

BC

FT-702

ANTONIO RAFAEL NAMUR MUSCAT

Modelo para Integração de  
Decisões sobre Sistemas  
de Operações

Tese apresentada à Escola Politécnica  
da Universidade de São Paulo para  
obtenção do título de Doutor em  
Engenharia

São Paulo

1993

**ANTONIO RAFAEL NAMUR MUSCAT**

**MODELO PARA INTEGRAÇÃO DE DECISÕES  
SOBRE SISTEMAS DE OPERAÇÕES**

**Tese apresentada à Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo para a obtenção do  
título de Doutor em Engenharia.**

**Área de Concentração:  
Engenharia de Produção**

**Orientador: Prof. Dr. Alberto Ricardo  
von Ellenrieder**

**São Paulo**

**1993**

Este trabalho é dedicado à minha mulher -  
Janete, e às nossas filhas - Carolina,  
Andréa e Adriana - quatro maravilhosas  
criaturas que me proporcionaram a motivação  
e todo o apoio necessário à sua realização.

## AGRADECIMENTOS

A realização de um trabalho desta natureza envolve, como sempre, a colaboração de diversas pessoas. Por esta colaboração, o autor deixa, a seguir, registrados os seus agradecimentos.

- Ao professor Alberto Ricardo von Ellenrieder que, mais uma vez, soube apontar o caminho a seguir.
- Aos colegas Afonso Carlos Corrêa Fleury, Alberto Wunderler Ramos, Guilherme Ary Plonski, Henrique Luiz Corrêa, Hugo Tsugunobu Yoshida Yoshizaki, Israel Brunstein, Luiz César de Moura Menezes, Max Barcellos Corrêa, Miguel Cezar Santoro e Oswaldo Fadigas Fontes Torres, todos professores do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da USP que, de diferentes formas, contribuíram para a realização do trabalho
- Ao professor Marilson Alves Gonçalves, da Faculdade de Economia e Administração da USP e da Fundação Getúlio Vargas, pelo constante incentivo e pelos conselhos de amigo.
- Aos meus familiares de forma geral, em especial aos meus pais, Emily e Antonio e à D. Lydia, pelo grande interesse demonstrado.
- À Vera Lúcia Neto de Moraes e à Thelma Lúcia Guedes Camelo pela digitação das versões inicial e final da tese, respectivamente.

A Ele, duplamente, por ter agraciado o autor com interações tão profícuas e estimulantes, e por ter permitido que o trabalho chegasse ao seu final.

"The meaning of stability is likely to remain obscured in Western cultures until they rediscover the fact that life consists in experiencing relations, rather than in seeking goals or "ends". The intrinsic confusion about means and ends arises from the fact that no end can ever be more than a means, if an end is equated with a goal. To get the job or marry the girl is indifferently an end, a means and a goal; it is an opportunity for a new relationship. But the object of the exercise is to do the job and live with the girl; to sustain through time a relationship which needs no further justification because it is, or is expected to be satisfying in itself".

Geoffrey Vickers - "Freedom in a Rocking Boat", citado por Checkland no Journal of Operational Research Society, vol. 36, n<sup>o</sup> 9, pp. 757-767, 1985.

## SUMÁRIO

|   |     |
|---|-----|
| 1. INTRODUÇÃO, OBJETIVOS E ESCOPO DO TRABALHO .....   | 1   |
| 2. A ORIGEM DO TEMA DO TRABALHO .....   | 15  |
| 3. METODOLOGIAS GLOBAIS DE GESTÃO DA PRODUÇÃO -<br>ESTADO-DA-ARTE, AVALIAÇÃO CRÍTICA E POSICIONAMENTO DO TRABALHO ..... | 22  |
| 4. OUTRAS METODOLOGIAS DE GESTÃO RELEVANTES<br>PARA O DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO .....                                 | 36  |
| 5. SISTEMAS FÍSICO E DE GESTÃO DAS OPERAÇÕES,<br>FUNÇÕES DE GESTÃO DAS OPERAÇÕES E DIMENSÕES<br>PARA INTEGRAÇÃO .....   | 86  |
| 5.1. Introdução .....   | 86  |
| 5.2. Conceitos sobre Sistemas de Produção .....   | 86  |
| 5.3. Definição de Funções de Gestão das Operações ..  | 97  |
| 5.4. Interdependência e Integração.<br>Dimensões para Integração .....  | 100 |
| 5.5. Considerações Finais .....   | 114 |
| 6. INTEGRAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE DECISÃO .....   | 115 |
| 7. INTEGRAÇÃO FÍSICA .....  | 145 |
| 8. INTEGRAÇÃO AMBIENTAL .....   | 180 |
| 9. INTEGRAÇÃO TEMPORAL .....  | 197 |
| 10. INTEGRAÇÃO TOTAL .....  | 212 |

|   |            |
|---|------------|
| <b>11. PROJETO E APERFEIÇOAMENTO DA INTEGRAÇÃO DE<br/>FUNÇÕES DE GESTÃO DAS OPERAÇÕES .....</b> | <b>225</b> |
| <b>12. CONSIDERAÇÕES FINAIS E DESDOBRAMENTOS DO<br/>TRABALHO .....</b>                          | <b>236</b> |
| <b>ANEXO - DESCRIÇÃO DOS CASOS CITADOS NO TEXTO .....</b>                                       | <b>240</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>   | <b>248</b> |



## LISTA DE FIGURAS

| Nº   | NOME   | PÁG |
|------|--|-----|
| 1.1. | Estrutura Conceitual do Trabalho   | 7   |
| 3.1. | Planejamento e Programação da Produção - Esquema Hierárquico                                       | 30  |
| 4.1. | Casos de Interdependência  | 41  |
| 4.2. | Mecanismos Estruturais para Redução da Incerteza e Resolução da Equivocação                        | 55  |
| 5.1. | Sistema de Produção, Ambiente e Outros Sistemas Relevantes   | 88  |
| 5.2. | Síntese dos Conceitos de Missão e Políticas, Objetivos e Estratégias, e Metas e Planos             | 91  |
| 5.3. | Interdependências de Interesse para o Trabalho   | 109 |
| 5.4. | Representação das Funções de Gestão da Produção e das Integrações entre Níveis de Decisão e Física | 112 |
| 5.5. | Integrações de uma Função de Decisão - Exemplo   | 112 |
| 6.1. | Níveis de Decisão e Fluxos de Informações  | 115 |
| 6.2. | Relacionamento entre Objetivos e Atendimento de Necessidades                                       | 119 |
| 6.3. | Relacionamento entre Objetivos, Atendimento de Necessidades e Estratégias                          | 123 |
| 6.4. | Interação entre Níveis Consecutivos de Planejamento  | 126 |
| 6.5. | Problema Original de Decisão, Dadas as Decisões Estratégicas                                       | 127 |
| 6.6. | Decomposição do Problema Original de Decisão, Dadas as Decisões Estratégicas                       | 128 |
| 6.7. | Decomposição do Problema Original de Decisão em Três Níveis Hierárquicos                           | 137 |
| 6.8. | Rede de ID's   | 142 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 6.9.  | Rede de ID's - Exemplo   | 143 |
| 7.1.  | Sistema Físico: Transformações e Processo de Produção  | 145 |
| 7.2.  | Decisões para o Sistema Físico   | 147 |
| 7.2A. | Exemplo para a Figura 7.2. - Caso 1 - Petroquim  | 149 |
| 7.3.  | Estrutura Básica de uma Operação   | 150 |
| 7.4.  | Detalhamento das Decisões sobre o Sistema Físico   | 152 |
| 7.5.  | Visão Interna do Sistema de Produção   | 154 |
| 7.6.  | Quantidades e Qualidades Envolvidas no Sistema de Produção   | 158 |
| 7.7.  | Esquema de Obtenção de um Produto através de Quatro Transformações sequenciais                       | 160 |
| 7.8.  | Sistemas Logísticos e Funções Logísticas   | 162 |
| 7.9.  | Interação entre Operações Consecutivas   | 164 |
| 7.10. | Esquema de PD para a Tomada de Decisão sobre Operações Consecutivas, num mesmo Nível de Decisão (SU) | 165 |
| 8.1.  | Função de Decisão Genérica   | 184 |
| 8.2.  | Integração com o Ambiente (Exemplo 1)  | 186 |
| 8.3.  | Integração com o Ambiente (Exemplo 2)  | 187 |
| 8.4.  | Diagrama de Influência Completo  | 188 |
| 9.1.  | Exemplificação de Sistemas de Gestão/ Físico - Visão Temporal  | 206 |
| 9.2.  | "Lead-Times" envolvidos numa Decisão   | 206 |
| 9.3.  | "Lead-Time" Total envolvido numa Decisão Tomada em Três Níveis                                       | 209 |
| 9.4.  | Determinação do Horizonte de Tempo da Decisão  | 210 |
| 10.1. | Integrações Interna e Externa  | 214 |
| 10.2. | Representação das Interações do Sistema de Produção  | 215 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 10.3. | Relacionamento entre Níveis de Serviço   | 216 |
| 10.4. | Integração Externa das Operações -<br>Síntese  | 218 |
| 10.5. | Integração Interna das Operações   | 220 |
| 11.1. | Integrações de uma Função de<br>Decisão (Incluindo a Dimensão<br>Temporal) - Exemplo | 227 |
| 11.2. | Interrelação entre Funções de<br>Decisão   | 228 |
| 11.3. | Diagrama de Causa-e-Efeito-<br>Problemas de Integração                               | 229 |
| 11.4. | Distribuição de Funções de Decisão<br>pela Organização (I)                           | 230 |
| 11.5. | Distribuição de Funções de Decisão<br>pela Organização (II)                          | 232 |
| 12.1. | Integração dos Sistemas de Gestão e<br>Físico  | 237 |

## LISTA DE QUADROS

| Nº   | NOME   | PÁG |
|------|--|-----|
| 3.1. | Metodologias de Gestão da Produção -<br>Consideração de Interdependências              | 24  |
| 3.2. | Comparação entre as Metodologias<br>Globais de Gestão da Produção e o<br>MIDO          | 35  |
| 4.1. | Outras Metodologias de Gestão Rele-<br>vantes  | 37  |
| 4.2. | Mecanismos de Coordenação e Tipos<br>Básicos de Projeto Organizacional                 | 50  |
| 4.3. | Incerteza, Equivocação e Requisitos<br>Informacionais                                  | 53  |
| 5.1. | Comparação entre as Características<br>de um Sistema e de seus Subsistemas             | 100 |
| 5.2. | Mecanismos de Coordenação  | 104 |
| 5.3. | Relacionamento entre Interdependên-<br>cia e Integração                                | 106 |
| 6.1. | Níveis de Decisão e Fluxos de Infor-<br>mações   | 117 |
| 6.2. | Características de Níveis de Decisão<br>Distintos                                      | 125 |
| 6.3. | Conhecimento, Informação e Mecanismos<br>de Coordenação numa Hierarquia de<br>Decisões | 135 |
| 7.1. | Informação, Conhecimento e Mecanismos<br>de Coordenação                                | 174 |
| 7.2. | Possibilidades de Folgas conforme a<br>Estratégia Competitiva                          | 178 |
| 8.1. | Consideração dos Sistemas do Ambiente  | 181 |
| 8.2. | Tratamentos do Ambiente (Curto Prazo)  | 182 |
| 8.3. | Desvios no Tratamento do Meio-Ambiente   | 184 |
| 9.1. | Casos Notáveis para os Componentes de<br>HDTmin  | 210 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 10.1. | Análise de Problemas de Integração<br>Interna e Externa | 221 |
| 10.2. | Integração Temporal                                     | 224 |

## LISTA DE TABELAS

| Nº   | NOME  | PÁG |
|------|---|-----|
| 1.1. | Discussão dos Blocos da Figura 1.1.<br>ao Longo do Trabalho | 9   |



## RESUMO

O trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de uma metodologia que permita a integração de decisões tomadas com relação a sistemas de produção. Tal integração é condição necessária para que se consiga obter um sistema de produção que, simultaneamente, seja competitivo, atenda aos objetivos e necessidades dos seus "stakeholders", e possa ser aperfeiçoado no decorrer do tempo.

Propõe-se que a integração seja obtida através de quatro categorias: 1- Integração entre Níveis de Decisão; 2- Integração Física; 3- Integração Ambiental e 4- Integração Temporal.

Cada uma das categorias de integração é tratada no trabalho e as formas de obter as integrações desejadas - os mecanismos de integração, são descritos e discutidos. Certas contingências são observadas para que os mecanismos possam ser adequados às situações que os demandam.

A apreciação conjunta das quatro categorias de integração, denominada de integração total, é feita de forma a permitir a identificação de oportunidades de melhoria no sistema de gestão. Mecanismos para se realizar as melhorias são, também, apresentados no trabalho.

Tendo em vista que todos os tópicos descritos são desenvolvidos considerando-se a visão sistêmica da produção, propõe-se, também, uma outra abordagem, complementar à sistêmica, para se



analisar a integração a partir de uma organização, não necessariamente sistêmica. Para esta nova visão, são evidenciadas maneiras de se diagnosticar a falta de integração, a partir de informações sobre a organização.

## ABSTRACT

This thesis has as its main objective the development of a methodology concerning the integration of decisions made with respect to production systems. Such integration is a necessary condition to get a production system that simultaneously becomes competitive, meet the goals and needs of its stakeholders, and can be improved through time.

We propose that such integration should be reached through four classes: 1- Integration between Decision Levels; 2- Physical Integration; 3- Environmental Integration and 4- Time Integration.

Each one of the integration classes is dealt in this work and the means to get the desired integrations - the integration mechanisms, are described and discussed. Some contingencies are observed so that the mechanisms may be adequated to situations that demand them.

The whole evaluation of the four integration classes, called total integration, is done in a way to reveal the identification of improvement opportunities in the decision system. We also present mechanisms to make improvements.

So far, we have only employed the systems approach on the production function. We then propose another approach, which completes the above one on the analysis of integration in an organization. From this different point of view, we develop ways

to diagnose the integration absence, from informations about the organization.

## **1. INTRODUÇÃO, OBJETIVOS E ESCOPO DO TRABALHO**

A decisão de elaborar este trabalho foi tomada a partir de um conjunto de problemas práticos, que o autor teve a oportunidade de analisar. Para a solução de tais problemas identificou-se a necessidade de desenvolver estruturas conceituais que continham várias das técnicas da área de Produção, mas que demandaram complementações não encontradas na literatura da Produção. Percebeu-se que tais estruturas poderiam ser condensadas numa única, objeto deste trabalho, denominada Modelo para Integração de Decisões sobre Sistemas de Operações (MIDO). O MIDO é um modelo conceitual que emprega a abordagem de sistemas.

A construção do MIDO está baseada em quatro dimensões:

- . **Hierarquia de Decisões**
- . **Sistema Físico**
- . **Ambiente**
- . **Tempo**

A primeira dimensão contém as funções de Planejamento e Controle. As decisões de Planejamento e Controle são tomadas, em geral, segundo um processo de aproximações sucessivas. Desta forma, pode-se ter diversos níveis de decisão interligados, tais como Planejamento Estratégico, Planejamento Tático, Planejamento Detalhado, etc, formando

uma hierarquia de decisões. De acordo com tais níveis, haverá a execução da função Controle correspondente.

O Sistema Físico - a segunda dimensão - utiliza Recursos Produtivos (materiais, mão-de-obra, etc), realiza Operações através da interação de tais recursos e obtém, das operações, Produtos e Outras Saídas. As decisões de Planejamento e Controle são tomadas com relação às operações realizadas pelo sistema físico.

Neste trabalho serão consideradas, a menos que explicitado algo diferente, as operações voltadas diretamente à obtenção dos produtos e as operações logísticas. Operações logísticas suprem as operações produtivas com recursos, bem como suprem os mercados com os produtos do sistema físico.

A fixação de um nível de decisão da hierarquia e de uma operação do sistema físico define uma **função de decisão** do MIDO. O conjunto completo de funções de decisão do MIDO é obtido aplicando-se a lei de formação descrita a todos os níveis de decisão e a todas as operações do sistema físico.

A terceira dimensão-Ambiente, representa a consideração de

aspectos importantes para o Sistema de Operações<sup>(1)</sup>, sobre os quais ou o Sistema de Gestão não decide, ou, no máximo, exerce pequena influência. O ambiente, por um lado, restringe e ameaça a atuação do Sistema de Operações e, por outro, apresenta ao mesmo oportunidades, sendo, portanto, de consideração fundamental. No ambiente podem estar presentes os clientes, os fornecedores, o governo, os competidores, etc.

A quarta e última dimensão diz respeito ao aspecto Tempo. Esta dimensão tem interação com todas as demais. As decisões de planejamento, segundo o processo de aproximações sucessivas mencionado, demandam tempo para serem tomadas, e, além disso, devem considerar certas variáveis definidas em função do tempo, tais como horizonte de planejamento, período de revisão das decisões, etc. As operações e os fluxos existentes entre as mesmas ocorrem segundo um certo "timing", levando a um certo "lead-time" para a obtenção dos produtos. O ambiente é mutável com o tempo. Finalmente, a hierarquia de decisões e o sistema físico devem evoluir com o tempo, seja em função do meio-ambiente, seja em função de decisões internas ao sistema de operações.

