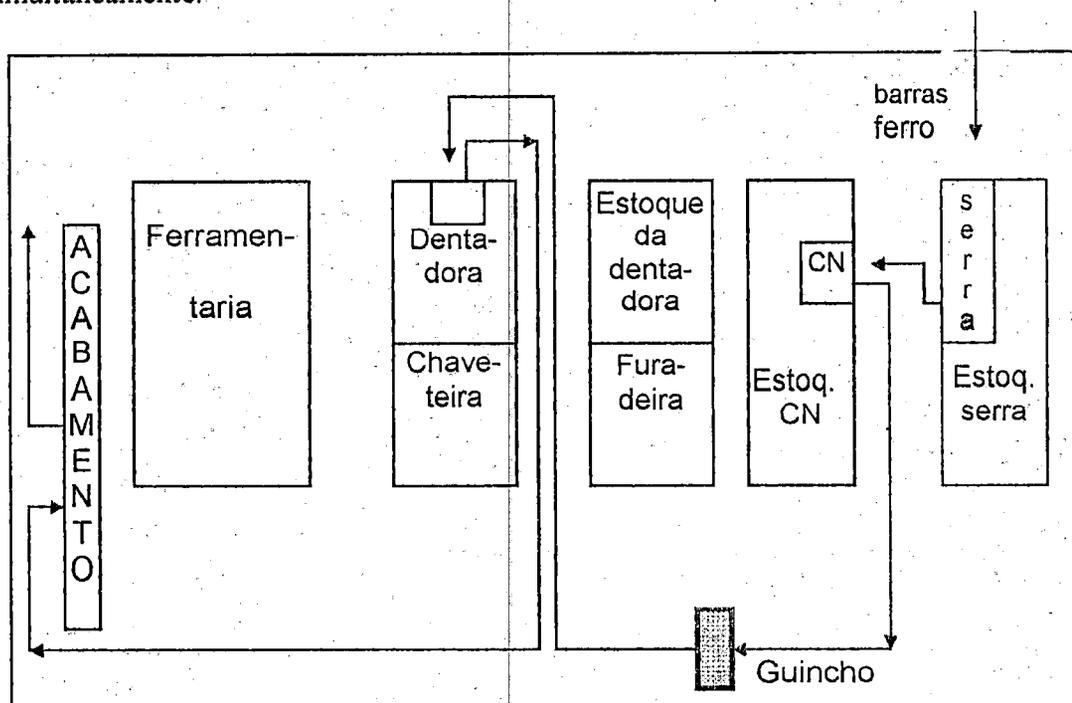


Figura 5.4- Lay-out do BS atual Fonte PARK & SON (1988) p.15

### Problema

O problema enfrentado pela empresa é de comparar a economia do BS corrente com a economia que o novo sistema SMC poderá proporcionar.

**Sistema SMC:** a figura 5.5 mostra o lay-out proposto de um SMC robotizado. Este sistema consiste de um conjunto de máquinas avançadas com CNC, incluindo uma serra, um torno, uma dentadora e uma máquina acabadora. Neste conjunto, o sistema de manuseio de material é controlado por computador, sendo dirigido por um robô ao invés de um guincho.

Sendo que cada máquina é controlada por computador, menos mão-de-obra direta é necessária. Cada máquina é automatizada e trabalha uma família de peças. Assim, o tempo de set-up é relativamente pequeno, e somente adaptações rápidas são necessárias para os diferentes tipos de peças. O tempo de ajustamento é relativamente curto, já que as três peças possuem formatos similares com pequenas diferenças de tamanho. Cada máquina pára durante o set-up, quebra e mudança de ferramenta. As máquinas são também mantidas em funcionamento durante a pré-programação de troca de ferramentas.

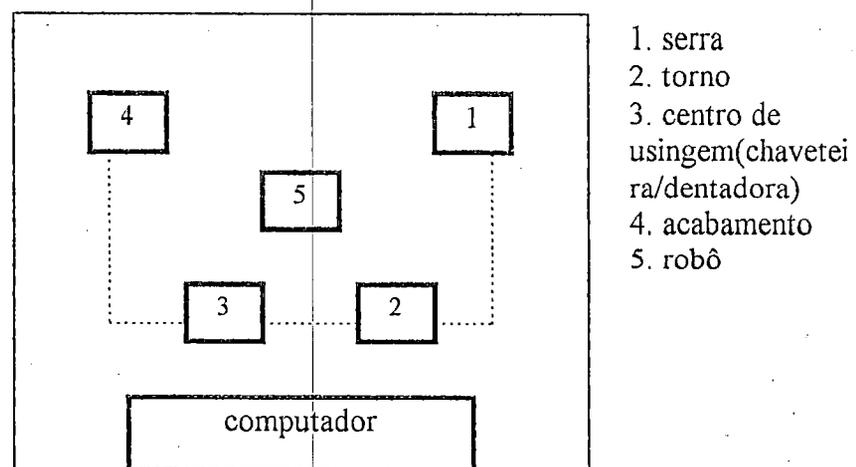


Figura 5.5- Lay-out do SMC robotizado fonte PARK & SON (1988) p.16

O modelo requer estimações de muitos parâmetros, podendo ser obtidos por vários caminhos. Os dois diferentes tipos de orçamentos são: orçamento de capital ( $F_n$ ) para qualquer aquisição de recurso e orçamento operacional ( $M_{kn}$ ) para produção. Investimento em um SAM requer um aumento no  $F_n$ , mas reduz a maioria dos valores dos parâmetros de custos ( $c_{kjn}$ ,  $h_{jn}$ , e  $b_{jn}$ ). Como estes valores ocorrem algumas vezes no futuro e varia com o valor do orçamento de capital  $F_n$ , normalmente não se pode obter dados precisos adiantadamente. Estes dados de custo, entretanto, podem ser estimados com aceitável acuracidade pela simulação da operação de manufatura no computador e deste modo, tratar estatisticamente as operações relevantes tal como tempo de espera, tempo ocioso e tempo de set-up.

A tabela 5.2 mostra os primeiros custos ( $F_0$ ) dos sistemas BS e SMC. No BS os primeiros custos de máquinas, exceto do torno CN, indica o valor presente de mercado recuperável. A depreciação é feita pelo método convencional. O torno comprado para o BS custa mais do que o comprado para o SMC porque a companhia não o comprou somente para os cubos de 20-40D, mas também para peças maiores.

	BS / \$	SMC / \$
Serra	10.000	60.000
Torno m/c	500.000	286.000
Fresa	5.000	236.000
Acabamento m/c	2.000	30.000
Guincho	3.000	NT
Robô	NT	82.000
Computador	NT	590.000
<b>Total</b>	<b>520.000</b>	<b>1.284.000</b>

**Tabela 5.2- Primeiros custos para o BS e SMC**

Na tabela 5.3 se encontram as taxas de demanda estimadas ( $D_{jn}$ ) de 20D, 30D e 40D e o orçamento operacional total ( $M_{in}$ ) para a produção das três peças. A tabela 5.3 mostra os valores de custos estimados dos elementos ( $c_{kjn}$ ,  $h_{jn}$ , e  $b_{jn}$ ) e os preços de venda ( $P_{jn}$ ) para os cubos 20-40D. Os componentes de custo de operação BS são estimados usando vários dados que a companhia forneceu. Os dados estatísticos de espera e ociosidade são coletados através da simulação, tanto para o sistema corrente

como para o proposto. Então os custos de oportunidade de menor produção são medidos em termos de receita perdida após tributação.

Anos	Taxa de Demanda			Orçamento Operacional Total /\$
	20T	30T	40T	
1	17187	28335	37466	600.000
2	18946	29743	39339	630.000
3	18049	31239	41306	661.500
4	19896	32801	43372	694.575

**Tabela 5.3- Taxa de demanda e orçamento operacional**

Uma abordagem conservadora foi feita na estimativa dos benefícios potenciais na adoção do SAM. Em particular, os seguintes fatores são assumidos na estimativa dos elementos de custos de produção:

- ↳ tempo de set-up é um terço do que no BS;
- ↳ os mesmos materiais são usados nos dois sistemas;
- ↳ um trabalhador multifuncional substitui cinco trabalhadores no BS;
- ↳ assumi-se que a economia de custo da máquina devido a redução do tempo de máquina, reparos e manutenção é igual ao aumento de custos devido o aumento de prêmios de seguro e taxas de propriedades;
- ↳ assumiu-se que os custos de ferramentas são os mesmos do BS;
- ↳ o espaço do chão de fábrica é de 1800 pés quadrados, enquanto do BS é de 5.440
- ↳ o SMC requer software adicional para o controle do computador e das máquinas;
- ↳ assumi-se que o SMC não afeta significativamente os gastos com controle de qualidade;
- ↳ espera-se eliminar com o sistema relativamente baixos custos de refugo e retrabalho do BS;
- ↳ o tamanho do lote do SMC é uma unidade, reduzindo assim significativamente a espera das peças;
- ↳ a operação com pequeno tamanho do lote pode elevar a utilização dos equipamentos;

↳ ambos os sistemas utilizam mesmo sistema de estoque.

		BS			SMC		
		20T	30T	40T	20T	30T	40T
set-up	$c_{1jn}$	\$0,30	0,30	0,30	0,10	0,10	0,10
material	$c_{2jn}$	0,74	0,82	1,07	0,74	0,82	1,07
mão-de-obra	$C_{3jn}$	1,00	1,04	1,09	0,30	0,30	0,30
máquinas	$C_{4jn}$	0,78	0,79	0,81	0,78	0,79	0,81
ferramenta	$c_{5jn}$	0,14	0,15	0,16	0,14	0,15	0,16
espaço	$c_{6jn}$	0,77	0,77	0,77	0,25	0,25	0,25
software	$c_{7jn}$	0	0	0	0,10	0,10	0,10
prevenção	$c_{8jn}$	0,18	0,18	0,18	0,19	0,18	0,19
falhas	$c_{9jn}$	0,02	0,03	0,03	0	0	0
custo prod.	$c_{jn}$	3,93	4,08	4,42	2,59	2,69	2,98
espera	$c_{10jn}$	0,83	1,46	1,66	0,01	0,02	0,02
ociosidade	$c_{11jn}$	0,15	0,15	0,15	0,17	0,17	0,17
custo oport.	$w_{jn}$	0,98	1,61	1,81	0,18	0,19	0,19
mant. excesso	$h_{jn}$	0,88	0,90	0,92	0,88	0,90	0,92
ordem n-realiz.	$b_{jn}$	1,76	1,80	1,84	1,76	1,80	1,84
preço	$P_{jn}$	\$14	\$18	\$24	\$14	\$18	\$24

Tabela 5.4- Custos de produção/preços de venda

#### Análise econômica

Para demonstrar o uso do modelo e fornecer uma base lógica para análise econômica, foram feitas as seguintes suposições:

- ↳ o horizonte de planejamento é de um período de 4 anos;
- ↳ todos os custos e preços de venda são constante no horizonte de planejamento e a inflação não é considerada;
- ↳ o valor recuperável dos equipamentos é igual ao valor contábil, resultando em uma perda ou ganho de capital;

↳ a taxa combinada de impostos estaduais e federais da firma é assumida constante e de 40%;

↳ a taxa de retorno após tributação aceita pela firma é de 12%.

Cálculo do VPL1: primeiro, o custo de depreciação ( $DEP_n$ ) é calculado para o BS. Sendo o novo torno com CN e as quatro máquinas antigas depreciadas por métodos diferentes, seus custos de depreciação são calculados separadamente. O valor de mercado das quatro máquinas antigas é de \$20.000 agora, com valor recuperável zero no fim do horizonte de planejamento. Usando o método convencional, o custo de depreciação anual ( $DC1$ ) é:

$$DC1_n = (\$20.000 - 0)/4\text{anos} = \$ 5.000 \text{ para } n = 1,2,3,4.$$

A máquina CN nova é depreciada com a seguinte convenção: no primeiro ano deprecia-se a metade dos anos e o tempo restante ocorre no oitavo ano, assumindo valor residual zero. Usando a equação:

$$VPL(i) = VPL1 + VPL2$$

$$VPL1_{BS} = - \$ 228,451$$

Para o sistema SMC a mesma convenção é aplicada para computar a depreciação anual e o valor residual. O computador, entretando, é considerado à parte das outras quatro máquinas porque o seu período de cobertura é diferente dos demais, similarmente, tem-se:

$$VPL1_{SMC} = - \$ 596,164$$

Cálculo do VPL2: uma vez que os dados para orçamento de recursos ( $M_{kn}$ ) não são disponíveis, são considerados variáveis. Como  $J=3$ ,  $N=4$ ,  $t_m=0,4$ , e  $i=0,12$ , pode-se formular o seguinte modelo de PL, utilizando as equações definidas anteriormente:

Max. VPL2 =

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^3 \left[ \sum_{n=1}^4 \{0,6(P_{jn} - C_{jn}) - w_{jn}\} (1,12)^{-n} Q_{jn} \right. \\ & \left. - \sum_{n=1}^3 (0,6)(1,12)^{-n} \{P_{jn} - P_{j,n+1} (1,12^{-1} + h_{jn})\} I_{jn} \right. \\ & \left. - 0,6(1,12)^{-4} (P_{j4} + h_{j4}) I_{j4} - \sum_{n=1}^4 (0,6)(1,12)^{-n} b_{jn} B_{jn} \right] \end{aligned}$$

sujeito a

$$k=1,2,\dots,11$$

$$\sum_{j=1}^3 c_{kjn} Q_{jn} - M_{kn} \leq 0,$$

$$\sum_{j=1}^3 (h_{jn} I_{jn} + b_{jn} B_{jn}) - M_{12n} \leq 0,$$

$$\sum_{k=1}^{12} M_{kn} \leq M_{Tn},$$

$$\sum_{m=1}^n Q_{jm} - I_{jn} + B_{jn} = \sum_{m=1}^n D_{jm}$$

$$Q_{jn}, I_{jn}, B_{jn}, M_{kn} \geq 0.$$

onde  $j=1,2,3$  e  $n=1,2,3,4$ .

Os valores de  $P_{jn}$ ,  $C_{kjn}$ ,  $w_{jn}$  e  $b_{jn}$  estão na tabela 5.4, e os valores de  $D_{jn}$  e  $M_{Tn}$  na tabela 5.3. Com estes inputs, o modelo de PL produz os resultados que estão resumidos na tabela 5.5. Os dois sistemas produzem exatamente os mesmos números de itens para cada produto no período de planejamento. No planejamento de cada produto, o BS consumiu orçamento maior do que o SMC. Por exemplo, com \$600.000 orçado para o período 1, o BS utilizou \$ 479.027, enquanto o SMC consumiu \$ 247.980. Sendo que esta diferença é refletida no cálculo do VPL2. A tabela 5.5 também indica que muitas destas diferenças de benefícios na performance da produção vieram dos custos de oportunidade incorridos para o BS devido espera por causa de uma variedade de razões.

<b>volume</b>	<b>Bs</b>	<b>SMC</b>	<b>BS</b>	<b>CMS</b>			
Q <sub>11</sub>	17.187	17.187	nenhuma ordem não realizada  e  sobra para estoque				
Q <sub>21</sub>	28.335	28.335					
Q <sub>31</sub>	37.466	37.466					
Q <sub>12</sub>	18.046	18.046					
Q <sub>22</sub>	29.743	29.743					
Q <sub>32</sub>	39.339	39.339					
Q <sub>13</sub>	18.949	18.949					
Q <sub>23</sub>	31.248	31.248					
Q <sub>33</sub>	41.306	41.306					
Q <sub>14</sub>	19.896	19.896					
Q <sub>24</sub>	32.801	32.801					
Q <sub>34</sub>	43.372	43.372					
<b>Período 1</b>	<b>BS</b>	<b>SMC</b>			<b>Período 2</b>	<b>BS</b>	<b>SMC</b>
M <sub>11</sub>	\$ 24.896	\$ 8.299			M <sub>12</sub>	\$ 26.138	\$ 8.713
M <sub>21</sub>	76.042	76.042	M <sub>22</sub>	79.836	79.836		
M <sub>31</sub>	87.493	24.896	M <sub>32</sub>	91.858	26.138		
M <sub>41</sub>	66.138	66.138	M <sub>42</sub>	69.437	69.437		
M <sub>51</sub>	12.651	12.651	M <sub>52</sub>	13.282	13.282		
M <sub>61</sub>	63.901	20.747	M <sub>62</sub>	67.089	21.782		
M <sub>71</sub>	0	8.299	M <sub>72</sub>	0	8.713		
M <sub>81</sub>	15.312	15.312	M <sub>82</sub>	16.076	16.076		
M <sub>91</sub>	2.318	0	M <sub>92</sub>	2.433	0		
M <sub>10,1</sub>	117.828	1.488	M <sub>10,2</sub>	123.706	1.562		
M <sub>11,1</sub>	12.448	14.108	M <sub>11,2</sub>	13.069	14.812		
M <sub>12,1</sub>	0	0	M <sub>12,2</sub>	0	0		
<b>Período 3</b>	<b>BS</b>	<b>SMC</b>	<b>Período 4</b>	<b>BS</b>	<b>SMC</b>		
M <sub>13</sub>	\$ 27.451	\$ 9.150	M <sub>14</sub>	\$ 28.821	\$ 9.607		
M <sub>23</sub>	83.843	83.843	M <sub>24</sub>	88.028	88.028		
M <sub>33</sub>	96.470	27.451	M <sub>34</sub>	101.285	28.821		
M <sub>43</sub>	72.924	72.924	M <sub>44</sub>	76.563	76.563		
M <sub>53</sub>	13.949	13.949	M <sub>54</sub>	14.645	14.645		
M <sub>63</sub>	70.457	22.876	M <sub>64</sub>	73.973	24.017		
M <sub>73</sub>	0	9.150	M <sub>74</sub>	0	9.607		
M <sub>83</sub>	16.884	16.884	M <sub>84</sub>	17.726	17.726		
M <sub>93</sub>	2.556	0	M <sub>94</sub>	2.683	0		
M <sub>10,3</sub>	129.918	1.641	M <sub>10,4</sub>	136.401	1.722		
M <sub>11,3</sub>	13.725	15.556	M <sub>11,4</sub>	14.410	16.332		
M <sub>12,3</sub>	0	0	M <sub>12,4</sub>	0	0		