---

(1) Um Sistema de Operações (ou Sistema de Produção) é composto de um Sistema Físico que realiza as operações, e de um Sistema de Gestão que toma decisões sobre o anterior.

A partir das quatro dimensões citadas, podem ser definidas as quatro formas de integração consideradas no MIDO:

- . **Integração entre Níveis de Decisão**
- . **Integração Física**
- . **Integração Ambiental**
- . **Integração Temporal**

As duas primeiras formas de integração permitem articular as funções de decisão do MIDO.

A terceira forma de integração é obtida entre as funções de decisão e o ambiente do sistema de operações.

A quarta forma de integração procura garantir uma evolução adequada para as funções de decisão.

As quatro formas de integração devem ser consideradas quando da tomada de decisões sobre o sistema de operações que estiver sendo objeto de análise. O MIDO contém o conjunto de funções de decisão e tem por finalidade prescrever a forma adequada de se considerar os quatro tipos de integração para que o sistema de operações estudado possa alcançar seus objetivos. Embora outros aspectos afetem o atingimento dos objetivos do sistema de operações, a aplicação do MIDO deve contribuir para tal.

As funções de decisão e as quatro formas de integração constituem a vertente sistêmica do trabalho. Há uma outra vertente, complementar à anterior, que também influi nos resultados do sistema de operações. Trata-se do **Rebatimento Organizacional** das funções de decisão e das formas de integração, ou seja, da identificação, na Estrutura Organizacional da empresa, da distribuição das funções de decisão e das formas de integração. Este aspecto, bem como o estudo das funções de decisão e das formas de integração fazem parte deste trabalho.

Como é possível verificar, as formas de integração não são independentes, mas, acredita-se, se tomadas em conjunto, podem ser consideradas completas, ou seja, do ponto de vista sistêmico, não há nenhuma lacuna no processo decisório causada pela não consideração de alguma outra forma de integração. Devido à falta de independência existente entre as formas de integração, a apresentação das mesmas, ao longo do trabalho, não terá a preocupação de separá-las totalmente.

O MIDO apresenta flexibilidade suficiente para ser aplicável a um certo número de situações. Em primeiro lugar, o MIDO não utiliza soluções universais para os problemas da produção, como por exemplo, o "just-in-time", mas sim busca soluções "customizadas", adequadas a cada situação de sistema de operações. Em segundo lugar, o MIDO permite



analisar empresas com objetivos diversos, tais como o lucro, o faturamento, etc. Em terceiro lugar, o MIDO pode ser aplicado a sistemas de produção com fronteira variável.

O trabalho focaliza, dentre os Sistemas de Operações, os de Manufatura. O tratamento dos Sistemas de Serviços, que deve considerar a participação dos Clientes no processo de produção, não será feito aqui. Algumas observações referentes a tais sistemas serão feitas ocasionalmente.

Está-se considerando, neste trabalho, a parcela da Empresa dedicada à Produção. Outras funções existentes nas Empresas, como "Marketing" e Finanças, não serão abordadas neste trabalho.

Um dos motivos que levou ao desenvolvimento do MIDO é a carência, observada na literatura sobre administração e engenharia de produção, de um instrumento que permita integrar decisões.

A apresentação e discussão do MIDO, ao longo do texto, é feita, sempre que possível, utilizando-se casos reais de sistemas de produção em que uma certa parcela do MIDO foi empregada. No Anexo do trabalho encontram-se as descrições dos casos citados no texto.

Na Figura 1.1 esquematiza-se, conceitualmente, o conteúdo do trabalho.

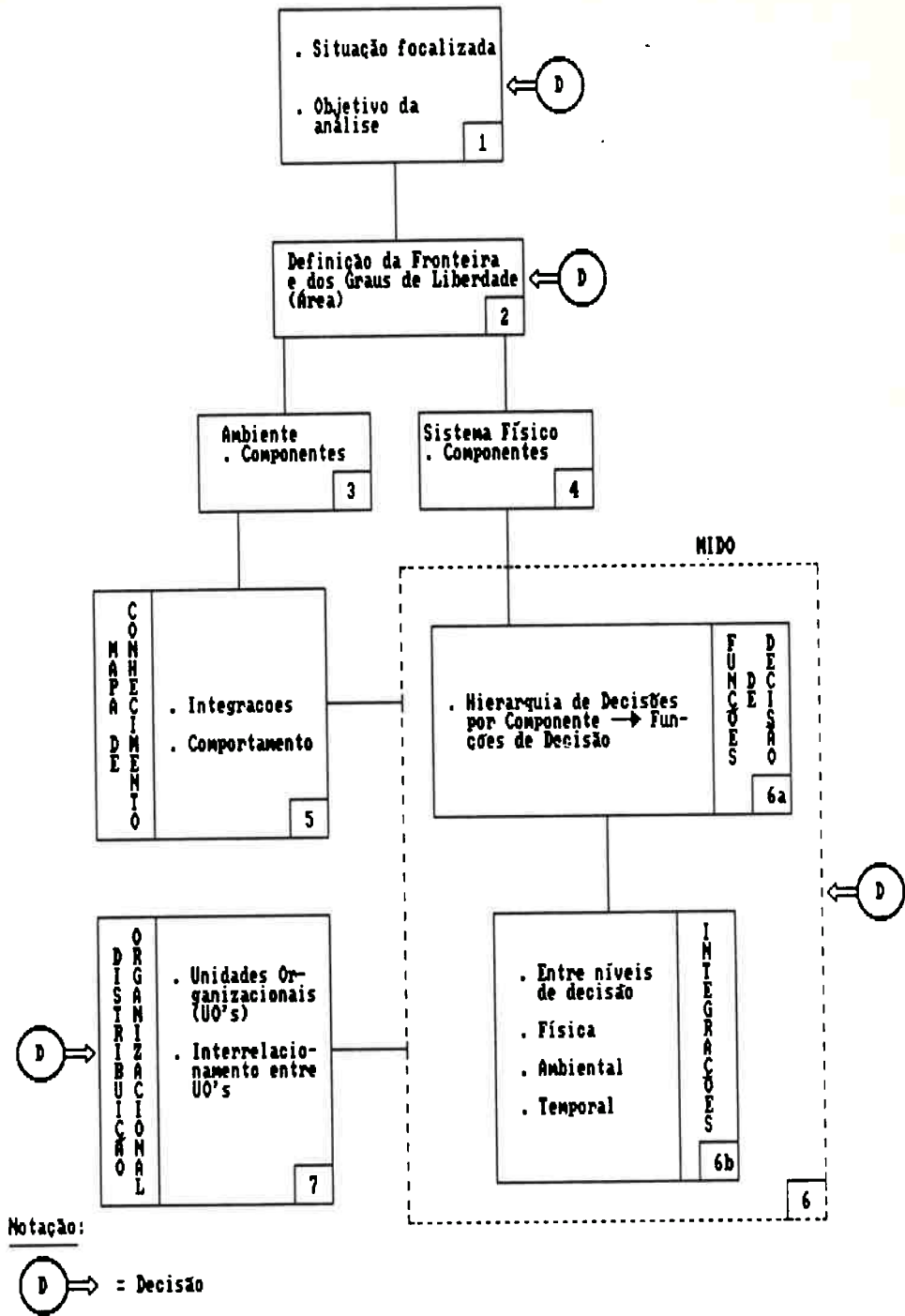


FIGURA 1.1. - ESTRUTURA CONCEITUAL DO TRABALHO

Da Figura 1.1. observa-se o seguinte:

- 1 - Os blocos ao lado dos quais se colocou o símbolo D são passíveis de decisão. Por exemplo, no bloco 2 - "Definição da Fronteira e dos Graus de Liberdade (Área)" é possível se escolher o que será considerado interno ao Sistema Físico e o que será considerado Ambiente. Ainda no bloco 2, talvez se congele a decisão de localização do Sistema Físico mas não os métodos de trabalho.
- 2 - O estudo de todos os 7 blocos faz parte do trabalho, embora o foco da atenção esteja predominantemente no bloco 6.
- 3 - Propositadamente, não foi indicada nenhuma precedência entre os blocos. Há duas seqüências básicas segundo as quais os blocos podem ser empregados:
  - (a) Projeto do MIDO e Formatação para Implantação: 1, 2, 3/4, 5, 6, 7
  - (b) Aperfeiçoamento do MIDO: 7, 6, 5, 4/3, 2, 1. versus 1, 2, 3/4, 5, 6, 7, resultando num diagnóstico da situação atual
- 4 - Há, ainda, que se considerar que entre alguns blocos ocorre o processo de aproximações sucessivas, até que

as "soluções" dos referidos blocos sejam obtidas. Como exemplos podem ser citados os blocos 6a e 6b.

A discussão dos vários blocos ao longo do trabalho se dá de acordo com a Tabela 1.1.

|           |   |   |     |     |     |                    |    |
|-----------|---|---|-----|-----|-----|--------------------|----|
| BLOCO     | 1 | 2 | 3,5 | 4   | 6a  | 6b                 | 7  |
| CAPÍTULOS | 5 | 5 | 5,8 | 5,7 | 5,6 | 5,6,7<br>8,9,10,11 | 11 |

**TABELA 1.1. - DISCUSSÃO DOS BLOCOS DA FIGURA 1.1.  
AO LONGO DO TRABALHO**

A seguir é fornecida uma breve descrição do conteúdo de cada capítulo do trabalho.

#### **- Capítulo 2 - A Origem do Tema do Trabalho**

Aqui é exposta a motivação técnica do trabalho. Ela surge a partir da observação da literatura sobre Administração e Engenharia de Produção e da tentativa de utilização das suas metodologias. O que se verifica é, de um lado, um conjunto de metodologias que se aplicam a problemas específicos, sem haver interligação entre as mesmas; de outro lado, há algumas

metodologias globais cuja aplicabilidade é remota e que não são tão abrangentes como sua apresentação pretende que sejam. Estas verificações, ligadas a algumas pressões colocadas na atualidade sobre as empresas, levaram ao desenvolvimento do trabalho.

**- Capítulo 3 - Metodologias Globais de Gestão da Produção - Estado-da-Arte, Avaliação Crítica e Posicionamento do Trabalho.**

Neste capítulo são discutidas e criticadas as Metodologias Globais de Gestão da Produção que deveriam, em princípio, visualizar o sistema de produção como um todo e permitir a tomada de decisão com relação ao mesmo de forma integrada. Tais metodologias são comparadas com o trabalho realizado.

**- Capítulo 4 - Outras Metodologias de Gestão Relevantes para o Desenvolvimento do Trabalho**

Determinadas Metodologias de Gestão, não ligadas necessariamente à área de Produção, abordam o assunto Integração de Decisões, possibilitando que se extraia, das mesmas, aspectos que contribuem para o desenvolvimento do tema do trabalho. Tais metodologias são apresentadas, criticadas e delas se destacaram os aspectos mencionados.

**- Capítulo 5 - Sistemas Físicos e de Gestão das Operações,  
Funções de Gestão das Operações e Dimensões para  
Integração**

Este capítulo traz os conceitos-chave do trabalho. Fundamentalmente, são definidos os termos Sistema Físico de Operações, Sistema de Gestão das Operações e as suas inter-relações. A seguir, o Sistema de Gestão das Operações é visto de forma mais detalhada através da conceituação das Funções de Gestão das Operações. A partir deste último conceito e das dimensões Hierarquia de Decisões, Sistema Físico, Ambiente e Tempo são definidas as quatro formas de integração que, juntamente com as Funções de Gestão das Operações, constituem o foco principal do trabalho - o MIDO.

**- Capítulo 6 - Integração entre Níveis de Decisão**

Este é o primeiro de um conjunto de cinco capítulos sobre Integração. Aqui é tratada a Integração entre Níveis de Decisão, de forma a se ter uma Hierarquia de Decisões. Inicia-se o capítulo pela discussão de Objetivos e Nível de Serviço do Sistema de Operações. A partir disso, o assunto evolui para a definição de uma Estratégia de Operações, que permita atingir os Objetivos e atender o Nível de Serviço. Na seqüência, é visto como internalizar a Estratégia de Operações. A síntese dessa internalização se dá através da

Formulação e Resolução de um Problema de Otimização que enfoca uma operação por vez, segundo todos os níveis da Hierarquia de Decisões. Até aqui, é discutida a função de Planejamento das Operações. A parte final do capítulo se destina à discussão da função de Controle da Operações.

### **- Capítulo 7 - Integração Física**

A atenção, nesta parte do trabalho, é voltada para um adequado tratamento de todos os componentes do Sistema Físico de Operações (operações propriamente ditas, recursos produtivos, fluxos intermediários, produtos e outras saídas), incluindo as interfaces com o Ambiente. Assim como no capítulo anterior, a coordenação das decisões sobre o Sistema Físico é feita através da Formulação e Resolução de um Problema de Otimização, considerado um determinado nível da Hierarquia de Decisões.

### **- Capítulo 8 - Integração Ambiental**

Este assunto é tratado, inicialmente, através de uma classificação dos Subsistemas que podem fazer parte do Ambiente de um Sistema de Operações. Essa classificação é, a seguir, sintetizada, utilizando-se como critério para agrupamento de subsistemas a forma de tratamento dos mesmos.

Dois assuntos adicionais referentes ao Ambiente são tratados no texto: Integrações Externa e Interna - conceitos aplicáveis tanto ao Sistema de Operações como aos Componentes do Ambiente, e Mapas de Conhecimento sobre o Ambiente. Tais assuntos estão bastante interligados e se voltam para um adequado tratamento do Ambiente pelo Sistema de Operações. De importância particular, são discutidas as Alianças Estratégicas e as Redes de Suprimento - formas de ampliar as fronteiras do sistema em estudo para obter vantagens competitivas e para atender as necessidades dos clientes finais, respectivamente.

#### **- Capítulo 9 - Integração Temporal**

Neste capítulo é analisada a quarta forma de integração - a integração temporal. São discutidos os aspectos dinâmicos das funções de decisão, das formas de integração e do sistema físico de operações. O primeiro assunto discutido é a consideração de Horizontes de Planejamento, de Períodos de Revisão das Decisões e de "Lead-Times" envolvidos em Decisões. A seguir, três categorias de integração temporal são definidas, conforme o tipo de mudança necessária para que o Sistema de Operações atinja seus objetivos: Trajetória Tendencial, Trajetória com Adaptação e Trajetória com "Break-Through". É ainda discutido neste capítulo um assunto



importante para a efetivação das mudanças do Sistema de Operações: as estruturas de apoio às mudanças.

#### **- Capítulo 10 - Integração Total**

O objetivo deste capítulo é a análise conjunta das quatro formas de integração. Após uma discussão abrangente das formas de integração, o capítulo é finalizado com a conceituação da Adequação Integracional, aspecto fundamental no Projeto e no Aperfeiçoamento de Sistemas de Gestão das Operações.

#### **- Capítulo 11 - Projeto e Aperfeiçoamento da Integração de Funções de Gestão da Produção**

Após o estudo completo do MIDO, este capítulo se propõe a estudar mecanismos para se alcançar a integração de funções de gestão da produção, tanto para um sistema de operações em fase de projeto como para um já em funcionamento. Tanto a visão sistêmica como a organizacional são consideradas.

#### **- Capítulo 12 - Considerações Finais e Desdobramentos do Trabalho**

Neste último capítulo é reexaminada, de forma sintética, a questão da Integração de Decisões, buscando-se mostrar a sua importância para a Competitividade do Sistema de Produção. São também, neste capítulo, listados alguns possíveis desdobramentos do trabalho.

## 2. A ORIGEM DO TEMA DO TRABALHO

Neste capítulo são apresentados os motivos que levaram ao desenvolvimento do trabalho. Um primeiro motivo está ligado à literatura sobre Administração e Engenharia de Produção. O segundo motivo provém da constatação de demandas, ou pressões, atualmente colocadas sobre os sistemas produtivos das empresas.

No que se refere à literatura sobre Administração e Engenharia de Produção, serão feitos comentários quanto às metodologias que buscam resolver problemas específicos daquelas áreas e, em seguida, quanto às metodologias globais de gestão da produção, que, supostamente, permitem a tomada de decisões de forma integrada com relação ao sistema de produção.

A literatura de gestão da produção é farta no que se refere às metodologias que buscam resolver problemas específicos, tais como os de Arranjo Físico, Projeto de Métodos, Dimensionamento de Estoques, etc. [ver, por exemplo, Buffa e Sarin (1987) e Hill (1991)]. As metodologias referentes a tais problemas admitem uma série de dados de entrada para poderem ser utilizadas. A partir disto, tais metodologias permitem resolver os problemas a que se propõem. Por exemplo, no estudo do Arranjo Físico consideram-se como dados<sup>(1)</sup>: 1- Todas as atividades realizadas na empresa; 2- Uma previsão de vendas por produto; 3- O processo produtivo, aí incluindo os recursos utilizados; 4- A disponibilidade de espaço; 5- Considerações de modificações (p.ex., processos de movimentação, instalações de armazenagem, condições do terreno e

---

(1) Extraído de Muther (1976).

vizinhanças) e 6- Limitações práticas (p.ex., recursos disponíveis para investimento, restrições quanto à disposição de resíduos industriais, restrições de instalar a fábrica em prédio já existente). Os seis itens, quando considerados em conjunto, podem resultar numa situação onde se tem soluções viáveis (atendem aos seis itens) ou não. No primeiro caso, o problema de Arranjo Físico poderá ser resolvido independentemente de quaisquer outras questões do sistema de produção; no segundo caso sua solução deverá ser obtida em conjunto com outras.