Tabela 5.5- Comparação dos volumes de produção e alocação de orçamentos

Os valores dos VPL1 e VPL2 obtidos referentes aos dois sistemas, juntamente com o demonstrativo de resultados são mostrados na tabela 5.6. Como foi possível observar, o SMC requer um investimento bem maior em equipamento do que o BS, a

diferença líquida do capital, ou seja, a variação do VPL1 é de -\$ 367.693. Este investimento adicional além de melhora do desempenho da manufatura ainda produz altos benefícios depois da tributação. A variação do VPL2, que é de \$ 599.689, implicará num aumento do lucro do investimento inicial de \$ 231.996, resultando na recomendação da introdução do SMC robotizado.

	VPL1	VPL2	VPL(i)
BS	-\$ 228.451	\$ 2.113.921	\$ 1.885.470
SMC	-\$ 596.144	\$ 2.713.610	\$ 2.117.466
$\Delta$ VPL	-\$ 367.693	\$ 599.689	\$ 231.996

**Tabela 5.6 - Demonstrativo de resultados**

### 5.2.2. Uma Abordagem ao Problema de Rateio de Custo em FMS

Os produtos produzidos em instalações de SAM são valorizados na base do rateio de horas de máquinas. Os custos de manufatura vão desde o material direto e custos de produção até a adição das despesas operacionais que são muitas vezes, maiores do que o custo direto total (custos de materiais e de mão-de-obra). Os custos diretos de manufatura são calculados como a soma dos produtos pertinentes ao rateio de uma hora-máquina e os tempos de ocupação associados.

Quando se está analisando um FMS com várias máquinas, tem-se tentado determinar um rateio uniforme por hora para o sistema, embora de um lado uma variedade de máquinas é usada, de outro uma alocação direta de pessoas nas instalações de manufatura não é possível, o que resulta em um custo elevado para peças simples e baixos para peças complexas. Isto ocorre porque peças complexas, geralmente, utilizam bastante o sistema periférico, tal como sistema de ferramenta. Entretanto, quando um sistema padrão de custo é usado para cálculo, a mesma sobretaxa não diferenciada é aplicada, tanto para peças simples como para complexas.

As deficiências essenciais do custeamento por unidade-de-saída para o FMS na base do rateio de hora máquina podem ser vistos na figura 5.8. Quando uma alocação de custo ou rateio de despesas é formado, o usual procedimento de rateio

de hora máquina é usado. Todas as categorias de custos do centro de custo do FMS são adicionadas juntas para o período (geralmente um ano). O quociente deste custo total e o tempo médio de uso produz uma taxa de custo por hora do sistema que não permite nenhuma diferenciação nas operações das instalações e custos de pessoal. A fim de chegar a um valor correspondente a uma hora de máquina, o número total de horas é dividido pelo número de máquinas que estão conectadas no sistema, chegando, então, ao valor desejado para a hora-máquina.

Este processo, que é o mais usado atualmente pelas companhias, envolve uma série de erros de contabilidade de custos.

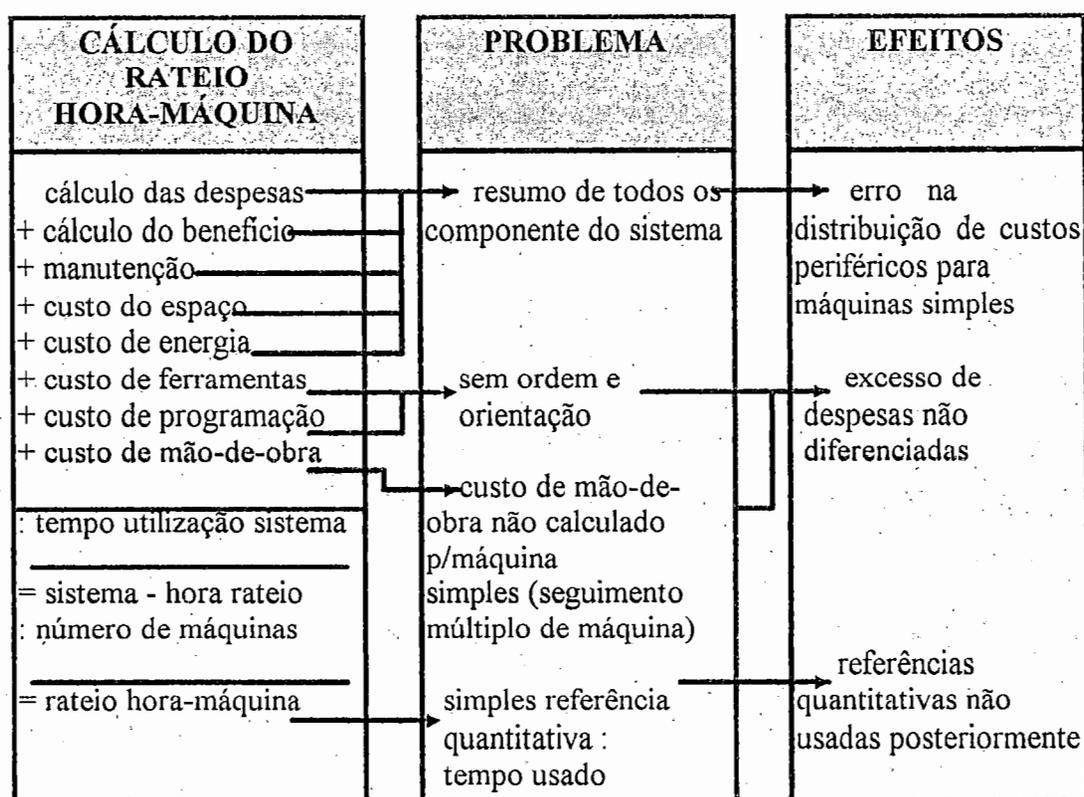


Figura 5.6- Deficiência do cálculo convencional fonte WECK et al. (1991) p.108

Assim, é necessário métodos de avaliação diferenciados no sentido de realizar uma contabilidade de custos mais orientada para sistemas avançados de manufatura.

O modelo de avaliação proposto por WECK et al. (1991) é uma contribuição para preencher esta lacuna e se baseiam no princípio que componentes individuais de custos são carregados aos produtos na base da específica adição de valor (transporte, usinagem, programação, etc.), como ilustra a figura 5.7.

A figura 5.8 mostra exemplos de custos de manufatura, como o rateio do custo individual para máquinas, pessoal, recursos periféricos, bem como para setores de processamento anteriores e posteriores do sistema são adquiridos e processados separadamente através de um método de cálculo por folhas. Os custos são relatados como custo de unidade, através do qual as despesas gerais residuais de manufatura são custeadas numa maneira diferenciada para custos de componentes individuais e não numa soma agrupada para o centro de custo todo.

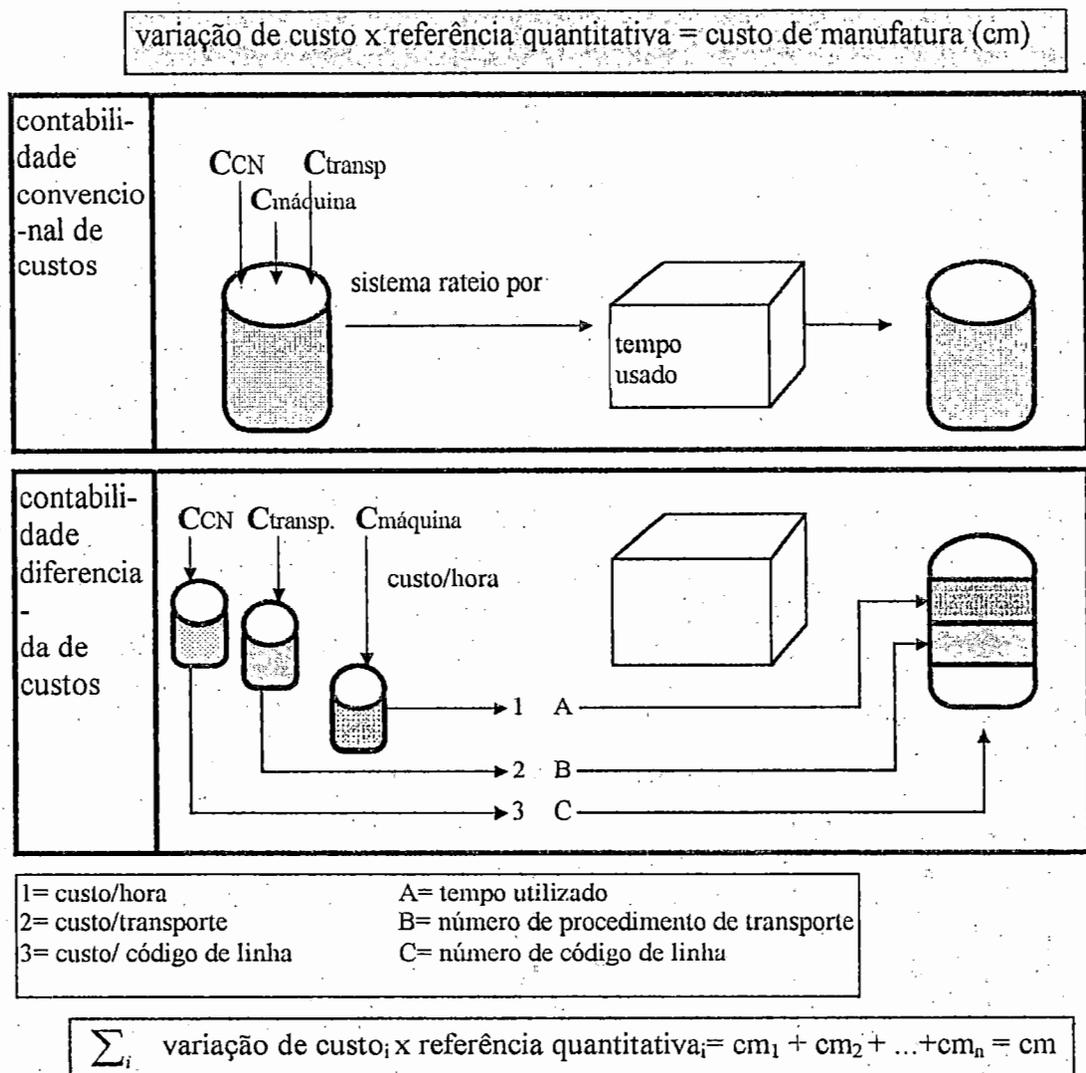


Figura 5.7- Contabilidade de custo diferenciada Fonte: WECK et al. (1991) p.109

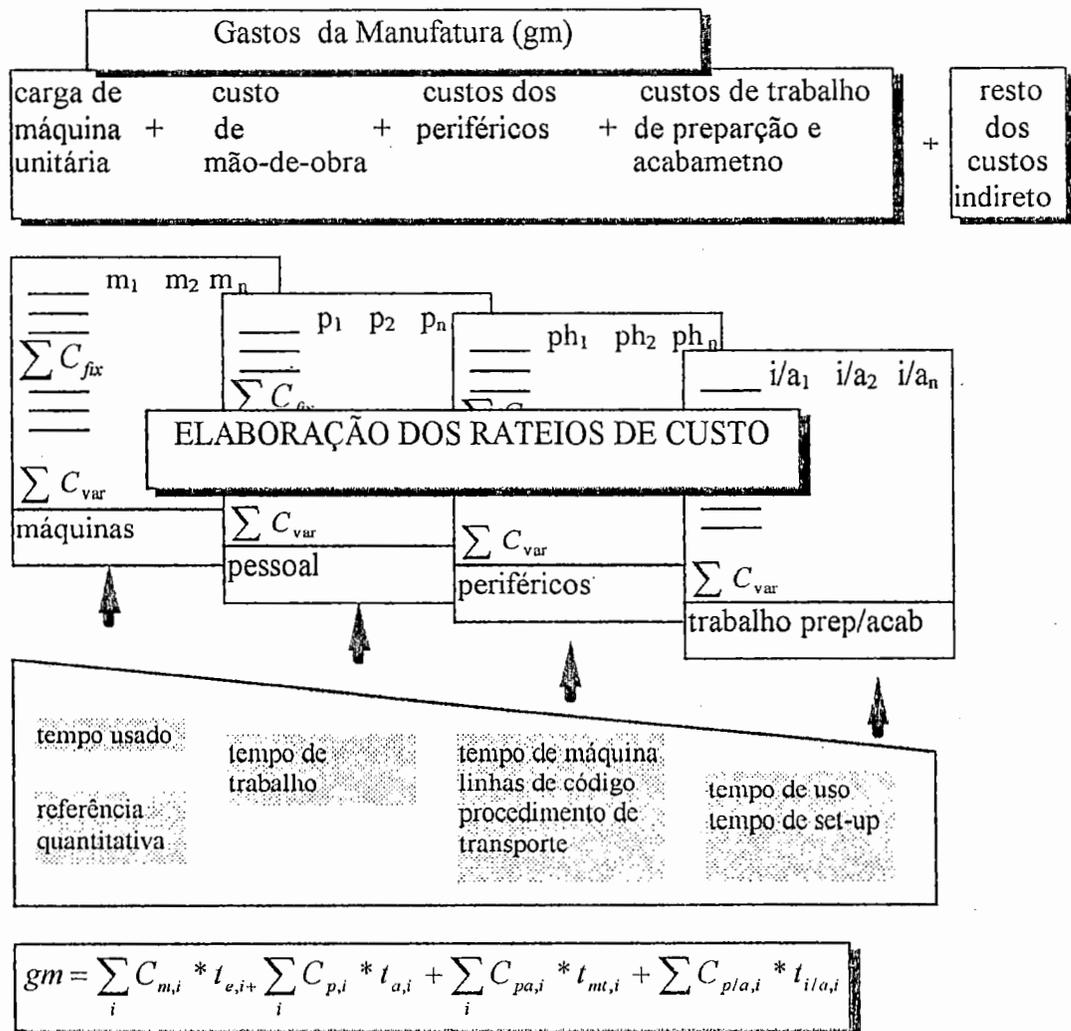


Figura 5.8 - Consistência dos custos de manufatura Fonte WECK et al.(1991 p.110

Para um melhor entendimento do método, será vista sua aplicação numa indústria de máquinas injetora de plástico.

O sistema consiste de seis centros de usinagem com pallets de 800 mm x 800 mm e 1250 mm x 1250 mm, juntos com um sistema de transporte sobre trilhos. Os componentes do sistema são um sistema de ferramentas com pegadores regulares de 800 ferramentas em disposição para acesso opcional para todas as máquinas, um “buffer” de peças trabalhadas, uma estação de preparação e de set-up e um controle computacional que programa as ordens de produção com antecedência de 48 horas. A série de peças trabalhadas compreende 80 diferentes componentes tal como mesas

para máquina. Os custos de manufatura de 6600 peças trabalhadas produzidas anualmente com o FMS são aproximadamente DM 4 milhões/ano.