De acordo com o exposto, o primeiro caso é aquele no qual a literatura existente se aplica diretamente. O segundo caso não permitirá aplicação direta do conteúdo da literatura pois envolve um problema mais amplo que o de Arranjo Físico. Cabe ainda um comentário com relação ao primeiro caso: a solução obtida para o Arranjo Físico possivelmente não é a mais adequada para o sistema de produção. Na prática, entretanto, não é comum se ver a ampliação da área de um problema para se conseguir soluções mais adequadas para o sistema. Isto acaba resultando em algum tipo de perda que raramente é avaliada.

O que ocorreu no exemplo descrito não é exclusividade do mesmo, mas é um fato muito comum nas empresas, e não só na produção. Na realidade, o tratamento dado aos problemas de empresas, inclusive os de produção, consiste no ataque a áreas. As áreas, conforme vistas nas empresas, tem as seguintes características: 1- Enquadram-se num dos possíveis **pontos de vista** ou **assuntos**, ou ainda **cortes**, para usar um termo mais conhecido, que se quer focalizar para fins de estudo/tomada de decisões; 2- O

**posicionamento da área** dentro do corte se dá segmentando o mesmo segundo os níveis hierárquicos que se quer abranger e a parcela (setores, operações, etc.) da empresa considerada. Exemplificando, o corte pode se referir ao arranjo físico e o posicionamento pode ser definido como sendo a expansão do setor de usinagem. Ter-se-ia, então, uma área definida que é: arranjo físico para atender a expansão do setor de usinagem.

Em princípio, não há nada de incorreto com a definição de áreas, mas, certas críticas ligadas aos métodos construídos e utilizados para tratá-las devem ser feitas: 1- Quando da solução de determinado problema de produção não se deveria abordar assuntos relativos a mais que um corte? Por exemplo, é provável que em certas situações devamos estudar o problema de Arranjo Físico simultaneamente ao problema de Planejamento da Produção; 2- É freqüente, na prática, se procurar um posicionamento da área do problema a mais restrita possível levantando-se questões de natureza econômica e computacional, o que nem sempre justifica a postura adotada; 3- Definidos os cortes de interesse para o problema, ainda assim é necessário que sejam consideradas certas interfaces, tanto em termos dos cortes, como em termos do posicionamento da área, o que nem sempre é feito.

Resumidamente, a definição adequada de um problema de produção requer:

- a realização dos **cortes adequados**
- o **posicionamento da área** dentro dos cortes
- a consideração de **interfaces**

Retornando à literatura de gestão da produção, procurou-se identificar, na mesma, os trabalhos que se preocuparam em fornecer metodologias para a obtenção de soluções globais para o sistema de produção. Um interessante trabalho acerca do assunto é o de Persson (1976) que identificou três principais enfoques na administração da produção: (a) **Da Teoria da Decisão**; (b) **Sistêmico** e (c) **Contingencial**. O enfoque da Teoria da Decisão, baseado principalmente nas técnicas da Pesquisa Operacional, tem sido desenvolvido através da criação de instrumental que permita, ao tomador de decisões, a escolha racional das decisões. Em princípio, a Teoria da Decisão teria um grande mérito se o seu desenvolvimento considerasse as necessidades de solução de problemas dos tomadores de decisões, bem como as distintas características dos sistemas produtivos aos quais os problemas se referem, o que, em geral, não ocorre. Além disso, uma crítica importante às ferramentas da Teoria da Decisão, é a não consideração do elemento humano nos sistemas produtivos. Tais críticas, feitas em 1976, continuam válidas e podem ser ainda ampliadas. Ackoff (1987), além de repetir, em essência, o que foi dito por Persson (1976), foi além e mencionou a perda de importância do objeto da Pesquisa Operacional, face às diferentes necessidades das empresas, principalmente a partir dos anos 80 (produtividade maior, qualidade do produto, flexibilidade organizacional, etc). O enfoque de Sistemas traz uma série de contribuições de interesse para a área de Produção, tais como a visão ampla na solução de problemas, ao invés de visão restrita, o conceito de subotimização, a consideração de interdependências e a idéia de hierarquia que, segundo Persson (1976), não estava ainda suficientemente desenvolvida na área de

administração da Produção.<sup>(1)</sup> Embora algumas metodologias baseadas no enfoque sistêmico (Qualidade Total e Estratégia da Manufatura) tenham se desenvolvido mais intensamente após o trabalho de Persson, há ainda vários aspectos não suficientemente estudados, onde podem ser incluídos os de interdependências e integração, hierarquização (aplicável a outros problemas que não só os de Planejamento e Programação da Produção, área onde predominam os trabalhos de hierarquização), análise e integração com o ambiente, etc. Há, ainda, que se considerar (Persson, 1976) que, como no enfoque da Teoria da Decisão, as idéias e conceitos sistêmicos ainda não reconhecem o particular sistema de produção com o qual estão tratando e, além disso, tem dificuldades de incluir, nas suas análises, a consideração do elemento humano.<sup>(2)</sup> Finalmente, "o enfoque Contingencial é caracterizado pela hipótese básica de que há algumas contingências importantes determinando a relevância de diferentes problemas e, portanto, determinando a estrutura dos problemas numa dada situação" (Persson, 1976, pp.20-21). É interessante notar que, por exemplo, o desenvolvimento da área de Estratégias da Manufatura utiliza conceitos sistêmicos e, ao mesmo tempo, o enfoque contingencial (a chamada configuração das operações depende de duas contingências denominadas de estratégia competitiva e matriz produto/processo). Persson (1976) expressa seu parecer de que o enfoque contingencial pode

---

(1) Um maior desenvolvimento da hierarquização de sistemas de produção se deu a partir de 1975 com os trabalhos referentes à área de Planejamento e de Programação da Produção. [ver, a respeito, Hax e Candea (1984, p.394)]

(2) Há alguns trabalhos sobre sistemas (não necessariamente de produção) que consideram estes dois aspectos mais profundamente [por exemplo, Checkland (1981) e Checkland e Scholes (1990)].

trazer contribuições significativas à administração da produção e que o enfoque sistêmico também apresenta bom potencial, embora não nas mesmas dimensões do anterior.

Com relação ao trabalho de Persson (1976), incluindo as atualizações já mencionadas, as críticas nele contidas aos diferentes enfoques continuam até hoje válidas. Com relação à sua conclusão final podem ser acrescentadas as seguintes: 1- O enfoque sistêmico, com bom potencial em dimensões diferentes das do enfoque contingencial, pode ser complementar a este último; 2- O enfoque da Teoria da Decisão pode ser utilizado de forma "customizada" e, dado o seu estágio de desenvolvimento atual, mais localizadamente, para apoiar a solução de problemas de maior porte, como parte do trabalho realizado pelo elemento humano; 3- A participação do elemento humano no sistema de produção não pode ser desconsiderada pois, afinal de contas, as competências do sistema e a sua capacidade de aprender e melhorar estão concentradas no mesmo.

Além dessa análise há, como já mencionado, pressões competitivas atuais colocadas sobre os sistemas produtivos das empresas que exigem dos mesmos certas respostas que dependem do sistema físico de produção e do seu sistema de gestão. Algumas dessas pressões são as seguintes<sup>(1)</sup>: globalização de atividades, volatilidade dos mercados, compressão do "time-to-market", maior proximidade e atendimento das necessidades dos clientes e custos reduzidos. De acordo com Rockart e Short (1989), "...a habilidade da empresa em continuamente aperfeiçoar a efetividade

(1) Lista baseada em Rockart e Short (1989).

da administração da interdependência é o elemento crítico para responder a forças competitivas novas e que exercem pressão". Drucker (1990), discutindo a fábrica do futuro, menciona: "uma boa parte das informações na fábrica fluirão lateralmente e através das divisões departamentais, e não verticalmente. A fábrica de 1999 será uma rede de informações."

Após as considerações anteriores deve-se acrescentar uma 4ª conclusão ao trabalho de Person (1976) que é a seguinte: 4- Ainda não existe uma metodologia global de gestão que permita integrar as decisões tomadas com relação ao sistema de produção, sendo que uma metodologia deste tipo é de grande relevância para as empresas enfrentarem as novas pressões competitivas.

A partir dos argumentos apresentados, evidenciou-se a idéia de realizar o presente trabalho que busca contribuir para a construção da metodologia mencionada.



### 3. METODOLOGIAS GLOBAIS DE GESTÃO DA PRODUÇÃO - ESTADO-DA-ARTE, AVALIAÇÃO CRÍTICA E POSICIONAMENTO DO TRABALHO

A finalidade deste capítulo é a apresentação e a crítica do que foi chamado, no capítulo 2, de Metodologias Globais de Gestão da Produção. Tais metodologias deveriam, em princípio, visualizar o sistema de produção como um todo e permitir a tomada de decisão integrada com relação ao mesmo. Como foi visto no capítulo 2, tais metodologias, de fato, não existem; no entanto, há algumas que ou por motivos históricos ou por realmente terem acrescentado algum novo conceito ou técnica merecem ser observadas com maior detalhe. Ao final do capítulo é feita uma comparação entre o conjunto de metodologias apresentadas e o trabalho realizado.

Para o fim de descrever a literatura, serão focalizadas as interdependências consideradas pelas metodologias analisadas. São quatro as categorias de interdependências consideradas: 1- Internas ao Sistema Físico; 2- Internas à Hierarquia de Decisões; 3- Com o Ambiente; 4- Ao longo do Tempo.

No Quadro 3.1 estão caracterizadas as metodologias globais para a Gestão de Sistemas de Produção, bem como são apreciadas as interdependências consideradas pelas mesmas.

São as seguintes as classes de metodologias apresentadas no Quadro 3.1:

A - Modelos de Otimização

B - Modelos de Empresas

- C - Modelos de Desagregação
- D - Modelos Sistêmicos
- E - Qualidade Total (TQC)
- F - Estratégias Competitivas para as Operações

A seguir são definidas as colunas do Quadro 3.1:

- Escopo: diz respeito ao corte realizado e ao posicionamento no corte (área)
- Objetivo: finalidade da aplicação da metodologia
- Tipo: categoria de modelo/metodologia
- Interdependências consideradas: as quatro já definidas anteriormente
- Referências bibliográficas: algumas referências relevantes para cada classe de metodologias
- Comentários adicionais: alguma caracterização da metodologia, não constante dos itens anteriores.

| CLASSE E DENOMINAÇÃO                            | CARACTERÍSTICAS   |   |  | INTERDEPENDÊNCIAS CONSIDERADAS  |   |  |  | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS  | COMENTÁRIOS ADICIONAIS  |
|---|---|---|--|---|---|--|--|---|---|
|   | ESCOPO  | OBJETIVO  | TIPO   | SISTEMA FÍSICO  | HIERARQUIA DE DECISÕES  | AMBIENTE <sup>(1)</sup>  | TEMPO  |   |   |
| A<br>MODELOS DE OTIMIZAÇÃO                      | DECISÕES DA PRODUÇÃO, EM GERAL, POR ASSUNTO: PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO, LOCALIZAÇÃO DE FÁBRICAS, ETC.                                  | EM GERAL, BUSCA-SE OTIMIZAR UM CRITÉRIO ECONÔMICO SUJEITO A RESTRIÇÕES TÉCNICAS DE MERCADO, FINANÇAS, ETC.  | MODELOS MATEMÁTICOS                                  | DEPENDENDO DO MODELO PODE CONTER MAIOR OU MENOR NÍVEL DE DETALHE DO SISTEMA FÍSICO  | EM GERAL, NÃO APENAS UM NÍVEL, NOS MODELOS DE DECOMPOSIÇÃO PODE HAVER MAIS DE UM  | EM GERAL, CONSIDERADO ATRAVÉS DE RESTRIÇÕES E DE VARIÁVEIS ALEATORIAS, DECISÕES NÃO CONSIDERADAS NO MODELO SÃO TRATADAS COMO RESTRIÇÕES  | DEPENDENDO DO PROBLEMA O ASPECTO TEMPO PODEM SER LEVADO EM CONTA OU NÃO  | - HAX E CANDEA (1984)<br>- JOHNSON E MONTGOMERY (1974)<br>- ALCALAY E BUFFA (1966)<br>- BARROSO E ELLENRIEDER (1971)<br>- LASDON (1970)   |   |
| B<br>MODELOS DE EMPRESAS                        | DECISÕES, EM GERAL, E DE PRODUÇÃO, EM PARTICULAR, EMBORA POSSA TRATAR MAIS DO QUE UM ASSUNTO AO MESMO TEMPO, EM GERAL ABORDA UM ÚNICO | SIMULAR ALTERNATIVAS DE IMPLANTAÇÃO E/OU DE OPERAÇÃO DE EMPRESAS (OU SISTEMAS DE PRODUÇÃO) AVALIANDO TAIS ALTERNATIVAS SEGUNDO CERTOS INDICADORES | MODELOS DE SIMULAÇÃO                                 | DEPENDENDO DO MODELO PODE CONTER MAIOR OU MENOR NÍVEL DE DETALHE DO SISTEMA FÍSICO  | PODEM SER INCLUIDOS TANTOS NÍVEIS QUANTOS FOREM NECESSÁRIOS   | EM GERAL, CONSIDERADO ATRAVÉS DE RESTRIÇÕES E DE VARIÁVEIS ALEATORIAS, DECISÕES NÃO CONSIDERADAS NO MODELO SÃO TRATADAS COMO RESTRIÇÕES  | EM GERAL, OS MODELOS CONSTRUÍDOS SÃO DE CURTO PRAZO  | - REISMAN E BUFFA (1966)<br>- FORRESTER (1961)<br>- FORRESTER (1973)<br>- BOYD (1966)<br>- MAYLOR (1979)  |   |
| C<br>MODELOS DE DESAGREGAÇÃO                    | PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO  | MINIMIZAÇÃO DE CUSTOS DE PRODUÇÃO   | MODELOS MATEMÁTICOS                                  | VISÃO DO SISTEMA FÍSICO EM GRANDES FASES, P.EX. MANUFATURA E MONTAGEM   | CONSIDERADOS NÍVEIS DE DECISÃO PARA PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO, PODENDO EXISTIR MAIOR NÚMERO DE NÍVEIS DE DECISÃO | CONSIDERADOS COMO DADOS (PRINCIPAIS): DECISÕES DE CAPACIDADE, EQUIPAMENTOS, LOCALIZAÇÃO E DEMANDA A SER ATENDIDA   | OS MODELOS SÃO DINÂMICOS   | - MEAL (1984)<br>- HAX E CANDEA (1984)<br>- SILVER E PETERSON (1985)<br>- KRAJEMSKI E RITZMAN (1979)  | - O PROBLEMA DO PLANEJAMENTO E DA PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO É O MAIS DISCUTIDO NA LITERATURA SOBRE DESAGREGAÇÃO, MAS NA ÁREA DE PRODUÇÃO, OUTROS PROBLEMAS TAMBÉM SÃO TRATADOS ATRAVÉS DE DESAGREGAÇÃO, COMO O ARRANJO FÍSICO (MUTHER, 1976) E A LOCALIZAÇÃO DA FÁBRICA (LEME, 1965)<br>- UMA CONHECIDA TÉCNICA, DE SIMULAÇÃO DETERMINÍSTICA, QUE AUXILIA NOS PROBLEMAS DE DESAGREGAÇÃO, É O MRP-II (PLANEJAMENTO DOS RECURSOS DA MANUFATURA) (VER, P.EX., TERSINE (1988))<br>HAX E CANDEA (1984) E SILVER E PETERSON (1985)          |
| D<br>MODELOS SISTÊMICOS                         | DESCRIÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO   | APRESENTAR AS FUNÇÕES EXECUTADAS NO SISTEMA DE PRODUÇÃO, MOSTRANDO SUAS INTER-RELAÇÕES  | MODELOS GRÁFICOS                                     | PODE SER DESCRITO AGREGADAMENTE, BEM COMO ATÉ O NÍVEL DE DETALHE DESEJADO   | A HIERARQUIA DE DECISÕES PODE SER VISTA AGREGADAMENTE, BEM COMO ATÉ O NÍVEL DE DETALHE DESEJADO                               | O AMBIENTE É EXPLICITADO, BEM COMO O É O CORTE RELEVANTE NO SISTEMA DA PRODUÇÃO (PONTO DE VISTA  | NÃO É EXPLICITADO  | - COLQUHOUN E BAINES (1991)<br>- BUCHEL ET ALII (1984)  |   |
| E<br>QUALIDADE TOTAL (TQC)                      | QUALIDADE SENDO ENFOCADOS TANTO OS CLIENTES EXTERNOS DA EMPRESA COMO OS CLIENTES INTERNOS DA MESMA                                    | ATENDIMENTO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES, SEJAM ELLES EXTERNOS OU INTERNOS   | MODELOS CONCEITUAIS, DE PROCEDIMENTOS E ESTADÍSTICOS | VISÃO GÊNICA DO SISTEMA FÍSICO, OU SEJA, CONSIDERA A EXISTÊNCIA DE SETORES (UNIDADES ORGANIZACIONAIS) INTERLIGADOS NUMA BASE CLIENTE/FORNECEDOR                             | CONSIDERADA GÊNICAMENTE   | SÃO CONSIDERADOS OS CLIENTES, OS FORNECEDORES E OS COMPETIDORES DA EMPRESA.<br><br>OUTRAS DECISÕES NÃO REFERENTES À QUALIDADE PERMANECEM CONGELADAS  | A IDEIA DE APERFEIÇOAMENTO CONTÍNUO É CONSIDERADA  | - DEMING (1982)<br>- JURAN (1990)<br>- FEIGENBAUM (1983)<br>- ISHIKAWA (1985)<br>- CROSBY (1984)  | - A IDEIA DA QUALIDADE TOTAL VARIA UM POUQUINHO ENTRE OS DIVERSOS AUTORES, MAS NA FORMA DE OBTÊ-LA DO QUE NOS RESULTADOS VISADOS.<br>- FERRAMENTAS COMO "JUST-IN-TIME" E DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE, TEM SIDO CONSIDERADAS COMO PARTE DA QUALIDADE TOTAL.<br>- SOBRE JIT, VER, P.EX., TERSINE (1988), KARMARKAR (1989), VOLLMANN ET ALII (1988) E SIMELL (1990). SOBRE O DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE, VER, P.EX., HAUSER E CLAUSING (1988), SULLIVAN (1986) E FORTUNA (1990). SOBRE INTEGRAÇÃO FÍSICA, VER ROKI (1990) |
| F<br>ESTRATÉGIAS COMPETITIVAS PARA AS OPERAÇÕES | DESENVOLVIMENTO DE ESTRATÉGIAS COMPETITIVAS PARA AS OPERAÇÕES   | OBTENÇÃO DE CERTA PROPORÇÃO DE UM DADO MERCADO E Atingir os objetivos de SOBREVIVÊNCIA, CRESCIMENTO, ETC.   | MODELOS CONCEITUAIS E DE PROCEDIMENTOS               | VISTO GLOBALMENTE NA MAIORIA DOS CASOS, EM ALGUNS TRABALHOS (P.EX., CLARK ET ALII (1988) E FINE E HAX (1985)) SÃO VISTAS ALGUMAS CARACTERÍSTICAS INTERNAS DO SISTEMA FÍSICO | CONSIDERADA APENAS A NÍVEL ESTRATÉGICO  | COMPOSTO PELOS CLIENTES POTENCIAIS E PELA CONDIÇÃO DE MODIFICAÇÃO PELA AÇÃO DA EMPRESA ANALISADA. EM ALGUNS CASOS SÃO CONSIDERADOS OS FORNECEDORES (P.EX., KANTER (1990) E CLARK ET ALII (1988)) | E CONSIDERADO UM HORIZONTE ADEQUADO AO TIPO DE DECISÃO, EM VÁRIOS DOS TRABALHOS, A IDEIA DO APERFEIÇOAMENTO CONTÍNUO ESTÁ PRESENTE | - CHASE E GARVIN (1989)<br>- FINE E HAX (1985)<br>- CLARK ET ALII (1988)<br>- KANTER (1990)<br>- SKINNER (1978)<br>- STALK (1988)<br>- ZACCARELLI ET ALII (1980)<br>- RICHARDSON E GORDON (1980)<br>- BOLWIJN E KUMPE (1990)<br>- PRAHALAD E HAMEL (1990) | - AS REFERÊNCIAS CITADAS NO ITEM "SISTEMA FÍSICO" TAMBÉM APRESENTAM CERTOS ASPECTOS DO SISTEMA DE GESTÃO, MAS TAMBÉM DE FORMA GLOBAL<br>- UMA DAS POSSIBILIDADES DE AÇÃO SOBRE O MEIO É A FORMAÇÃO DE ALIANÇAS ESTRATÉGICAS (P.EX., KANTER (1990) E ZACCARELLI (1988)).   |