Um teste e comparação de um sistema de contabilidade de custo diferenciado com o sistema de contabilidade de custo distributivo padrão próprio da companhia produziu os seguinte resultados (figura 5.9):

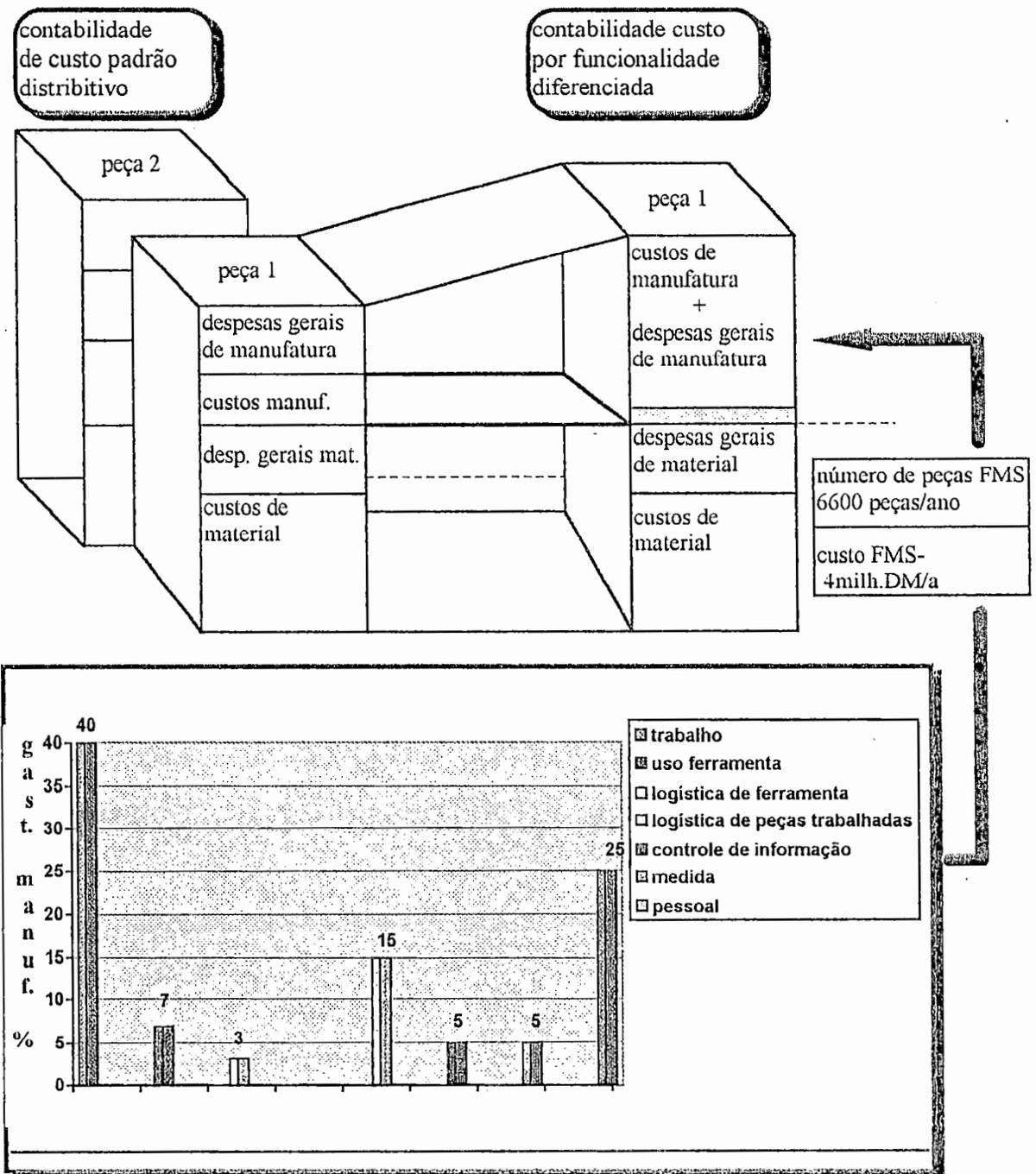


Figura 5.9- Custo de peças do FMS com contabilidade diferenciada Fonte: WECK, et al. (1991) p:111

⇒ no caso de peças complexas com baixo tempo de usinagem existiram diferenças nos resultados dos custos de manufatura de até 60% contra o sistema de contabilidade padrão. A soma total de custos de manufatura permaneceram imutáveis quando comparados através dos dois sistemas de contabilidade de custo. Entretanto, no sistema de contabilidade de custo diferenciado o total é distribuído de um modo de orientando-causa entre os produtos individuais.

⇒ Foi possível demonstrar que componente de custos de manufatura para trabalho é de 47% ( no diagrama para o exemplo de uma peça 40%) para os recursos periféricos de 29% (aqui 35%) e pessoal 24% (aqui 25%). Com o auxílio de uma visão diferenciada considerando os resultados, foi possível permitir o monitoramento da programação do planejamento de custo. Deste modo será possível revisar a configuração da planta na base da transparência de custo por meio de medidas seletivas

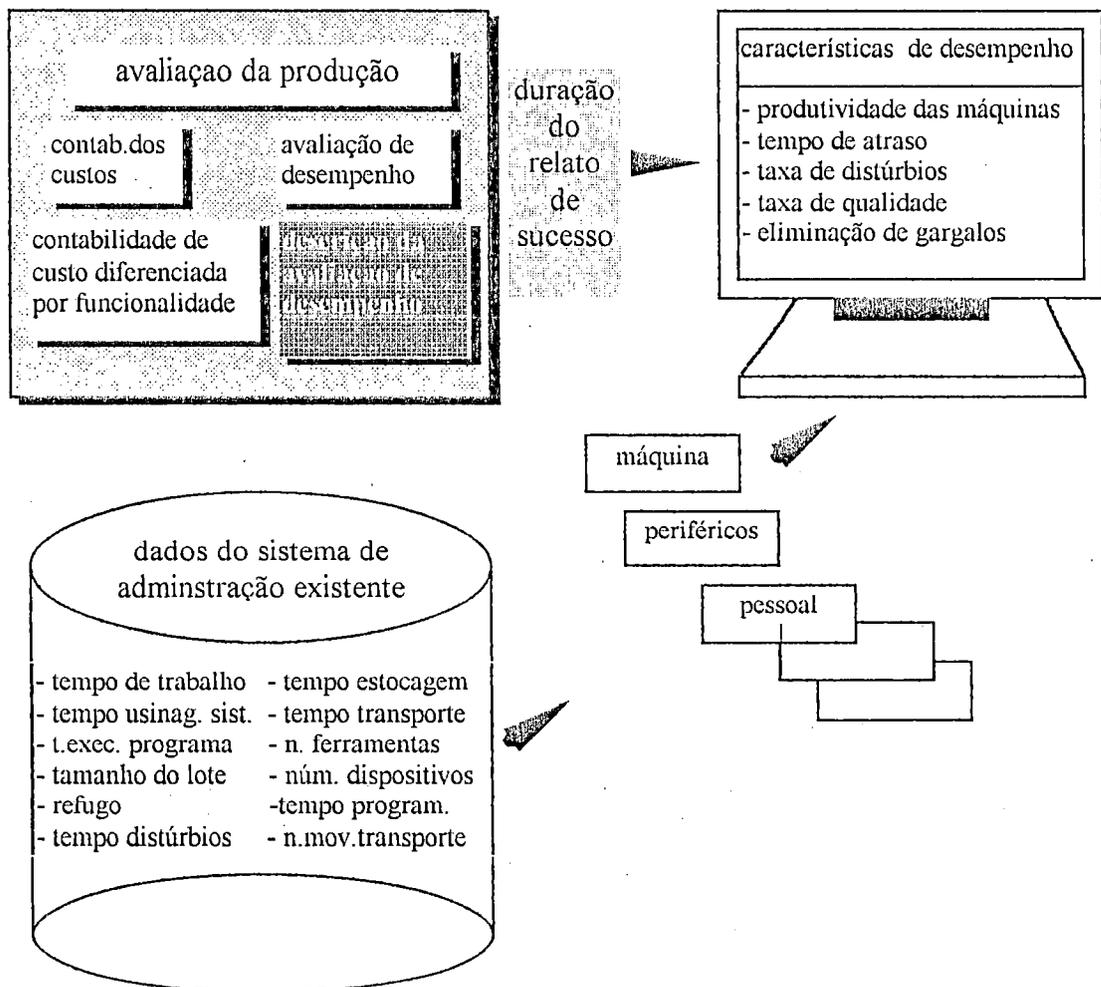
A implementação prática desta abordagem de contabilidade de custo diferenciada também revelou algumas dificuldades. A avaliação de FMS somente na base de modelos de contabilidade de custo requerem um alto input computacional para decisões de curto-prazo. Em adicional, nem todas as informações relevantes de avaliação podem ser quantificadas sem confusão.

Esta foi a razão pela qual um usuário avaliou um FMS de tamanho médio não apenas nos resultados de contabilidade de custo, mas também na base das características de desempenho, como mostra a figura 5.10. Junto com o software o fabricante examinou quais características disponíveis no controle computacional permitem um bom desempenho de curto prazo dos componentes individuais do sistema. As questões em primeiro plano foram as seguintes:

- ⇒ Quais características qualitativas de avaliação-relevantes existem?
- ⇒ Quais quantidades são adequadas para suplementação do sistema de contabilidade de custo do ponto de vista da revisibilidade do sistema?

O resultado de análise foi o cálculo das características de desempenho a partir de dados disponíveis no computador de controle. Exemplo de tais características foi a produtividade das máquinas, relatório de limites de atraso, relatório de distúrbios ou problemas de componentes do sistema, a qualidade das informações a respeito de

eliminação de gargalos. Assim, a produção pode ser avaliada através de considerações paralelas do sistema de custos através da descrição de desempenho via características.



### 5.10 Avaliação da performance do sistema Fonte: WECK et al. (1991) p. 112

## 6 - SÍNTESE, AVALIAÇÕES E CONCLUSÕES

Confirmou-se que toda empresa que queira manter-se, crescer e obter lucro neste atual mercado, precisa tornar-se competitiva. Para isto ela necessita investir em inovações tecnológicas, tanto a nível organizacional, como a nível de produção, referentes a administração e equipamentos, o qual são chamados de Sistemas Avançados de Manufatura.

Indubitavelmente os SAM podem trazer grandes benefícios tais como:

- ↳ resposta às demandas do mercado, melhorando em 30%, devido as possibilidades de execução de uma variedade de peças com grandes taxas de produção e mudanças da taxa de produção;
- ↳ coordenação da produção supervisionada pelo computador, podendo aumentar a utilização das instalações de 70% a 80%;
- ↳ resolução de problemas tais como escassez de mão-de-obra especializada, devido a possibilidade de se operar 24 horas por dia;
- ↳ já que as operações dependem mais do equipamento do que de pessoas, há a minimização dos acidentes de trabalho;
- ↳ aumento da qualidade e diminuição do sucateamento;
- ↳ possibilidade de redução da área ocupada em até 60% devido a diminuição do estoque em processo e da possibilidade das máquinas poderem ficar muito próximas umas das outras;
- ↳ eventualmente, os SAM podem economizar de 25% a 55% dos custos diretos de manufatura e mão-de-obra direta, set-up, ferramental, manuseio de material, inspeção, manutenção, supervisão da produção, controle da produção, instalações, estoques, dispositivos, protótipos, retrabalho e sucateamento.

Os benefícios são impressionantes, entretanto os investimentos são elevados, requer longo tempo para implementação e existem riscos técnicos e financeiros que tem levado empresas a frustrações por vários motivos, como: visão de curto prazo;

impaciência gerencial no sentido de forçar uma automação total com o objetivo de redução de custos de mão-de-obra direta e expectativa que sistemas totalmente automatizados operem milagres imediatamente; problemas tecnológicos, tais como software que as vezes levam um equipamento caríssimo a ficar parado; e outros.

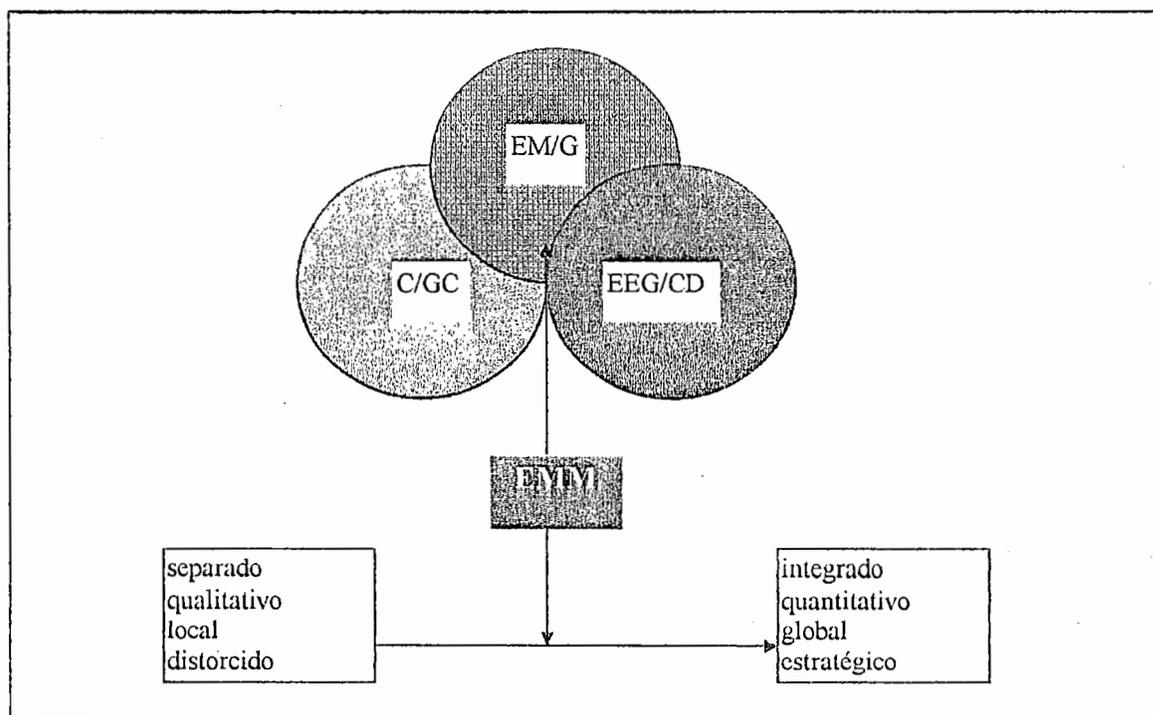
Entretanto, o problema fundamental está associado ao estudo de viabilidade econômica que, as vezes, recomenda projetos errados porque estudos foram baseados em procedimentos impróprios. Foi provado que a análise tradicional de investimentos não consegue computar os benefícios intangíveis dos SAM e transportá-los para o fluxo de caixa, no qual se baseia toda essa análise, tornando-se imprescindível a necessidade de métodos adequados de avaliação de investimento.

Em duas abordagens relativamente simples, viu-se que, no capítulo anterior, Primrose justificou o investimento em SAM somente prevendo uma melhoria nas vendas e Weck chamou a tenção para o problema do custeamento de peças em SAM, colocando este aspecto como um dos problemas a serem resolvidos, pois os problemas referentes a avaliação de investimentos não estão apenas nos métodos de avaliação financeira, mas também nos sistemas de contabilidade de custos, que de forma semelhante, deixam muito a desejar. No terceiro exemplo, Park e Son desenvolveram um modelo de multiperíodos de Fluxo de Caixa Descontado (FDC) após tributação que é baseado na simulação de um sistema de custo de fabricação que inclui custos associados à produtividade, qualidade, e flexibilidade; a formulação do modelo de programação linear do FCD é completado pela simulação que estima os parâmetros de custo no modelo de programação linear.

A literatura estudada indica que está havendo uma evolução na abordagem do problema (Tabela 6.1). SON (1991) define Economia de Manufatura Moderna (EMM) como sendo um campo multidisciplinar de pesquisa envolvendo, pelo menos, Engenharia de Manufatura/Gerenciamento (EM/G), Custo/Gerenciamento Contábil (C/GC), e Engenharia Econômica e Gerenciamento/Ciência de Decisão (EEM/CD) que abrem caminho ao estudo dos aspectos econômicos dos SAM de forma integrada, quantitativa, global e estratégica, como ilustra a Figura 6.1.

	<b>Pesquisas passadas</b>	<b>Pesquisas Atuais</b>
Características	separado local qualitativo míope	integrado global quantitativo estratégico
Medida de desempenho	medida e melhoramento da produtividade não relacionado com o sistema de custo	medida da qualidade e flexibilidade, e sua integração com a produtividade relacionada com o sistema de custo
Estimação de custo	lida com os custos tangíveis para o custeamento do produto	quantificação de custo intangíveis para prever os benefícios econômicos dos SAM
Análise de decisão	justifica subsistemas com medidas de um prazo, baseando-se em métodos tradicionais	justifica todo o sistema com medidas de longo prazo baseando-se em métodos novos

**Tabela 6.1- Pesquisa para a tendência na economia dos SAM**



**Figura 6.1- Economia da manufatura moderna.** Fonte: SON (1991) p. 2491

Assim, a medida de desempenho lida com a tomada de conhecimento do que ocorre no sistema atual e desenvolve uma estratégia de manufatura para o futuro; a estimação de custo está associada ao cenário proposto para satisfazer a estratégia de manufatura com valores expressos em unidades monetárias; e a análise de decisão é usada para identificar o sistema de manufatura mais interessante economicamente se o atual não for satisfatório. Quando o novo sistema for implantado, seu desempenho deve ser medido e comparado com o sistema anterior, de maneira que o ciclo da Figura 6.2 seja repetido. Deste modo, a medida de desempenho conecta o passado e o presente; a análise de decisão sustenta a ambos provendo informações.