QUADRO 3.1. - METODOLOGIAS DE GESTÃO DA PRODUÇÃO - CONSIDERAÇÃO DE INTERDEPENDÊNCIAS

(1) Considera-se aqui, que o Ambiente diz respeito aos itens que são dados para a decisão a ser tomada, podendo ser incluídos tanto os aspectos externos ao sistema de produto (p.ex. fornecedores) como internos (p.ex. a capacidade de produção). A fixação do Ambiente depende das fronteiras definidas para o problema a resolver.

De acordo com as categorias de Persson (1976), as classes A- Modelos de Otimização, B- Modelos de Empresas e C- Modelos de Desagregação, pertencem à categoria da Teoria da Decisão, as classes D- Modelos Sistêmicos e E- Qualidade Total, pertencem à categoria de Sistemas, e a classe de Estratégias Competitivas para as Operações pertence tanto à categoria de Sistemas como à categoria Contingencial. "

A seguir são feitos alguns comentários sobre as classes de Metodologias do Quadro 3.1, adicionais àqueles já feitos no capítulo 2.

**A- Modelos de Otimização** - Os Modelos de Otimização, em geral, voltam-se para assuntos específicos (p. ex. planejamento da produção, seleção de investimentos, etc.), isto é, para certos cortes realizados no sistema de produção, o que pode deixar de lado aspectos relevantes do mesmo. Mesmo com modernos computadores, muitos dos modelos de otimização tem apenas soluções aproximadas pois são do tipo "explosivo". O modelo de Alcalay e Buffa (1966), dito "uma proposta para um modelo geral de um sistema de produção", foi realmente um marco na área e deu origem a uma profusão de modelos de sistemas de produção, alguns bem mais sofisticados (ver, por exemplo, Hax e Candea (1984) e Johnson e Montgomery (1974)). Um certo tipo de modelos de otimização - chamados de Decomposição, permite passar de um problema de alocação de recursos de grande porte, para um conjunto de problemas de porte menor, cuja solução é a mesma do problema maior. Isto pode ser feito para uma certa estrutura do problema de maior

porte (ver, a respeito, Barroso e Ellenrieder (1971) e Lasdon (1970)). O Modelo de Decomposição auxilia no tratamento de problemas de grande porte, mas continua tendo as mesmas dificuldades que os outros modelos de otimização.

**B- Modelos de Empresas** - Modelos de Empresas são modelos de simulação em computador que "ênfatizam avaliações econômicas globais de principal interesse aos níveis superiores da administração" (Boyd, 1966). Os Modelos de Empresas tem, segundo Boyd (1966), duas vantagens com relação aos Modelos de Otimização: 1- Os Modelos de Otimização apenas podem ser aplicados a situações para as quais há uma "teoria geral" que pode ser expressa em termos matemáticos precisos ou para as quais hipóteses muito restritivas como linearidade ou equilíbrio possam ser aceitas. A maioria dos problemas de administração não se enquadram nestas condições; 2- Os Modelos de Otimização empregam Matemática em alto nível de abstração, o que não é de compreensão para os administradores, criando uma distância considerável entre o usuário e o modelo. Os Modelos de Empresas têm ainda a vantagem de serem facilmente expandíveis. Particularmente em sistemas de produção, um trabalho pioneiro é o de Forrester (1961), posteriormente generalizado para sistemas quaisquer (Forrester, 1973). Reisman e Buffa (1966) apresentaram "um modelo geral para sistemas de produção e de operações", modelo este de simulação, e o classificaram como mais geral que o de Forrester (1961); entretanto, o modelo tinha limitações sérias para poder ser utilizado: 1- Não havia programa de computador para o mesmo; 2- Utilizava conceitos

da área de eletricidade na construção do modelo, sendo que tais conceitos eram de transposição complicada para a área de produção. Na classe de Modelos de Empresas um dos mais conhecidos autores é Thomas H. Naylor. Num dos seus trabalhos sobre o assunto Naylor (1979), é apresentada a metodologia para a construção de partes dos mesmos (planejamento financeiro, projeções de mercado, planejamento da produção, etc.). Com relação especificamente à área de Produção, Naylor (1979) fez vários comentários, a seguir sumarizados: 1- Poucas empresas desenvolveram modelos de planejamento da produção que foram integrados aos modelos de planejamento de empresas. A maioria dos modelos de planejamento da produção que foram desenvolvidos são independentes de modelos financeiros e de "marketing". 2- A maioria dos modelos de planejamento da produção são instrumentos de planejamento operacional, de curto prazo; 3- A partir da década de 70, devido à crise do petróleo, falta de vários insumos e aumento nos preços de insumos de forma acelerada, era de se esperar que as firmas dessem maior prioridade a modelos de planejamento da produção. Entretanto, há sérias dificuldades em ligar um modelo de longo prazo com um de curto prazo já existente; 4- Finalmente, os modelos de planejamento da produção tendem a ser bem mais complexos do que os modelos financeiros e os de "marketing". Desta forma, os Modelos de Empresas voltados para a área de Produção continuam sendo de curto prazo e utilizados de forma limitada.

C- **Modelos de Desagregação** - Tais Modelos, embora possam ser utilizados em outras áreas da Produção, foram bem mais desenvolvidos para o Planejamento e a Programação da Produção. Os comentários a seguir baseiam-se em Meal (1984) acerca da desagregação de problemas de Planejamento e Programação da Produção.

Segundo Meal (1984, p. 108), apenas dois níveis da hierarquia de planejamento estão registrados na Figura 3.1: o planejamento da produção agregada de cada unidade (de montagem e de fabricação) e a programação detalhada de fabricação de componentes e de unidades de montagem. A hipótese, segundo Meal (1984, p.108), é que o tamanho da planta, sua localização e decisões de equipamento já foram tomadas e restringem as escolhas. A alocação da produção entre as plantas com capacidade similar ou intercambiável também já foi decidida. Vale a pena notar que quando da decisão de capacidade de produção raramente se procura verificar sua viabilidade em termos de plano de produção.

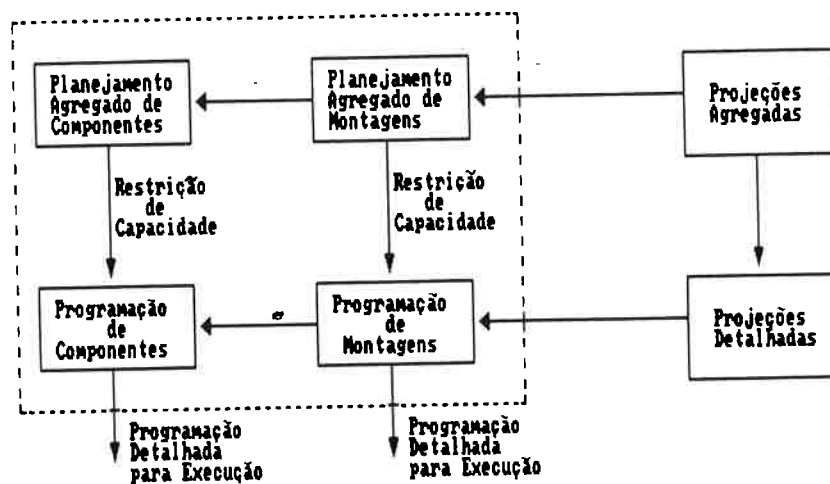
O Planejamento Hierárquico é, em geral, aplicado a situações em que o número de produtos, peças e componentes é grande. O sistema físico é visto em grandes fases (p.ex. manufatura e montagem) e é dada a capacidade de produção, além de considerar "congeladas" outras decisões. Harlan C. Meal, considerado um dos criadores da metodologia, sugere em Meal (1984, p.110), que as decisões fornecidas pela metodologia de Planejamento Hierárquico da Produção constituem a informação de entrada para uma desagregação adicional obtida

pelas metodologias de MRP<sup>(1)</sup> ou JIT. Afirma ainda que sem aquelas decisões para prover o contexto para a desagregação, nenhum dos dois enfoques é efetivo. Na realidade, Meal (1984) está sugerindo que se deve ter ao menos mais um nível na hierarquia de decisões de Planejamento e Programação da Produção. Os Modelos de Desagregação foram bastante estudados a partir de 1975 e um grande número de trabalhos trata do assunto [ver, por exemplo, Hax e Candea (1984), Silver e Peterson (1985) e Ritzman et alii (1979)]. Um dos objetivos pretendidos com os Modelos de Desagregação era reduzir o porte dos problemas, ainda obtendo uma boa solução para os mesmos, e, a partir disso, reduzir as necessidades computacionais para obter a solução. Mesmo assim, muitos dos modelos construídos levavam a situações computacionalmente inviáveis. Os Modelos de Desagregação tem, evidentemente, utilidade, podendo auxiliar em diversas situações em que os Modelos de Otimização fracassam mas, ainda assim, tem problemas relacionados com porte. Outro aspecto é que tratam, em sua grande maioria, de problemas de Planejamento e Programação da Produção, não abordando outros cortes relevantes do sistema de produção.

---

(1) Meal está se referindo à primeira versão de MRP, ou seja, ao Material Requirements Planning. A versão mais atual da técnica é o MRP-II (Manufacturing Resources Planning)





Fonte: Adaptado de Meal (1984, p. 109)

**FIGURA 3.1. - PLANEJAMENTO E PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO -  
ESQUEMA HIERÁRQUICO**

**D- Modelos Sistêmicos** - Nesta categoria estão incluídas algumas metodologias que são baseadas na Teoria dos Sistemas mas que, até então, apenas auxiliam na descrição dos sistemas de produção. Dentre as metodologias merece destaque a de denominação IDEFO (I-CAM Definition Methodology - Integrated Computer Aided Manufacturing Definition Methodology) que tem sido empregada na descrição de sistemas de produção complexos e em vários níveis de desagregação (ver, por exemplo, Colquhoun e Baines (1991) e Buchel et alii (1984)). Outras metodologias, que cumprem a mesma função da anterior embora pareçam estar menos desenvolvidas, são apresentadas por Buchel et alii (1984). Todas as metodologias desta classe tem uma lacuna em comum que é a de

não estarem adequadas, ainda, para o processo de tomada de decisão.

E- **Qualidade Total (TQC<sup>(1)</sup>)**: a idéia do TQC é a de que existem clientes internos e externos à empresa, sendo estes últimos os interessados na obtenção dos produtos da empresa através dos quais suas necessidades deverão ser atendidas. Segundo Ishikawa (1985, p.90) o conceito de "Total Quality Control" - TQC foi criado por Armand Y. Feigenbaum na década de 50. É interessante apresentar a definição de TQC exposta por Feigenbaum: "É um sistema efetivo para integrar os esforços de desenvolvimento, manutenção e melhoria da qualidade, dos vários grupos na organização, de forma a possibilitar a produção e a assistência técnica nos níveis mais econômicos os quais conduzirão à plena satisfação do consumidor" (Ishikawa, 1985, p.90). Conforme o próprio Ishikawa (1985, p.90), a idéia de Feigenbaum<sup>(2)</sup> sobre TQC era a de que tal sistema seria conduzido por especialistas em Controle da Qualidade, posição contrária à adotada por Ishikawa, segundo o qual todos os setores e empregados da empresa deveriam se envolver no estudo e execução das atividades de Controle da Qualidade. Embora com a limitação apontada, a idéia de sistema, de integração, de produtividade e de nível de serviço já estavam presentes na definição de Feigenbaum. Posteriormente, Feigenbaum (1983) explicitamente mencionou o necessário envolvimento de todos os empregados da empresa para o sucesso de programas de qualidade total.

---

(1) TQC - abreviatura de Total Quality Control.

(2) A citação de Ishikawa (1985) está baseada na 2ª edição do livro de Feigenbaum, datada de 1961.

É também explícita em Feigenbaum (1983) a idéia de uso do enfoque sistêmico no TQC. Feigenbaum (1983, p.79) se refere ao sistema de qualidade total da empresa como o "fundamento para o TQC, provendo os canais apropriados através dos quais devem ocorrer os fluxos das atividades essenciais relativas à qualidade do produto".

A idéia de aplicação do enfoque sistêmico no TQC não é exclusiva de Feigenbaum, sendo também válida no caso dos outros grandes expoentes da Qualidade citados no Quadro 3.1 (Deming, Juran, Ishikawa e Crosby). Entretanto, pelo pioneirismo e pela explicitação, a citação de Feigenbaum merece destaque.

Da forma como foi colocada a definição de TQC, o uso do enfoque sistêmico e o envolvimento de todos os empregados da empresa levam à seguinte conclusão: uma vez desenvolvida a metodologia da Qualidade Total, ela deveria conter o que se pretende para o presente trabalho. Isto ocorreria, pois aqui só se está tratando das funções de decisão sobre a produção e não sobre a empresa toda (p.ex. a parte administrativa não está sendo contemplada, enquanto que na Qualidade Total estaria). Embora a idéia do TQC e a visão sistêmica associada estejam corretas, o instrumental para se conseguir a Qualidade Total não permite operacionalizá-las completamente. Para exemplificar, a satisfação do consumidor é considerada apenas do ponto de vista da qualidade do produto, não o sendo os aspectos de disponibilidade, preço, etc. Em função disso, todo o desenvolvimento de metodologias no TQC se faz em função da qualidade do produto, sendo os demais aspectos, no melhor dos casos, apenas mencionados.

Outro exemplo que se pode citar é a não consideração de outros "clientes" do sistema de produção, tais como os recursos humanos que nele trabalham, os fornecedores de insumos, etc.

F- **Estratégias Competitivas para as Operações**<sup>(1)</sup>: este é um assunto relativamente novo na área de Produção, tendo sido originalmente apresentado por Skinner (1969). Posteriormente, surgiram diversos trabalhos tratando do assunto. Tais trabalhos procuram discutir, principalmente, os seguintes itens: (a) dimensões da competição através das operações (variáveis competitivas, tal como a qualidade), assunto tratado por diversos autores, tais como Chase e Garvin (1989), Fine e Hax (1985), Clark et alii (1988), Kanter (1990), Prahalad e Hamel (1990), Skinner (1978), Stalk (1988) e Zaccarelli et alii (1980). Nestes trabalhos encontram-se discussões sobre as possíveis dimensões da competição, aí identificando-se qualidade, flexibilidade, velocidade de entrega (tempo), inovação, custo, competência-chave e formação de alianças; (b) configuração para as operações, significando, em termos de decisões da área de produção, como devem ser internalizadas as dimensões competitivas selecionadas. As decisões de produção consideradas são, em geral, as seguintes: 1- estruturais:

---

(1) A definição das Estratégias Competitivas para as Operações é feita de forma compatível com a Estratégia Empresarial, que é mais abrangente que a anterior. Focalizou-se a primeira delas em função do escopo do trabalho e supondo que a compatibilização tenha sido verificada. A respeito de Estratégia Empresarial ver, por exemplo, Porter (1980). Acerca da compatibilização entre a Estratégia Empresarial e a Estratégia das Operações ver, por exemplo, Buffa e Sarin (1987).

localização das unidades produtoras, capacidade das unidades produtoras, equipamentos e instalações, canais de distribuição dos produtos e origem das matérias-primas e 2-infra-estruturais: planejamento da produção e dos estoques, gestão da qualidade, administração de recursos humanos, métodos de medida e controle, e organização (Clark et alii, 1988); (c) focalização, significando o estudo da adequação produto/processo, ao longo do ciclo de vida do produto e (d) aperfeiçoamento contínuo. Deve-se notar que os quatro itens acima têm proximidade com relação às dimensões para integração, objeto deste trabalho. Assim, as dimensões para competição relaciona-se à integração ambiental; a configuração para as operações relacionam-se ao projeto do sistema físico e ao projeto da hierarquia de decisões; a focalização diz respeito tanto à integração ambiental como interna e temporal e, finalmente, o aperfeiçoamento contínuo relaciona-se à integração temporal. Os quatro itens descritos serão, posteriormente, reestudados sob a ótica do presente trabalho. Nesta classe de metodologia de gestão da produção há um tratamento superficial, tanto do sistema físico como da hierarquia de decisões.

À guisa de conclusão para o presente capítulo é apresentada, no Quadro 3.2. uma comparação entre as Metodologias discutidas neste capítulo e o MIDO.

| CARACTERÍSTICAS DESEJÁVEIS COM RELAÇÃO ÀS INTERDEPENDÊNCIAS E A INTEGRAÇÃO   | METODOLOGIAS DE GESTÃO DA PRODUÇÃO | MIDO                   |
|--|------------------------------------|------------------------|
| 1) FOCALIZAÇÃO EM PROBLEMAS AO INVÉS DE FOCALIZAÇÃO EM ASSUNTOS ESPECÍFICOS (TEMAS)                                | PARCIAL                            | SIM                    |
| 2) CONSIDERAÇÃO DE CORTES ADEQUADOS, DA ÁREA DENTRO DO CORTE E DAS INTERDEPENDÊNCIAS/FOLGAS ENTRE DECISÕES         | PARCIAL                            | SIM                    |
| 3) CONSIDERAÇÃO DE DIMENSÕES RELEVANTES DA INFORMAÇÃO PARA DESCREVER O RELACIONAMENTO ENTRE FUNÇÕES DE DECISÃO     | PARCIAL                            | SIM                    |
| 4) CONSIDERAÇÃO DOS QUATRO TIPOS DE INTERDEPENDÊNCIAS E DOS MECANISMOS DE COORDENAÇÃO (INTEGRAÇÃO) CORRESPONDENTES | PARCIAL                            | SIM                    |
| 5) ANÁLISE DO REBATIMENTO ORGANIZACIONAL DAS FUNÇÕES DE DECISÃO E DAS FORMAS DE INTEGRAÇÃO                         | NAO                                | SIM                    |
| 6) CONSIDERAÇÃO DO ELEMENTO HUMANO NO SISTEMA DE PRODUÇÃO  | PARCIAL                            | PARCIAL <sup>(1)</sup> |

**QUADRO 3.2. - COMPARAÇÃO ENTRE AS METODOLOGIAS GLOBAIS DE GESTÃO DA PRODUÇÃO E O MIDO**

(1) O assunto é abordado neste trabalho, mas necessita ser mais desenvolvido.

#### 4. OUTRAS METODOLOGIAS DE GESTÃO RELEVANTES PARA O DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

De forma a desenvolver o MIDO foram buscadas e identificadas referências bibliográficas de outras áreas, além da Produção, que trataram, ao menos parcialmente, da Integração de Decisões. Este capítulo tem como objetivo apresentar as metodologias identificadas, destacando os aspectos de relevância para o MIDO. Tais metodologias também foram agrupadas em classes e a sua descrição, feita no Quadro 4.1., utiliza os mesmos itens já definidos para a montagem do Quadro 3.1.

São as seguintes as metodologias incluídas no Quadro 4.1.:

- A - Mecanismos de Integração Organizacional
- B - Sistemas de Suporte à Decisão
- C - Teoria dos Sistemas
- D - Mapas de Conhecimento do Ambiente e Modelos de Decisão
- E - Aprendizado e Aperfeiçoamento

| CLASSE E DENOMINAÇÃO  | CARACTERÍSTICAS   |  |   | INTERDEPENDÊNCIAS CONSIDERADAS  |   |   |   | OUTRAS FORMAS DE INTERDEPENDÊNCIAS CONSIDERADAS   | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS  | COMENTÁRIOS ADICIONAIS  |
|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   | ESCOPO  | OBJETIVO   | TIPO  | SISTEMA FÍSICO  | HIERARQUIA DE DECISÕES  | AMBIENTE  | TEMPO   |   |   |   |
| (A)<br>MECANISMOS DE INTEGRAÇÃO ORGANIZACIONAL                | INTEGRAÇÃO DE UNIDADES ORGANIZACIONAIS DIFERENCIADAS, ENTRE AS QUAIS HA INTERDEPENDÊNCIAS   | ATINGIR OS REQUISITOS DE COMPETIÇÃO BÁSICOS FORMULADOS NA ESTRATEGIA DA EMPRESA  | MODELOS CONCEITUAIS                                     | VISTO GLOBALMENTE   | CONSIDERADA GERICAMENTE   | OS MECANISMOS DE INTEGRAÇÃO SÃO, EM GERAL, DESCRITOS E AVALIADOS PARA FAZER FRENTE A UM CERTO TIPO DE AMBIENTE                  | NÃO E CONSIDERADO EXPLICITAMENTE                                  | —   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- AOKI (1990)</li> <li>- BAFT E LENGEL (1986)</li> <li>- GALBRAITH E KAZANJIAN (1986)</li> <li>- GALBRAITH E SCHOEMAKER (1978)</li> <li>- GALBRAITH (1973)</li> <li>- GALBRAITH (1977)</li> <li>- GOAL/OPC (1990)</li> <li>- LAWRENCE E LORSCH (1967)</li> <li>- McCANN E FERRY (1979)</li> <li>- MINTZBERG (1980)</li> <li>- ROCKART E SHORT (1989)</li> <li>- THOMPSON (1967)</li> <li>- VICTOR E BLACKBURN (1987)</li> <li>- MALONE E ROCKART (1991)</li> <li>- MINTZBERG (1988a)</li> <li>- MINTZBERG (1988b)</li> <li>- NAISBITT E ABURDENE (1985)</li> </ul> | O TRABALHO DE AOKI (1990) É O ÚNICO QUE FOCALIZA A ÁREA DE PRODUÇÃO.  |
| (B)<br>SISTEMAS DE SUPORTE A DECISÃO                          | TOMADA DE DECISÃO DE UMA FORMA GERAL  | PROVER O TOMADOR DE DECISÕES DE INFORMAÇÕES E MODELOS QUE O AUXILIEM NO PROCESSO DE BUSCA DA MELHOR ALTERNATIVA DE DECISÃO               | MODELOS CONCEITUAIS E DE PROCEDIMENTOS                  | VISTO GLOBALMENTE   | DOIS OU MAIS NÍVEIS SÃO CONSIDERADOS  | CONSIDERADA A EXISTÊNCIA  | NÃO E CONSIDERADO EXPLICITAMENTE                                  | —   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- PORTER E MILLAR (1985)</li> <li>- SENELL (1990)</li> <li>- BEISCHL E SMITH (1991)</li> <li>- LIANG (1988)</li> <li>- HENDERSON E SIFONIS (1988)</li> <li>- WETHERER (1991)</li> <li>- ROCKART (1979)</li> <li>- HOHN (1986)</li> <li>- ROCKART E SHORT (1989)</li> <li>- MINOGRAD (1988)</li> <li>- MALONE E ROCKART (1991)</li> <li>- DAUIS E OLSON (1985)</li> <li>- BURCH E GRUDNITSKI (1989)</li> <li>- SPRAGUE (1989)</li> <li>- DE SAMCTIS E GALLUPE (1989)</li> </ul>   | INCLUI-SE, NESTA CLASSE, A CHAMADA TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO.  |
| (C)<br>TEORIA DOS SISTEMAS (1)                                | ESTUDO DAS EMPRESAS COMO SISTEMAS   | COMPREENSÃO DA EMPRESA, DE SEUS MECANISMOS INTERNOS E DO SEU AMBIENTE COM VISTAS A APRIMORÁ-LA, DO PONTO DE VISTA FÍSICO E DE SUA GESTÃO | MODELOS MATEMÁTICOS, CONCEITUAIS E DE PROCEDIMENTOS     | SÃO CONSIDERADOS OS COMPONENTES QUE SE INTER-RELACIONAM                               | EM ALGUNS TRABALHOS SÃO CONSIDERADOS VÁRIOS NÍVEIS; NO ENTANTO, SEM ASSOCIAÇÃO COM OS COMPONENTES | CONSIDERADA A EXISTÊNCIA, INTERLIGAÇÕES ENTRE OS ELEMENTOS DO AMBIENTE, QUE AFETEM A EMPRESA, NÃO SÃO CONSIDERADAS              | É CONSIDERADO UM HORIZONTE DE TEMPO ADEQUADO AS DECISÕES TOMADAS  | —   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- CHURCHMAN (1972)</li> <li>- CHURCHMAN (1971)</li> <li>- ACKOFF E EMERY (1972)</li> <li>- ACKOFF (1981)</li> <li>- MESAROVIC et alii (1970)</li> <li>- CHECKLAND E SCHOLÉS (1990)</li> <li>- EMERY E TRIST (1960)</li> <li>- EMERY E TRIST (1965)</li> </ul>  | —   |
| (D)<br>MAPAS DE CONHECIMENTO DO AMBIENTE E MODELOS DE DECISÃO | IDENTIFICAÇÃO DO AMBIENTE RELEVANTE PARA O PROBLEMA, DE INTERDEPENDÊNCIAS ENTRE AMBIENTE E SISTEMA CONTROLADO E TOMADA DE DECISÃO | MAXIMIZAR O VALOR DA DECISÃO TOMADA  | MODELOS PROBABILÍSTICOS, CONCEITUAIS E DE PROCEDIMENTOS | SÃO CONSIDERADAS AS VARIÁVEIS DO SISTEMA FÍSICO QUE SEJAM DE INTERESSE PARA A DECISÃO | UM SÓ NÍVEL   | É CONSIDERADO ATRAVÉS DE VARIÁVEIS DO MESMO RELEVANTES PARA A DECISÃO. INTERDEPENDÊNCIAS ENTRE TAIS VARIÁVEIS SÃO CONSIDERADAS  | É CONSIDERADO UM HORIZONTE DE TEMPO ADEQUADO AS DECISÕES TOMADAS. | INTERDEPENDÊNCIAS ENTRE COMPONENTES DO AMBIENTE SÃO CONTEMPLADAS POR ALGUNS MODELOS, COMO POR EXEMPLO, OS DIAGRAMAS DE INFLUÊNCIA (P. EX. HOWARD E MATHESON (1980), SHACHTER (1984) E TATMAN E SHACHTER (1990)) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- BATES (1985)</li> <li>- JONES (1990)</li> <li>- JONES e CLARK (1990)</li> <li>- HOWARD (1989)</li> <li>- HOWARD E MATHESON (1980)</li> <li>- PARK E SON (1988)</li> <li>- SHACHTER (1984)</li> <li>- SHANK E GOVINDARAJAN (1988)</li> <li>- TATMAN E SHACHTER (1990)</li> </ul>  | DAS REFERÊNCIAS CITADAS, APENAS OS TRABALHOS DE BATES (1985), DE JONES (1990) E DE JONES E CLARK (1990) CONSTITUEM MODELOS CONCEITUAIS E DE PROCEDIMENTOS, OS DEMAIS SÃO MODELOS PROBABILÍSTICOS. |
| (E)<br>APRENDIZADO E APERFEIÇOAMENTO                          | ANÁLISE E AVALIAÇÃO DE CAMINHOS ALTERNATIVOS PARA APERFEIÇOAR A OPERAÇÃO DA EMPRESA   | TORNAR A EMPRESA MAIS COMPETITIVA  | MODELOS CONCEITUAIS                                     | VISTO GLOBALMENTE   | CONSIDERADA GERICAMENTE   | O AMBIENTE É APENAS CONSIDERADO NO SENTIDO DE SE CONHECE-LO MELHOR E UTILIZAR ESTE CONHECIMENTO PARA APERFEIÇOAMENTO DA EMPRESA | A IDEIA DE APERFEIÇOAMENTO CONTÍNUO É CONSIDERADA                 | —   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- CHECKLAND (1985)</li> <li>- CLARK et alii (1988)</li> <li>- HAYES (1985)</li> <li>- MERCHANT (1982)</li> <li>- RICHARDSON E GORDON (1980)</li> <li>- BOLWIJN E KUMPE (1990)</li> <li>- PRAHALAD E HAMEL (1990)</li> <li>- SENGE (1990)</li> </ul>  | —   |

(1) Considera-se, aqui, apenas a categoria de sistemas formada pelas empresas.



Segundo cada uma das classes de metodologias, os principais comentários são feitos a seguir:

**A - Mecanismos de Integração Organizacional:** o escopo é o de integrar funções organizacionais diferenciadas, entre as quais há interdependências. Das interdependências consideradas, a ambiental é vista, em geral, como condicionante importante dos mecanismos de integração organizacional. Um grande marco na literatura é o trabalho de Thompson (1967) que apresentou três casos básicos de interdependência interna à organização e a forma de coordenação associada a cada um dos casos. São eles:

- 1- **Interdependência de Associação** - refere-se a funções que não têm interação direta mas cada uma resulta numa contribuição específica para o todo e cada uma é apoiada pelo todo.
- 2- **Interdependência Sequencial** - dadas duas funções, uma produz uma saída que é entrada para outra.
- 3- **Interdependência Recíproca** - dadas duas funções, a saída de uma é a entrada da outra e vice-versa.

Na Figura 4.1. são esquematizados os três casos de interdependência definidos.

De acordo com Thompson (1967, pp.54-55), o segundo caso de interdependência também contém o primeiro e o terceiro caso de interdependência contém, também, os dois anteriores. Na ordem de apresentação, segundo

Thompson (1967, p.55), os tipos de interdependência têm grau de dificuldade crescente para serem coordenados, pois eles contêm graus crescentes de contingência (dependência de uma função com relação à outra). A forma de coordenação, em cada caso de interdependência, é apresentada a seguir, também segundo Thompson (1967):

- (1) **Coordenação por Padronização** - adequada à interdependência de associação, envolvendo o estabelecimento de rotinas ou regras que restringem a atuação de cada função segundo trajetórias consistentes com aquelas seguidas pelas outras funções. Uma hipótese importante na coordenação por padronização é que o conjunto de regras tenha coerência interna, sendo que isso requer que as situações às quais elas se apliquem sejam relativamente estáveis, repetitivas e poucas o suficiente para permitir o tratamento das situações com as regras adequadas. Deve-se observar a ligação com o ambiente feita por Thompson (1967).
- (2) **Coordenação por Planos** - adequada à interdependência sequencial, envolve o estabelecimento de programas para as funções interdependentes, segundo os quais as funções podem ser governadas. Este tipo de coordenação não requer o mesmo alto grau de estabilidade e rotinização do caso anterior, e,

portanto, é mais apropriada para situações mais dinâmicas, especialmente quando se tem um ambiente demandante de mudanças nas tarefas.