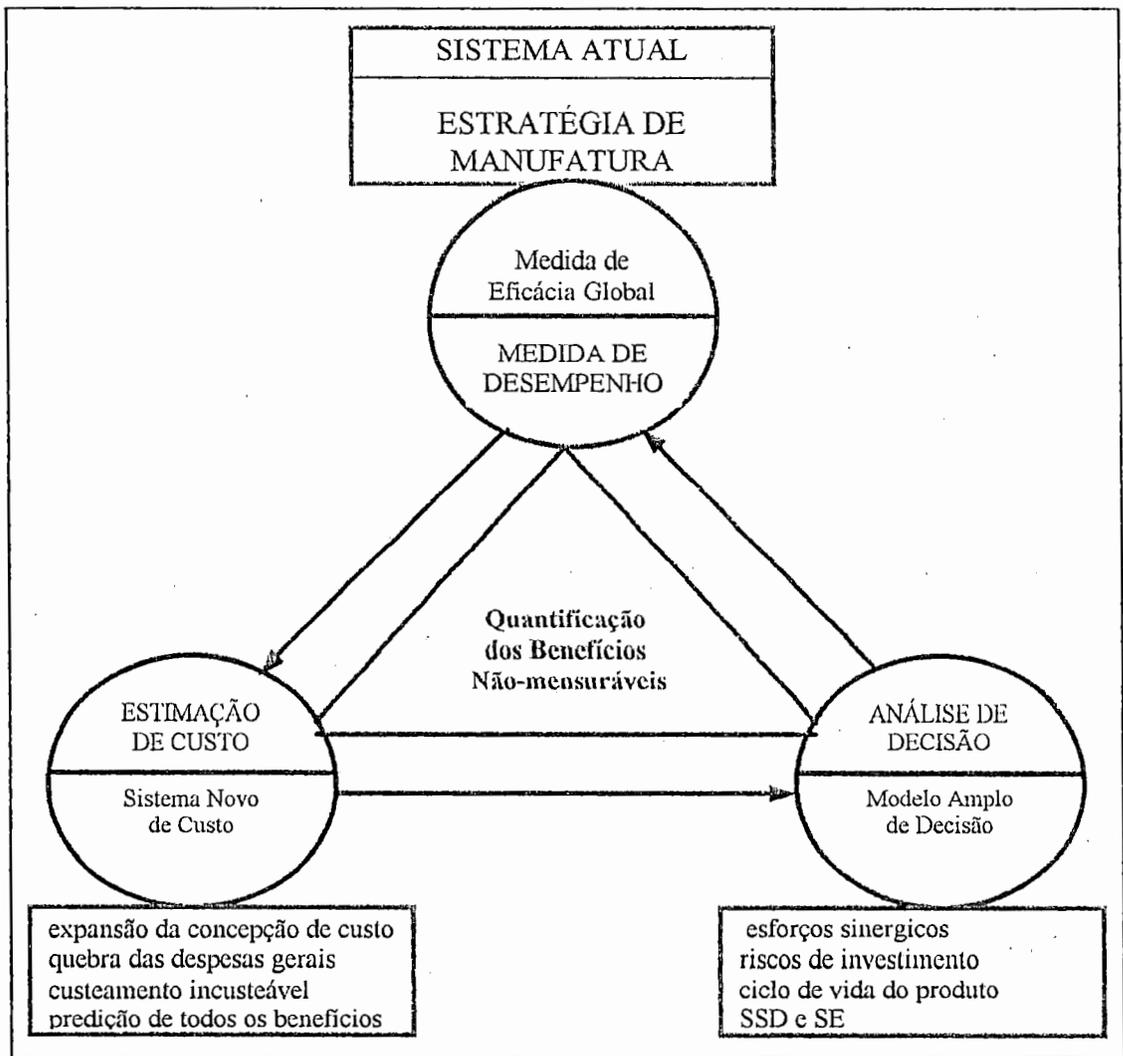


Figura 6.2- Uma estrutura da economia da manufatura moderna. Fonte: SON (1991) p. 2493

**Conclusão Final:**

Os benefícios considerados intangíveis são, realmente de difícil quantificação e alguns deles podem nunca chegar a ser avaliados, tais como a flexibilidade, a qualidade, satisfação de clientes e de empregados. É preciso melhorar os métodos de medida de desempenho, estimação de custo e análise de decisão econômica que possam melhorar a acomodação desses benefícios.

Muitas ferramentas analíticas ou métodos como programação matemática, simulação por computador, e análise de riscos tem sido usados no estudo econômico dos SAM. Especialmente, a simulação computacional, pois tem a vantagem de permitir traçar sistemas de manufatura complexos, provendo informações de suas características operacionais e permitindo prever mudanças em sua estrutura e no meio em que situam.

Os estudos apresentados neste trabalho não são mais que uma base inicial. Estudos mais sólidos e sistemáticos devem ser feitos para desenvolverem técnicas e procedimentos para avaliações e análise de projeto de sistemas avançados de manufatura de forma mais segura, capazes de captarem os benefícios intangíveis proporcionados pelos Sistemas Avançados de Manufatura.

**Referências Bibliográficas**

- ANSOFF, H. I. (1990) *A Nova Estratégia Empresarial*. São Paulo. Ed. Atlas.
- ARRUDA, P.E.S. (1994) *Levantamento do Estágio Atual de Implantação de Tecnologia de Grupo e Células de Manufatura no Estado de São Paulo*. Dissertação USP- EESC, p.12-18, 20-29.
- BATES, K.A. et al (1995) *The crucial Interrelationship between Manufacturing Strategy and Organization Culture*. Institute for Operations Research and Management Sciences October.p.1564-1580 v.41, n.10.
- BECKMAN, S.L. et al.(1990) *Using Manufacturing as a Competitive Weapon: The Development of a Manufacturing Dynamics New Directions for the 1990s*. Dow-Jones, Homewood,Illinois., 385p.
- BECKMAN, S.L. et al. (1991) *Using Manufacturing as a Competitive Weapon: The Development of a Manufacturing Strategy*. In: MOODY, *Strategy Manufacturing*. Cap. 3, p.53-75.
- BERTERO, C. O. (s.d.) *Teoria Organizacional e Estratégia Empresarial*. p. 481-493.
- BROCKA, B. & BROCKA, M.S. (1994). *Gerenciamento da Qualidade*. São Paulo. Ed. Makron Books.
- BROWNE, J. et al (1988) *Production Management Systems - A CIM Perspective*. Addison-Wesley.
- BUARQUE, C. (1991). *Avaliação Econômica de projetos:uma apresentação didática*. 6ed. Rio de Janeiro.Ed. Campus.
- BUFFA, E.S. (1985) *Meeting the Competitive Challenge with Manufacturing Strategy*, National Productivity Review, 155-169.
- BUFFA, E.S. , SARIN, R.K. (1987)*Modern Production / Operations Management*. 8 ed. USA. John Wiley & Sens, Inc.
- CASPAR, E.S. (s.d) *Tecnologia de Grupo e Células de Fabricação*- Dep. de Eng. Mecânica da EESC- Eng..p 63-68
- CASSAROTTO & KOPITKE (1994) *Análise de Investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial*. 6 ed. São Paulo. Ed. Atlas.
- \_\_\_\_\_ (1983) *Cellular Manufacturing Systems Reduce Setup Time, Make Small Lot Production Economical*- Industrial Engineering v. 15- nov. p.36-48.
- COLLIS, D.J. & MONTGOMERY, C.A. (1995). *Competing on Resources: Strategy in the 1990s*, Harvard Business Review, July-August, 119-129.
- CUSTÓDIO, I. A (1986) *Formulação da Missão, Políticas, Objetivos e Estratégias na Administração Estratégica: um exemplo aplicado a uma empresa estatal ferroviária*. Revista de Administração vol. 1 21 p. 37-44 J/M/
- FERDOWS, K. et al. (1986). *Envolving Global Manufacturing Strategies: Projections into the 1990s*, International Journal of Operations and Production Management, Vol, 6, No.4,6-16
- FINE, C.H. & HAX, A.C.(1985) *Manufacturing Strategy: A Methodology and an*

- Illustration*, Interfaces, 15:6, 28-46, November-December.
- FRIEDRICHKEIT, H.J. (1987) *Using DNC units for PC board producing eletronic Packaging & Production*, p.102-3, Jan.
- FRY, T.D. (1987) *A Successful Implementation of Group Technology and Cell Manufacturing- Production and Inventory Management*, p. 4-6.
- GARVIN, A.D. (1987) *Competing on the eighth dimensions of quality*. Harvard Bussines Review. Nov.-Dec. p.101-109.
- GARVIN, D.A. (1993) *Building a Learning Organiztion*.. Harvard Bussines Review. July- August. p.78-91.
- GRANT, R.M., (1991). *The Resourse-basead Theory os Competitive Advantage: Implications for Strategy Formulation*, California Management Review, 114-134, Spring.
- GRIFF, C. et al. *Manufacturing Tecnologies: investiment and realization*. EMR, p. 25-33. Spring, 1991.
- HARTLEY, J. (1984) FMS at WORK. IFS LTD., P.49
- HAYES, R.H. & WHEELWRIGTH, S.C. (1984) *Restouring Our Competitive Edge: Competing Throught Manufacturing*. New York, Jhon Wiley., 427p.
- HAYES, R.H. (1985) *Strategic Planning - Forward in Inverse?*, Harvard Business Review, November-December, p. 111-119.
- HENDERSON, B.D.(1991). *The Origen of Strategy*. In: MONTGOMERY, C.A. & PORTER, M.E. Strategy: seeking and securing competitive advantage. cap. 1. Boston. A Harvard Biseness School.
- JANISZEWSKI, F. J. (1990). *DNC directs mold-base flamecuting*. Tooling of Production, v.56, n.3 p.46-47.
- KOCHAN, D. (1986) *CAM- Developments in Computaer-Integrated Manufacturing*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, .289 p.
- KOCHAN, D. (1987) *Flexible Manufacturing and CAD/CAM - Evaluation and Selection of Systems*. *Computer in Industry*, n.2-3:p201.Abr
- KOTTER, J.P. & HESKETT, J. L.( 1994) *A Cultura Corportaiva e o Desempenho Empresarial*. Makron Books. São Paulo.
- KRINSKY, I. et. al. (s.d.) *Flexible Manufacturing Systems Evaluation: An Alternative Approach*. p.1-24.
- LENZ, J. E. (1989). *Flexible Manufacturing*. Marcel Dekker, INC. New York.
- LEONARD, F.S. (1991) Integrating Bussiness and Manufacturing Strategy. Cap. 16. In:MOODY, *Strategy Manuufacturing*.
- LONG, C. & KOCH, M.V.(1995) *Using Core Capabilities to Creat Competitive Advantage*. Organizational Dinamics, 7-18, Autumn.
- MARTINS, E. (1980). *Contabilidade de Custos*. 2 ed. São Paulo. Ed. Atlas.
- MEYER, A, de. (1989). *Flexibility: The Next Competitive Battle- The Manufacturing Futures Survey*.

- Strategic Management Journal, vol. 10, p 135-144.
- MILACIA, V. R. (1988). Intelligent Manufacturing Systems I - *The FMS as a Subsystems of CIM* p. 53-57. Dubrovnik.
- MISTEREK, S. D. A. et al. (1992). *The Nature of the Link Between Manufacturing Strategy and Organizational Culture*. cap. 17 p. 331-352 in VOSS, C.A. *Manufacturing Strategy: process and Content*. 1.ed. Chapman & Hall.
- MOCHON, F. & TROSTER, R. L. (1994). *Introdução à economia*. São Paulo. Makron Books.
- MONKS, J.G. (1987). *Administração da Produção*, São Paulo. McGraw-Hill.
- MONTGOMERY, C.A. & PORTER, M.E. (1991). *Strategy: seeking and securing competitive advantage*. Introduction. Boston. A Harvard Business School
- (1990) MOVIMENTAÇÃO de materiais mais racional com manufatura celular- *Máquina e Metais* - Setembro, p.42-50
- NAKAGAWA, M. (1991). *Gestão Estratégia de Custos: conceitos, sistemas e implementação*. São Paulo. Ed. Atlas.
- NOGUEIRA, E. (1994) *Engenharia Economica: uma abordagem para avaliação de novas tecnologias de automação de produção*. Dissertação (mestrado) São Paulo, FGV/EAESP.
- OLIVEIRA, J. A.N. (1982) *Engenharia Econômica: uma abordagem às decisões de investimento*, São Paulo, McGraw-Hill do Brasil.
- PARK, C. S. & SON, Y. k. (1988) *An Economic Evaluation Model for Advanced Manufacturing Systems*. The Engineering Economist, Vol.34 Number 1, Fall. p.1-26.
- PARSAEI, H. R. & MITAL, A. (1992) *Economics of Advanced Manufacturing Systems*, London, Chapman & Hall.
- PIRES, S. R. I. (1994) *Integração do Planejamento e Controle da Produção a uma Estratégia de Manufatura*. Tese (Doutorado) São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, USP.
- PRIMROSE, P.L., (1991) *Investment in Manufacturing Technology*, London, Chapman & Hall.
- PORTER, M. (1991) *Estratégia Competitiva- técnicas para análise de indústrias e da concorrência*. 7 ed. Rio de Janeiro. Ed. Campus. p. 49-60.
- RESENDE, M. O. (1983) *Aspectos Técnicos e Metodologia de Avaliação de Investimentos de Sistemas de Fusão para Ferro Fundido*. Dissertação (Mestrado), São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- REMBOLD, U., et al. (1985) *Computer Integrated Manufacturing Technology and Systems*, New York, Marcel Dekker, 790 p.
- ROSSETI, J. P. (1987). *Introdução à economia*. São Paulo. Ed. Atlas. p. 263-302.
- SCHAFFER, R.H. (1988). *Break Through Strategy*. New York. Harper.
- SCHONBERGER, R.J. (1982). *Japanese Manufacturing Techniques: Nine Hidden Lessons in Simplicity*. Free Press, New York.
- SKINNER, W. (1969) *Manufacturing-Missing Link in Corporate Strategy*, Harvard Business

Review, May-June, p.136-145.

- SKINNER, W. (1978) *Manufacturing in the Corporate Strategy*. New York - Jhon Wiles & Sons, Inc.p.1-140.
- SKINNER, W. (1985) *Manufacturing , the formidable competitive weapon*. New York - Jhon Wiles & Sons, Inc.p.131-325.
- SON, Y. K. (1991) *A framework for modern manufacturing economics*. Int.J.Prod. Res. vol.29, n.12 p. 2483-2499.
- SPRAGUE, L. G.(19 ) *Strategic Analysis for Global Manufacturing*
- TESTI, F. (1986) *DNC Systems : A story that neve r ends*. Journal of Society Engineering. London, vol. 77, Negócio.3: p31-43.
- TOFLER, "Terceira Onda". Vídeo.
- TOLEDO, J.C. (1987) *Qualidade Industrial: conceitos, sistemas e estratégias*. São Paulo. Atlas.
- UNITED NATIONS. (1978) *Manual for the preparation of industrial feasibility studies*, New York, United Nations.
- VALLE, R. (s.n.t.) *Tecnologia, estartégia, Cultura Técnica: três dimensões para a modernização da indústria brasileira*. p. 264-281.
- VANALLE, M. R. (1994) *Estratégia de Produção no setor de autopeças*. Tese (Doutorado), São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- WALL, S.J., WALL, S.R. (1995) *The Evolution (Not the Death) of Strategy*, Organizational Dynamics, 7-21, Summer.
- WARNECKE,H.J. & STEINHILPER,R. (1985) *Flexible Manufacturing Systems-* IFS LTDa. and Springer-Verlag. p.4.
- WECK. M. et al.(1991). *Production Engineering- The Competitive Edge*. London. Betterworth Heinemann. p.103-114.
- WEMMWELOV, U. & HYER, N. L. (1989) *Cellular Manufacturing Praticce* , Manufacturing Engineering, March , p.79-82.
- WHEELWRIGHT, S.C. & HAYES, R. H. (1991) *Competing Throught Manufatcuring*. in MONTGOMERY & PORTER.cap. 2
- WHEELWRIGTH, S.C. (1984) *Manufacturing Strategy: Defining the Missing Link*, Strategic Management Journal, Vol.5, 77-91.
- WILD, R. (1980) *Operations Management - A policy framework*. New York.Copyright.