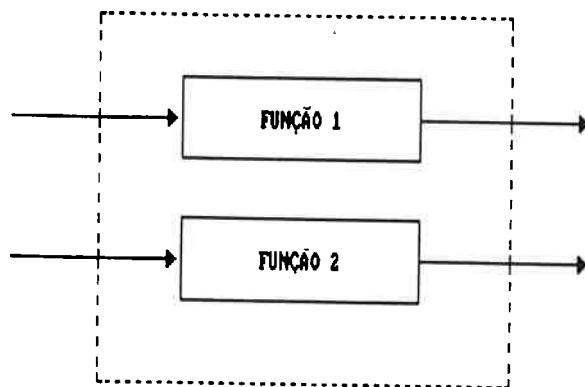
- (3) **Coordenação por Ajuste Mútuo** - adequada à interdependência recíproca, envolve a transmissão de nova informação durante o processo de ação. Quanto mais variável e não-predizível a situação, maior a adequação da coordenação por ajuste mútuo.

Ainda segundo Thompson (1967, p.56), os três tipos de coordenação, na ordem apresentada, demandam níveis crescentes de comunicação e decisão. A padronização requer decisões menos frequentes e um menor volume de comunicação durante um período específico de operações do que o planejamento, e o planejamento demanda menor atividade de decisão e de comunicação do que o ajuste mútuo. O trabalho de Thompson (1967) serviu de base a desenvolvimentos posteriores no estudo de mecanismos de integração organizacional, adiante descritos. Algumas alternativas a esses trabalhos também surgiram, como por exemplo, as apresentadas por McCann e Ferry (1979) e por Victor e Blackburn (1987). O trabalho de McCann e Ferry (1979) define certas dimensões para descrever o relacionamento entre unidades de trabalho<sup>(1)</sup>. O trabalho de Victor e Blackburn (1987) critica as conceituações de interdependência de Thompson (1967), e

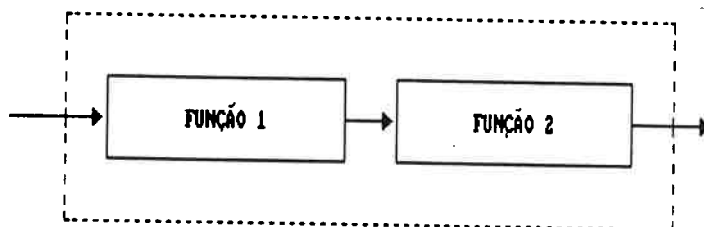
---

(1) Componente organizacional consistindo de um administrador e seus subordinados imediatos.

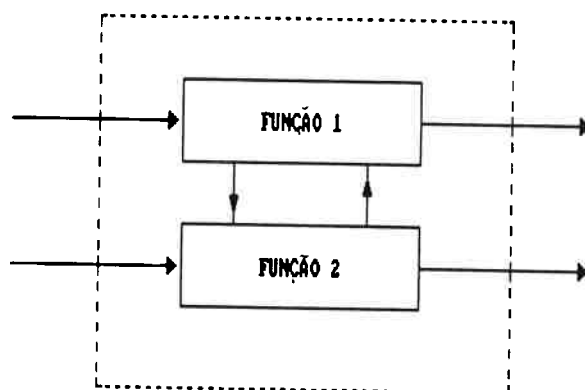
(a) Associação



(b) Sequencial



(c) Recíproca

**FIGURA 4.1. - CASOS DE INTERDEPENDÊNCIA**

de McCann e Ferry (1979), alegando que falham no atendimento de necessidades básicas para investigações práticas ou empíricas de organizações complexas, basicamente por não se preocuparem em medir a quantidade de interdependência. Os autores propõem, então, uma fórmula de medir interdependência, que parece arbitrária. Da discussão anterior, o que complementa o trabalho de Thompson (1967), até aqui, são as dimensões para descrever o relacionamento entre unidades de trabalho de McCann e Ferry (1979). Muito embora se deva discutir quais são as **dimensões relevantes** que descrevem o relacionamento entre funções (preferencialmente a unidades de trabalho), não há dúvida que tal aspecto auxilia na obtenção de uma melhor percepção acerca do que causa a interdependência e como ela deve ser administrada de forma a que seja obtido o melhor resultado conjunto.

O trabalho de Lawrence e Lorsch (1967) trata, especificamente, de mecanismos de integração organizacional. É importante destacar a ênfase do trabalho por eles realizado sobre os estados de **diferenciação e integração** nos sistemas organizacionais. A questão da diferenciação surge em função do **meio-ambiente externo**, ou seja, a organização se segmenta em unidades, cada uma tendo como tarefa principal o problema de tratar com uma parte das condições externas à empresa. Isto é o resultado,

conforme os autores, do fato de que um dado grupo de administradores tem uma limitada amplitude de supervisão. Cada um tem capacidade para tratar com somente uma parcela do meio-ambiente global. As partes do sistema<sup>(1)</sup> tem que ser conectadas visando atingir o objetivo geral da organização. Esta divisão de trabalho entre departamentos e a necessidade de esforço unificado leva, segundo os autores, a um estado de diferenciação e integração em qualquer organização.

Define-se **integração**, segundo Lawrence e Lorsch (1967), como a qualidade do estado de colaboração que existe entre departamentos que são demandados a conseguir união de esforços em função do meio-ambiente.

Os **mecanismos** apresentados por Lawrence e Lorsch (1967) para obter a integração são os seguintes: 1- **Hierarquia Administrativa**; 2- **Grupos Multifuncionais de Integração**, tanto permanentes como temporários; 3- **Padronização do Trabalho**; 4- **Sistemas de Informação Administrativa**; 5- **Departamento de Integração**; 6- **Contacto Administrativo Direto (Informal)**.

Os trabalhos de Galbraith trouxeram uma contribuição importante para o estudo dos mecanismos de integração

---

(1) Os autores usam, de forma intercambiável, as visões organizacional e sistêmica da empresa; no entanto, está muito mais presente a idéia da empresa departamentalizada. Na visão sistêmica coordenam-se funções, enquanto que na visão organizacional coordenam-se unidades organizacionais (departamentos, divisões, etc.). Unidades organizacionais executam atividades e estas, em geral, não constituem funções.

organizacional (Galbraith, 1973; Galbraith, 1977; Galbraith e Schoemaker, 1978; e Galbraith e Kazanjian, 1986). Os aspectos de diferenciação de estruturas organizacionais e de integração das funções diferenciadas, conforme tratado por Galbraith (ver, por exemplo, Galbraith e Kazanjian, 1986, pp.71 a 82), têm semelhança com o trabalho de Lawrence e Lorsch (1967) já comentado, mas introduzindo uma série de aperfeiçoamentos. O primeiro deles diz respeito à consideração explícita da estratégia da empresa como condicionante da diferenciação e da integração. O segundo deles diz respeito aos mecanismos de integração organizacional. A lista é a seguinte:

- . Hierarquia
- . Regras
- . Planejamento
- . Contato Direto
- . Papéis de Ligação Interdepartamental
- . Forças-Tarefa Temporárias
- . Grupos Permanentes
- . Papéis de Integração (p.ex.: gerentes de produto)
- . Departamentos de Integração (p.ex.: depts. de Gerência de Produto)

Segundo Galbraith e Kazanjian (1986, p.73), os quatro primeiros mecanismos constituem prática comum em quase todas as situações.

A lista apresentada tem uma ordenação. Cada mecanismo adicional representa o comprometimento com um mecanismo mais complicado e mais custoso. O maior custo é causado pela própria definição do mecanismo e porque os mecanismos no final da lista são acrescentados aos do início (não há substituições). Segundo os autores citados, uma organização deveria selecionar os mecanismos da lista, indo até onde fosse necessário para implementar a sua estratégia. Quanto maior a incerteza e a diversidade<sup>(1)</sup>, maior o número de mecanismos empregados<sup>(2)</sup>.

Galbraith (1973, 1977) e Galbraith e Schoemaker (1978), apresentaram um **modelo para o projeto organizacional** que está bastante relacionado aos mecanismos de integração organizacional citados anteriormente. Segundo, por exemplo, Galbraith e Schoemaker (1978), **tal modelo visualiza a hierarquia de uma organização como uma rede de processamento de informações**. À medida que a incerteza e a diversidade aumentam, essa hierarquia fica sobrecarregada. O uso de **regras e planos** deverá ocorrer, mas também tem limites pois em situações de incerteza esses mecanismos de coordenação necessitam ser constantemente atualizados para refletir

- 
- (1) Incerteza está ligada ao meio-ambiente e diversidade aos produtos e mercados atendidos pela empresa.
  - (2) Quanto maior este número, mais a tomada de decisão é orientada para o produto. O ponto no qual a administração do produto tem o mesmo poder que a administração das funções é chamado de organização matricial (ou simultânea)



a realidade atual, o que aumenta a carga de processamento de informações. Ainda de acordo com o mesmo trabalho, há quatro estratégias que uma organização pode seguir, em resposta à incerteza e à diversidade, além da sua hierarquia e do uso de regras e planos: 1- Uso de **recursos em excesso** (criação de folgas); 2- Segmentar a organização em **unidades autônomas** independentes; 3- Investir em **sistemas de informação formais**, aumentando a capacidade de processar informações; 4- Criar uma variedade de **relações laterais**.

As duas primeiras estratégias reduzem a necessidade de processar informações, através da redução das interdependências a considerar. As duas últimas estratégias aumentam a capacidade de processar informações em função das interdependências a considerar.

Observando a lista dos mecanismos de integração organizacional verifica-se que, excetuando os três primeiros já citados na presente discussão, os demais são casos de relações laterais.

Verifica-se que, como modelo para projeto organizacional, as quatro estratégias formuladas estão, na realidade, tratando do **dilema criação de folga x consideração da interdependência** (processamento de informação).

Dois trabalhos que exploram as chamadas relações laterais para obter a integração física (ou horizontal) e que se situam dentro da filosofia japonesa de administração, são os de GOAL/QPC (1990) e Aoki (1990). O trabalho de GOAL/QPC (1990) trata da chamada "Cross-Functional Management" que visa o atingimento de objetivos empresariais como Qualidade, Custo e Entrega. A sua operacionalização se dá através do estabelecimento de Comitê Diretor e de grupos interdivisionais de projetos que visam a solução de problemas da empresa como um todo. O trabalho de Aoki (1990) destaca o compartilhamento de conhecimentos e de informações (obtido, p.ex., através da capacitação e da rotação profissional), a influência dos interesses de empregados, dos dirigentes e dos bancos acionistas simultaneamente, o aprendizado e a sobreposição de fases produtivas para conseguir a integração horizontal.

Os trabalhos de Mintzberg (1980, 1988a e 1988b) trouxeram importantes contribuições na definição de mecanismos de integração organizacional (por ele chamados de mecanismos de coordenação) e no estudo dos tipos básicos de projeto organizacional nos quais, com certa predominância, é encontrado um tipo de mecanismo de coordenação. O enfoque de Mintzberg é o organizacional, assim como a maioria dos outros

trabalhos<sup>(1)</sup> desta classe. A identificação dos tipos básicos de projeto organizacional passa pela definição das cinco partes básicas da organização. Segundo Mintzberg (1980), essas partes são: 1- **Operações** - produz os bens e serviços da organização; 2- **Nível Estratégico** - consiste nos administradores de nível mais elevado e seu pessoal de "staff"; 3- **Nível Tático** - compreende os administradores situados em linha direta de autoridade formal entre o Nível Estratégico e o de Operações; 4- **Tecno-estrutura** - consiste nos analistas, fora da estrutura formal em linha que aplicam metodologias para o projeto e a manutenção da estrutura e para a adaptação da organização ao seu ambiente (p.ex. contadores, programadores de trabalho, planejadores de longo prazo); 5- **"Staff" de Suporte**<sup>(2)</sup> - inclui aqueles grupos que fornecem suporte indireto ao resto da organização (p.ex. relações públicas, folha de pagamento, conselho legal, etc).

Os tipos básicos de projeto organizacional (configurações) surgem em função da organização ser puxada em cinco diferentes direções, através de suas cinco partes básicas. São elas: 1- **Estrutura Simples** - o Nível Estratégico puxa para a centralização, através

---

(1) Excetuando, pelo tratamento dado, o trabalho de Thompson (1967).

(2) A tecno-estrutura e o "staff" de suporte são, de fato, dois tipos distintos de "staff", mas apenas a tecno-estrutura "aconselha" no sentido usual identificado com "staff". O "staff" de suporte pode aconselhar, mas seu papel é prover serviços especiais à organização.

da qual pode manter controle sobre a tomada de decisão;

2- **Máquina Burocrática** - a Tecno-estrutura puxa para a padronização, principalmente dos processos de trabalho;

3- **Burocracia Profissional** - os operadores (do nível de Operações) puxam para o profissionalismo (qualificação);

4- **Forma Divisionalizada** - o Nível Tático agora exerce a "puxada" e transforma a organização em unidades baseadas no mercado;

5- **Adocracia** - o "Staff" de Suporte exerce a maior influência na organização que agora é estruturada em grupos de trabalho, aos quais descentraliza-se o poder seletivamente, e que tem liberdade para exercer coordenação inter e intra-grupos.

Os mecanismos de coordenação<sup>(1)</sup>, conforme Mintzberg (1980), são os seguintes:

1- **Supervisão Direta** - um indivíduo fornece ordens específicas aos outros, desta forma coordenando seus trabalhos;

2- **Padronização dos Processos de Trabalho** - a coordenação é feita pela imposição de padrões que guiam a execução do trabalho;

3- **Padronização dos Resultados** - o trabalho é coordenado pela imposição de medidas de desempenho padrão ou especificações referentes aos resultados do trabalho;

4- **Padronização de Qualificações** - o trabalho é coordenado através de padronização de qualificações e

---

(1) Segundo Mintzberg (1980), a coordenação deve ser exercida sobre todas as tarefas executadas pela organização, de forma que esta realize sua missão segundo uma única diretriz. Esta definição é equivalente ao conceito de integração já apresentado.

conhecimentos dos indivíduos da organização e 5- **Ajuste Mútuo** - os indivíduos coordenam seu próprio trabalho, comunicando-se informalmente uns com os outros.

No Quadro 4.2. estão sintetizados os itens acima, isto é, por tipo de projeto organizacional são listados o mecanismo chave de coordenação e a parte de maior poder na estrutura. Além disso, seguindo Mintzberg (1980), são também registrados a complexidade e o dinamismo do meio-ambiente da organização.

| PROJETO ORGANIZACIONAL         | ESTRUTURA SIMPLES | MÁQUINA BUROCRÁTICA                    | BUROCRACIA PROFISSIONAL       | FORMA DIVISIONALIZADA       | ADOCRACIA                      |      |
|--------------------------------|-------------------|--|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|------|
| MECANISMO CHAVE DE COORDENAÇÃO | SUPERVISÃO DIRETA | PADRONIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE TRABALHO | PADRONIZAÇÃO DE QUALIFICAÇÕES | PADRONIZAÇÃO DOS RESULTADOS | AJUSTE MÚTUO                   |      |
| LOCALIZAÇÃO DO PODER           | NÍVEL ESTRATÉGICO | TECNO-ESTRUTURA                        | OPERADORES PROFISSIONAIS      | NÍVEL TÁTICO                | "EXPERTS" ("staff" de suporte) |      |
| AMBIENTE                       | COMPLEXIDADE      | BAIXA                                  | BAIXA                         | ALTA                        | BAIXA                          | ALTA |
|                                | DINAMISMO         | ALTO                                   | BAIXO                         | BAIXO                       | BAIXO                          | ALTO |

FONTE: MINTZBERG (1980)

#### QUADRO 4.2. - MECANISMOS DE COORDENAÇÃO E TIPOS BÁSICOS DE PROJETO ORGANIZACIONAL

Os trabalhos posteriores de Mintzberg trataram de aperfeiçoar as idéias contidas no artigo já mencionado (Mintzberg, 1980). Em Mintzberg (1988a), as alterações

principais com relação ao trabalho de 1980 são as seguintes: 1- Há uma sexta parte da organização, denominada **ideologia** - uma espécie de auréola de crenças e tradições que circundam toda a organização; 2- Há um sexto mecanismo de coordenação, denominado **padronização de normas** - os trabalhadores compartilham um conjunto comum de crenças e podem conseguir coordenação baseando-se nisto; 3- Há um sexto tipo básico de projeto organizacional - a **Forma Missionária**, que se liga tanto à sexta parte da organização (ideologia) como ao sexto mecanismo de coordenação (padronização de normas).

Mintzberg (1988b) procura analisar a combinação de estruturas (projetos organizacionais) que, na realidade, moldam uma organização real e as variáveis que levam a essa combinação (ambiente, tipo de produto, qualificação do pessoal, etc).

Um aspecto de destaque nos trabalhos de Mintzberg é que as **partes básicas da organização** podem ser vistas sob o **enfoque de sistemas**, da seguinte forma: os níveis estratégico, tático e operacional corresponderiam aos níveis de decisão e execução de mesmos nomes, a tecno-estrutura corresponderia ao sub-sistema de projeto e, finalmente, o "staff" de suporte corresponderia ao subsistema logístico.

O trabalho a seguir considerado é o de Daft e Lengel (1986). Enquanto todos os trabalhos analisados até aqui pressupõem que o processamento de informações pela organização seja feito para reduzir incertezas, o de Daft e Lengel (1986) adiciona uma outra razão que é a **redução de equivocação**. Enquanto que a incerteza significa ausência de informação, a "equivocação significa ambigüidade, a existência de interpretações múltiplas e conflitantes sobre uma situação organizacional" (Daft e Lengel, 1986, p.556). O Quadro 4.3. provê uma estrutura para analisar os requisitos informacionais face à incerteza e à equivocação. As situações de maior equivocação são oriundas do tipo de ambiente em que a empresa se encontra (complexo e dinâmico), da variedade de produtos e mercados e da tecnologia. Tais variáveis também determinam a incerteza, porém de forma diferente.

Segundo Daft e Lengel (1986, p.559), "o fator chave na redução da equivocação é a extensão segundo a qual os mecanismos estruturais<sup>(1)</sup> facilitam o processamento de informação rica". **Riqueza da informação** é definida como a capacidade da informação em **mudar o entendimento** dentro de um certo intervalo de tempo. As características estruturais que facilitam o uso de meios de comunicação ricos são diferentes das

---

(1) Os autores se referem a mecanismos estruturais de coordenação, aqui entendidos como aqueles que têm como objetivo reduzir a incerteza e resolver a equivocação.

características que facilitam o fluxo de uma grande quantidade de dados. Meios ricos são pessoais e envolvem contato face-a-face entre administradores, enquanto que meios de menor riqueza são impessoais e se baseiam em regras, bases de dados, etc.

|                     |       | I N C E R T E Z A  |  |
|---------------------|-------|--|--|
|                     |       | BAIXA  | ALTA   |
| M E C A N I S M O S | ALTA  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- AMBIGÜIDADE OCASIONAL</li> <li>- ADMINISTRADORES DEFINEM QUESTÕES, DESENVOLVEM LINGUAGEM COMUM, OBTÊM OPINIÕES</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- MUITA AMBIGUIDADE</li> <li>- ADMINISTRADORES DEFINEM QUESTÕES, TAMBÉM BUSCAM RESPOSTAS, OBTÊM DADOS OBJETIVOS E TROCAM OPINIÕES</li> </ul>        |
|                     | BAIXA | <ul style="list-style-type: none"> <li>- SITUAÇÃO BEM DEFINIDA</li> <li>- ADMINISTRADORES NECESSITAM POUCAS RESPOSTAS, OBTÊM DADOS OBJETIVOS DE ROTINA</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- VÁRIOS PROBLEMAS BEM DEFINIDOS</li> <li>- ADMINISTRADORES FAZEM VÁRIAS QUESTÕES BUSCAM RESPOSTAS EXPLÍCITAS, OBTÊM DADOS QUANTITATIVOS</li> </ul> |

FONTE: DAFT E LENGEL (1986)

#### QUADRO 4.3. - INCERTEZA, EQUIVOCAÇÃO E REQUISITOS INFORMACIONAIS

Daft e Lengel (1986) propõem sete mecanismos estruturais para reduzir a incerteza e resolver a equivocação, apresentados na Figura 4.2. Dois aspectos podem ser observados com relação à Figura 4.2.: 1- Os mecanismos denominados Contato Direto, Integrador e Reuniões de Grupo são mais adequados à resolução da equivocação do que os demais pois permitem a troca de

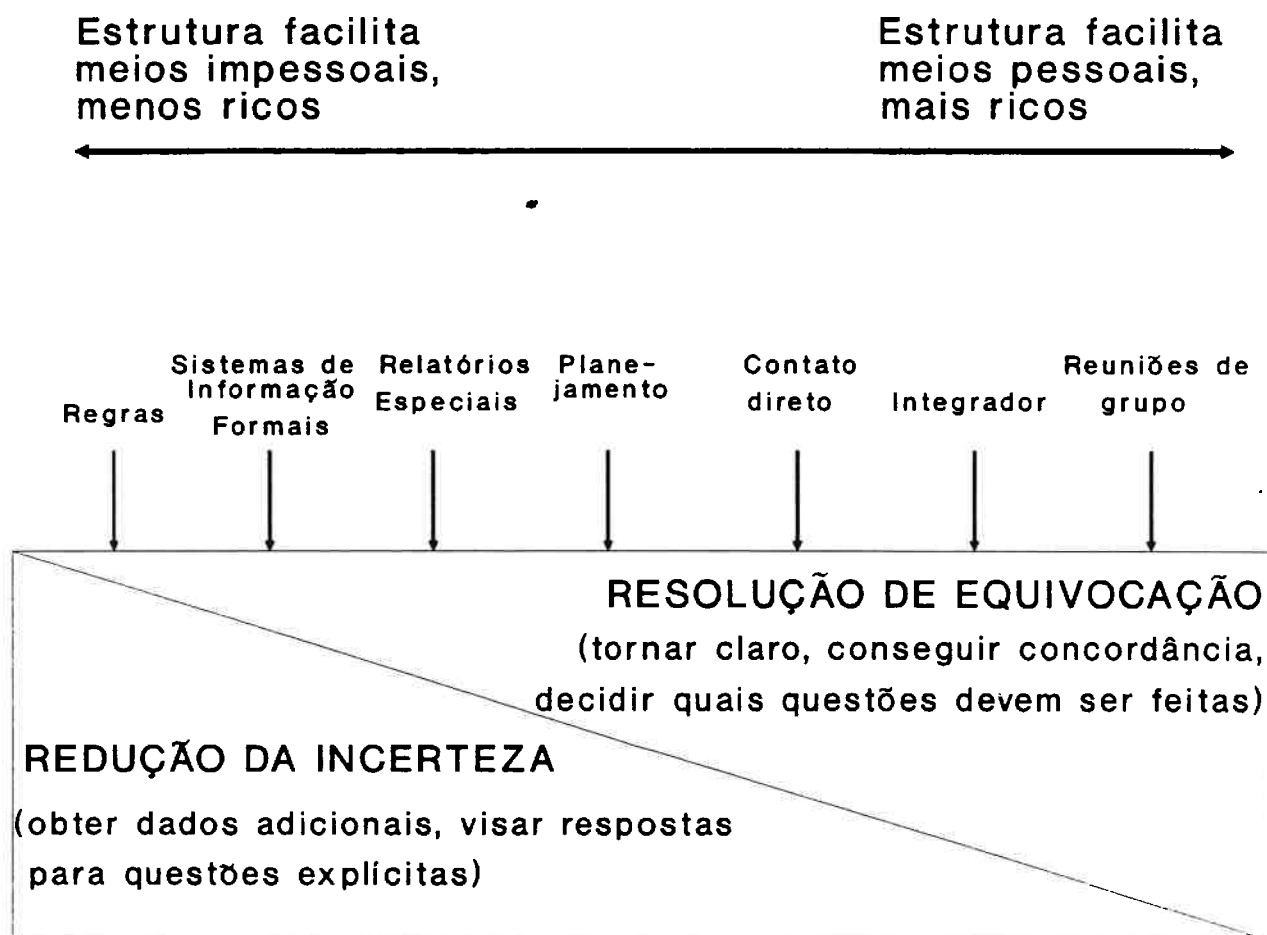


informações, realização de questionamentos e, enfim, a interação sem padrões pré-fixados, enquanto que os demais mecanismos são mais adequados à redução da incerteza pois são, em geral, padronizados<sup>(1)</sup>; 2- A lista de Daft e Lengel é muito semelhante à de Galbraith (por exemplo) do ponto de vista dos mecanismos de coordenação sendo que as categorias que mais favorecem a resolução da equivocação são as mesmas de relações laterais<sup>(2)</sup> segundo Galbraith e de ajuste mútuo segundo Mintzberg.

De acordo com Daft e Lengel (1986), há três fontes de incerteza e equivocação organizacional: tecnologia, relações interdepartamentais<sup>(3)</sup> e meio-ambiente.

Considerando, inicialmente, as relações interdepartamentais, pode-se dizer que a característica que influencia a equivocação é a diferenciação, enquanto que a característica que influencia a incerteza é a intensidade da interdependência (Daft e Lengel, 1986, p.564).

- 
- (1) Planejamento é uma categoria que fica no meio termo, isto é, no seu estágio inicial exige resolução de ambiguidades e, depois, redução de incertezas.
  - (2) Segundo Daft e Lengel (1986, p.561), contacto direto pode ocorrer tanto lateralmente como verticalmente.
  - (3) Neste ponto, Daft e Lengel (1986, p.564) apenas abordam o caso de interdependências entre departamentos (lateralmente) e não dentro de níveis diferentes num mesmo departamento, o que também ocorre.



Fonte: Daft e Lengel (1986)

**FIGURA 4.2. - MECANISMOS ESTRUTURAIS PARA REDUÇÃO DA INCERTEZA E RESOLUÇÃO DA EQUIVOCAÇÃO**

Com relação à tecnologia, a característica que influencia a incerteza é a **variedade da tarefa**

(frequência de eventos novos e não-esperados que ocorrem no processo de transformação) e a característica que influencia a equivocação é a **analisabilidade da tarefa** (forma segundo a qual os indivíduos respondem aos problemas; num processo analisável, os empregados tipicamente sabem o que obter e a forma de obtenção, enquanto que num processo não-analisável eles se baseiam em julgamento e experiência para determinar o que fazer, pois é muito difícil desenvolver procedimentos precisos). Com relação ao meio-ambiente, a equivocação está relacionada à **analisabilidade** das relações de causa-e-efeito no meio-ambiente; a incerteza está relacionada à **dinâmica, complexidade e competitividade** presentes no meio-ambiente.

Os trabalhos seguintes a considerar são os de Rockart e Short (1989) e de Malone e Rockart (1991). Os dois trabalhos enfocam a utilização da **Tecnologia da Informação** (T.I.) na coordenação **externa e interna** à organização. Por coordenação externa entende-se a integração de fases adjacentes na **cadeia de valor adicionado** de forma que as companhias dela constantes compartilhem informações e formem um todo competitivo (e não apenas os seus membros). Por coordenação interna entende-se a integração entre indivíduos e partes da organização de forma que a mesma seja mais **competitiva** em termos de rapidez, qualidade, custos, etc. Como

instrumentos da TI são citados o correio eletrônico, a conferência através do computador e a videoconferência.

Uma análise bastante interessante é feita pelo trabalho de Malone e Rockart (1991) que, do ponto de vista da firma como um todo, prevê que o uso intensivo da TI levará a mesma, através unicamente de mecanismos de mercado, a se concentrar nas suas "**competências-chave**"<sup>(1)</sup> e não mais na integração vertical. Do ponto de vista interno, devido à maior complexidade e ao maior dinamismo do mercado, as empresas tendem a se **organizar em grupos de composição variável e em número variável, utilizando estruturas como a adocracia**,<sup>(2)</sup> o que é viabilizado, também, pelo uso intensivo de TI.

Embora os trabalhos mencionados não discutam propriamente mecanismos de integração organizacional, o assunto tratado - Tecnologia da Informação, viabiliza tanto as interações internas como externas à empresa, no sentido de redução de incerteza e resolução da equivocação, principalmente desta última, que tende a ocorrer mais intensamente em função das características do ambiente.

O último trabalho a ser considerado nesta classe é o de Naisbitt e Aburdene (1985). O título e o subtítulo do trabalho definem bem o seu conteúdo: "Reinventing the

---

(1) Termo adotado para representar "core competence"

(2) Ou organização em forma de rede, conforme os autores.

Corporation" - transforming your job and your company for the new information society". Embora escrito anos antes dos artigos de Rockart e Short (1989) e de Malone e Rockart (1991), o trabalho de Naisbitt e Aburdene (1985) tem muito a ver com a TI. O trabalho, baseado num grande número de exemplos de empresas americanas, procura apontar para as mudanças que deverão ocorrer nas empresas, principalmente em função da alteração de ênfase colocada nos recursos das empresas. Os autores procuram mostrar a alteração que vem ocorrendo de uma sociedade de capital, onde os recursos monetários são os mais escassos e tendem a ser os mais valorizados dentre os recursos da empresa, para uma **sociedade de informação**, onde o recurso de maior escassez é a informação e não mais o capital. Uma série de implicações surgem daqui, como por exemplo a maior importância da capacitação dos recursos humanos da empresa e o uso mais intenso da T.I. Do ponto de vista organizacional, a tendência é a de estruturas bem mais horizontalizadas com predominância de utilização do auto-controle, ao invés do controle realizado pela hierarquia. Em função do exposto e do maior dinamismo e complexidade do ambiente, algumas novas formas organizacionais que facilitam a comunicação têm surgido, conforme os autores. Algumas dessas formas são: **redes, pequenos grupos** (predominantemente multidisciplinares), **divisões autônomas** etc, que detêm

a competência, a informação e o poder para decidir e executar um conjunto completo de tarefas (que possibilitam tomar decisões, produzir um bem, etc). Nessas formas organizacionais há uma mudança fundamental com relação às estruturas tradicionais - há a eliminação da hierarquia, sendo o trabalho orientado não por um "chefe" mas por um líder (mentor). Há três comentários importantes com relação ao trabalho de Naisbitt e Aburdene (1985):

- . As formas organizacionais exemplificadas têm grande semelhança com a **adocracia**, já mencionada anteriormente.
  - . A questão da **informação** e sua disponibilidade é fundamental nesse tipo de organização.
  - . A organização adocrática não tem a característica principal de organização clássica - a hierarquia. O formato organizacional é, agora, variável. A principal característica da adocracia é a **competência**. Neste sentido, a adocracia se aproxima muito de uma configuração sistêmica, onde são realizadas as conexões necessárias para utilizar competências que, compostas, executarão um conjunto completo de funções. Tais conexões variarão no tempo.
- A partir do Quadro 4.1. e do que foi apresentado anteriormente, é possível tirar as seguintes conclusões gerais acerca dos Mecanismos de Integração Organizacional (MIO's).

. Os MIO's constituem meios para tratar da **interligação de unidades organizacionais diferenciadas**. Seguindo a linha proposta por Galbraith e Kazanjian (1986), os MIO's são apresentados num crescente de complexidade e custo de implantação e a escolha de um mecanismo implica na adoção dos mecanismos mais simples que o escolhido. A escolha é feita para fazer frente a um ambiente incerto e a uma diversidade interna. Não há muita diferença entre o que os diversos autores apresentam com relação aos MIO's, mas sim nota-se uma evolução, com o passar do tempo, na lista dos mesmos. Nota-se, entretanto, que excetuando o trabalho de Thompson (1967), os demais definem os MIO's para obter a integração interdepartamental o que difere da integração entre subsistemas.

- Os MIO's podem ser sintetizados em quatro categorias, a saber:

- . Hierarquia
- . Regras
- . Planos
- . Ajuste Mútuo

Os três primeiros mecanismos são voltados, principalmente para a redução da **incerteza** enquanto que os dois últimos principalmente para a eliminação da **equivocação**.<sup>(1)</sup> Tais mecanismos, em última instância, possibilitam a **integração mencionada através do provimento de informação**

---

(1) O mecanismo "Planos" pode ser utilizado tanto para a redução da incerteza como para a eliminação da equivocação.

adequada. A organização pode, segundo o ponto de vista da interligação entre suas unidades, ser encarada como uma **rede de processamento de informações** (Galbraith e Schoemaker, 1978). O uso dos quatro mecanismos e de suas variações, formando a rede, depende do **meio-ambiente**, da **tecnologia** e da **interdependência** entre as unidades organizacionais (Daft e Lengel, 1986).

Do ponto de vista sistêmico, é possível transformar os quatro mecanismos citados nos seguintes:

- . Regras
- . Planos
- . Ajuste Mútuo
- . Processos de Decisão

Há duas diferenças básicas entre esses mecanismos e aqueles anteriormente citados. Inicialmente eles se aplicam a subsistemas (e não a departamentos, unidades organizacionais, etc). Segundo, ao invés de "hierarquia", se utilizou "processos de decisão", entendido como uma particular interligação entre subsistemas com a finalidade de se tomar decisões. Os três primeiros mecanismos correspondem aos de Thompson (1967), sendo definidos a partir de dois subsistemas. O quarto mecanismo considera mais que dois subsistemas; na realidade, considera tantos quantos forem necessários para se tomar uma certa decisão, combinando todos os tipos anteriores de mecanismos. O conjunto completo de



processos de decisão do sistema de produção considerado constituirá sua **Rede de Decisões**.

- Retornando aos MIO's, a configuração da citada rede de processamento de informações dependerá das **folgas** planejadas para a organização. Isto também é válido do ponto de vista de sistemas.
- O relacionamento entre unidades organizacionais (e também entre subsistemas) se dá através de **dimensões relevantes** (p.ex. qualidade, quantidade, etc). O planejamento das folgas deve considerar tais dimensões relevantes. Caso, com relação a alguma dimensão relevante, se planeje uma folga adequada, não haverá necessidade de processar informação ou, mais apropriadamente, de se considerar o relacionamento entre as unidades organizacionais (ou subsistemas) correspondentes. Caso a folga não seja planejada, o relacionamento, segundo as dimensões relevantes, deverá ser considerado. A folga pode, inclusive, ser planejada em termos de uma dimensão específica e não de todas as dimensões que descrevem o relacionamento entre as unidades organizacionais (ou subsistemas) correspondentes.

**B - Sistemas de Suporte à Decisão:** os Sistemas de Suporte à Decisão (SSD's) tem como objetivo prover o tomador de decisões de informações e modelos que o auxiliem no processo de busca da melhor alternativa. Os SSD's utilizam o computador, podendo, também, incluir

equipamentos e "softwares" da chamada Tecnologia da Informação (T.I.). Com relação às interdependências consideradas, a maior parte da atenção é voltada para a hierarquia de decisões, sendo considerados com pouco detalhe o sistema físico, o ambiente e o tempo.

O foco central na classe de SSD's é a informação. Um primeiro aspecto relevante na discussão de SSD's é o de que a **informação é o produto** desses sistemas e como tal deve preencher certos requisitos. Segundo Davis e Olson (1985, pp.214-216), a informação, do ponto de vista do tomador de decisões, deve ter **qualidade**, que pode ser desdobrada em: **utilidade** da informação e **erro** da informação. A utilidade da informação, ao lado de sua precisão, pode facilitar ou retardar seu uso. Há quatro tipos de utilidade da informação:

- (a) **Utilidade de Forma:** à medida que a forma da informação mais se aproxima dos requisitos do tomador de decisões, maior é seu valor;
- (b) **Utilidade de Tempo:** a informação terá maior valor para o tomador de decisões se estiver disponível quando necessária;
- (c) **Utilidade de Lugar:** a informação terá maior valor se puder ser acessada ou fornecida com facilidade.
- (d) **Utilidade de Posse:** o possuidor da informação afeta fortemente seu valor através do controle de sua disseminação aos outros.

Erros de informação são desvios (sistemáticos e/ou aleatórios) no conteúdo da informação correta. A informação deve ser livre de erros ou tê-los sob controle.

Embora de forma mais sintética, Burch e Grudnitski (1989) definem da mesma maneira o que é qualidade da informação.

É interessante notar que os aspectos de qualidade da informação apresentados são coerentes com os de qualidade e disponibilidade de um produto.

Alguns trabalhos de bastante relevância tratam o problema da identificação de necessidades informacionais de um administrador.

Beischel e Smith (1991) montam uma estrutura para medir o desempenho da área de manufatura de uma empresa e enfatizam dois aspectos: (a) a importância de se identificar **Fatores Críticos de Sucesso (FCS's)** para a empresa - itens de importância fundamental para a mesma, a falta de um deles causando o fracasso da empresa; (b) a necessidade de **hierarquizar as medidas de desempenho**, encadeando-as para garantir constância de propósitos entre todos os níveis organizacionais, sendo que o início da hierarquização (a parte superior da mesma) se dá num FCS. Evidentemente, as medidas de desempenho a que os autores se referem são informações necessárias aos diferentes níveis hierárquicos que as administrarão. O trabalho de Beischel e Smith (1991)

deixa bastante clara a importância da Rede de Decisões e da hierarquia de informações (incluindo as medidas de desempenho) que permite operacionalizá-la. A idéia de FCS é bastante importante pois procura priorizar aqueles aspectos essenciais ao sistema em estudo, de forma que o mesmo possa atingir seus objetivos, sem que isto implique em dispêndio de recursos com pequeno retorno. A idéia e a denominação de FCS's foi inicialmente apresentada por Rockart (1979). Coerente com o anteriormente mencionado, os FCS's dão suporte ao atingimento dos objetivos organizacionais, isto é, eles representam áreas nas quais bom desempenho é necessário para garantir o atingimento daqueles objetivos. Segundo Rockart (1979, p.86), foram identificadas **quatro fontes principais de FCS's**: (a) **Especificidades da indústria onde a empresa se insere** (originando FCS's sob o controle da empresa e não FCS's não-controláveis como o nome poderia sugerir); (b) **Estratégia competitiva, perfil da indústria e localização geográfica**; (c) **Fatores ambientais** e (d) **Fatores temporais**. Ainda de acordo com Rockart (1979), os FCS's devem ser definidos de acordo com o período de planejamento considerado. Posteriormente ao trabalho de Rockart, Henderson e Sifonis (1988) discutiram a utilização do conceito de FCS's ligados ao Planejamento Estratégico da Empresa e do Sistema de Informação a ele associado. A discussão tem início com a fixação da missão da empresa, vindo a

seguir a definição da sua estratégia e de objetivos estratégicos. A esses objetivos estratégicos são relacionados os FCS's para a empresa. Há quatro categorias derivadas dos FCS's a saber: (a) Conjuntos de Hipóteses Críticas (CHC's); (b) Conjuntos de Decisões Críticas (CDC's); (c) Processos Baseados em Valor (PBV's) e (d) Modelos de Dados Estratégicos (MDE's).

As quatro categorias, além dos FCS's, são vistas como o principal resultado do esforço de Planejamento do Sistema de Informação Estratégico. A definição de cada categoria é a seguinte: (a) CHC's - Hipóteses que dão sustentação aos FCS's; (b) CDC's - Processos de decisão que afetarão, fortemente, um ou mais FCS's; (c) PBV's - Processos físicos que adicionam valor estratégico à empresa e (d) MDE's - Classes de dados que adicionam valor estratégico à empresa e seu interrelacionamento. Esta categoria dá suporte às três anteriores.

Partindo dos FCS's e das categorias mencionadas, é possível planejar o Sistema de Informações da empresa voltado para os aspectos essenciais da mesma.

Em trabalho recente (Wetherbe, 1991), pode-se identificar as principais vertentes metodológicas para a determinação de necessidades informacionais de tomadores de decisões. São elas: (a) "**Business Systems Planning**" (BSP) - desenvolvido pela IBM que identifica as necessidades informacionais para problemas e

decisões específicas; (b) "**Critical Success Factors**" (CSF's) - desenvolvido por Rockart que identifica as necessidades de informação com relação a fatores críticos específicos e (c) "**Ends/Means Analysis**" (E/M) que determina as necessidades informacionais a partir da fixação de critérios de eficácia para os produtos do sistema analisado (a empresa, p.ex.) e de eficiência para os processos empregados na geração dos produtos. Segundo Wetherbe (1991, p.61), as metodologias são aditivas nos seus resultados.

Utilizando as definições de FCS's e das quatro categorias propostas por Henderson e Sifonis (1988), pode-se definir FCS's no nível da empresa e no nível funcional.<sup>(1)</sup>

Alguns dos trabalhos referenciados no Quadro 4.1. apresentam o conteúdo dos SSD's para o apoio a um tomador de decisões ou para um grupo de tomadores de decisões. O trabalho de Sprague (1989) focaliza a atenção nos SSD's individuais, enquanto que os trabalhos de Liang (1988), de Winograd (1988), e de De Sanctis e Gallupe (1989), tratam de SSD's para grupos de decisores. A finalidade, no caso de SSD's para

---

(1) Com a aplicação dos FCS's a nível funcional se está querendo dizer que, embora o trabalho de um certo tomador de decisões possa não estar relacionado aos FCS's da empresa, ele tem os seus FCS's que determinarão o sucesso ou não da função por ele executada. Evidentemente, a derivação de FCS's a nível funcional, compatível com FCS's a nível da empresa é de maior interesse.

grupos é a de facilitar a interação entre indivíduos que executam funções de decisão interdependentes. Em todos os casos citados, o(s) tomador(es) de decisão(ões) pode(m) ser suprido(s) de informações ou modelos de apoio à decisão. Além disso, tais SSD's permitem interação computador-usuário na solução de problemas mal estruturados, típicos de administradores de alto nível.

Os trabalhos de Höhn (1986), Rockart e Short (1989) e de Malone e Rockart (1991) dão ênfase ao emprego de TI para facilitar as atividades de planejamento e controle, em especial as de coordenação (integração).

O artigo de Porter e Millar (1985) dá atenção ao emprego da TI na obtenção de vantagens competitivas, tanto a nível de integração interna como externa. Para tanto, os autores lançam mão da chamada "**cadeia de valor**" - atividades que a empresa executa para realizar seus negócios, e do "**sistema de valor**" - fluxo total de atividades no qual a cadeia de valor da empresa está contida. Eles mostram como a TI pode criar vantagens competitivas na cadeia de valor e na interação da empresa com o sistema de valor em que está mergulhada. Tais vantagens são obtidas via integração.

O trabalho de Sewell (1990) estuda as características de sistemas de informação adequados à produção JIT. São evidentes, nesse trabalho, os conceitos de integração externa e interna.

Considerando o que está exposto no Quadro 4.1. e o que foi dito até então sobre os SSD's, é possível apresentar as seguintes conclusões:

- . Das interdependências consideradas, a que mereceu maior atenção é a hierarquia das decisões, com tratamento superficial para o sistema físico, para o ambiente e para o tempo.
- . **Informação é um produto** e sua qualidade (ou, mais apropriadamente, nível de serviço) pode ser dada pelo sua **utilidade e ausência de erros**.
- . A identificação de necessidades de informação do tomador de decisões pode ser feita de algumas formas alternativas sendo que a metodologia dos **FCS's** parece ser bastante geral e adequada ao trabalho dos tomadores de decisões, desde que sua aplicação possa ser feita a nível de empresa e a nível funcional. Os **FCS's**, uma vez identificados, podem ser **desagregados e hierarquizados**, e apoiar a coerência das ações tomadas na empresa.
- . Uma vez identificados os **FCS's** a partir da determinação de objetivos estratégicos, são derivadas quatro categorias relacionadas aos **FCS's**; (a) **Conjunto de Hipóteses Críticas**; (b) **Conjuntos de Decisões Críticas**; (c) **Processos Baseados em Valor** e (d) **Modelos de Dados Estratégicos**.
- . Os conceitos de **cadeia de valor** e **sistema de valor** são fundamentais para se obter integração interna e



externa, respectivamente, bem como vantagens competitivas pelo uso adequado da TI.

. Os SSD's existem tanto para auxiliar o tomador de decisões individual como o grupo tomador de decisões.

C - **Teoria dos Sistemas:** da Teoria dos Sistemas (TS) era de se esperar a maior contribuição para o presente trabalho, dentre todas as Classes de Metodologias discutidas neste capítulo, pois o conceito de interação faz parte da própria definição de Sistema (ver, por exemplo, Ackoff e Emery [1972, p.18] e Ackoff [1981, p.15]). Daí se esperar um desenvolvimento maior de interdependência e integração aqui com relação às demais metodologias. A observação do Quadro 4.1., no entanto, mostra certos vazios na TS: (a) Não existe tratamento conjunto para a hierarquia de decisões e para componentes interagentes do sistema físico; (b) Interações entre os elementos do ambiente, relevantes à empresa, não são tratadas. A tais vazios acrescente-se o fato de que os trabalhos referenciados apresentam uma interessante dicotomia: a grande maioria cita a importância das interações mas não apresenta uma forma adequada para o seu tratamento; o trabalho de Mesarovic et alii (1970) também destaca a importância das interações, apresenta conceitos e formula modelos matemáticos para tratá-las, mas tais modelos estão longe de ser operacionais. De acordo com os próprios

autores (Mesarovic et alii, 1970, p.16) o trabalho tem o objetivo de estabelecer uma ponte, mesmo que tentativa, entre o formalismo da Teoria Matemática dos Sistemas proposta e os problemas das Organizações, e, a partir daí, prover motivação para estudos teóricos adicionais na área. A literatura pesquisada não evidenciou nenhuma aplicação prática da metodologia desenvolvida por Mesarovic e seus parceiros à área organizacional.<sup>(1)</sup>

Dentro da linha de TS, um dos trabalhos mais antigos dentre os que se preocupam com os aspectos de interdependência é o de Emery e Trist (1960). Neste trabalho, distingue-se a tecnologia de transformação da tecnologia de gestão, não mostrando, no entanto, as suas relações; discutem-se os aspectos de integração física, entre níveis de decisão, externa e temporal. Além disso, o tipo de influência exercida e/ou sofrida pela empresa com relação ao ambiente também é analisada. Outras questões discutidas e que, à época do trabalho, eram avançadas, referem-se à missão da empresa e à identificação de "competências distintas" dos competidores para atender à missão. Todos os conceitos foram colocados de forma bastante adequada, mas a sua operacionalização não foi feita nem, tampouco, a sua consideração conjunta. Em trabalho

---

(1) O trabalho de Mesarovic et alii (1970) poderia, também, ter sido apresentado como parte dos Modelos de Otimização do capítulo 3.

posterior (Emery e Trist, 1965), os autores deram ênfase ao ambiente organizacional. Uma importante proposição do trabalho é a seguinte: um entendimento apreciável do comportamento organizacional requer algum conhecimento de cada um dos membros do seguinte conjunto de interligações: (a) interdependências Internas à Organização; (b) Interdependências entre o Ambiente e a Organização e (c) Interdependências entre os Elementos do Ambiente. Os autores discutem, ainda, quatro casos de interdependências entre os componentes do ambiente, por eles denominadas de **textura causal**, de acordo com a **estabilidade** e **agressividade** do ambiente com relação à empresa. Aqui, novamente, há uma série de conceitos importantes mas que não são operacionalizados. O trabalho a seguir considerado é o de Churchman (1972), cuja edição original, em língua inglesa, data de 1968. A grande contribuição do trabalho está na formulação de um conjunto de características inerentes a um sistema: (a) **Objetivos** do sistema e suas medidas de rendimento; (b) **Componentes** do sistema, suas atividades, finalidades e medidas de rendimento; (c) **Ambiente** do sistema; (d) **Recursos** do sistema; (e) **Administração** do sistema. Esses cinco itens são discutidos com detalhes e realmente significaram contribuição importante. Outro trabalho do mesmo autor, porém de linha diferente, é Churchman (1971). Na realidade, esse

trabalho foi escrito após o anteriormente citado e há algumas adições conceituais, relativamente às cinco características apresentadas e que merecem ser mencionadas: 1 - Há uma categoria denominada **cliente** do sistema cujos interesses são atendidos pelo sistema de forma que quanto maior a medida de rendimento, melhor o atendimento aos seus interesses; 2 - Há um **tomador de decisões** que, através dos recursos à sua disposição pode produzir mudanças nas medidas de rendimento dos componentes do sistema e, portanto, na medida de rendimento do sistema; 3 - Há um **projetista**, que conceitua a natureza do sistema de tal forma que seus conceitos potencialmente produzem ações no tomador de decisões e, portanto, mudanças nas medidas de rendimento dos componentes e do sistema. A intenção do projetista é mudar o sistema de forma a maximizar o seu valor para o cliente.

Em Ackoff (1981, pp.30-31), é apresentado um conceito bastante relevante que contém, inclusive, os conceitos de clientes, tomador de decisões e projetista. Trata-se do conceito de "**stakeholder**" - indivíduo ou instituição que apresenta interesse no sistema. Inclui tanto interessados internos como externos à empresa que são diretamente afetados por aquilo que ela fizer e que, portanto, devem ser considerados pelos administradores (e projetistas) da empresa, incluindo eles próprios. Exemplos: empregados, fornecedores, consumidores,

acionistas, credores, devedores e governo. Segundo Ackoff (1981, p.33), o objetivo da empresa não é atender a qualquer um dos seus grupos de "stakeholders" às custas do não atendimento de qualquer um dos outros, mas sim "atender a todos os grupos, através do aumento da sua capacidade em atingir os seus objetivos mais eficientemente e eficazmente". Esse objetivo da empresa implica em que a mesma não deve ter seus próprios propósitos. Ele não deve ser mais do que um instrumento dos outros. A consideração dos "stakeholders" tem recebido alguma atenção mais recentemente, reconhecendo-se a necessidade de se estabelecer estratégias empresariais para atingir os objetivos dos mesmos (ver, por exemplo, Nayak et alii (1992)).

No mesmo trabalho (Ackoff, 1981), na discussão de estilos de planejamento, o autor destaca um princípio fundamental que é o "Princípio Holístico" que tem duas partes básicas. Tais partes coincidem com as integrações entre níveis de decisão e física, conforme anteriormente definidas.

O trabalho de Checkland e Scholes (1990) apresenta a versão mais atualizada do que foi denominada "Soft Systems Methodology" - SSM (Checkland, 1981). A SSM procura auxiliar os administradores (em geral) na realização do seu trabalho de atacar situações mal-estruturadas do mundo real, na busca do seu aperfeiçoamento. A SSM é, essencialmente, um

instrumento que emprega a visão sistêmica na busca e implantação de melhorias, aprendizado, etc. É, então, um processo contínuo de aquisição de conhecimento e de ação sobre a realidade constituída por um sistema de atividades humanas (com propósitos).

Os principais elementos da SSM, como processo, são: (a) **Uma situação real** encarada como problemática; (b) **Uma história da situação** que explique como se chegou até a situação atual; (c) **Os usuários da SSM** que buscam melhorar a situação atual; (d) **Ações** com propósito e **aspectos** de destaque acerca dos quais há desacordo e que originarão os **sistemas relevantes**<sup>(1)</sup>; (e) **Modelagem** de sistemas relevantes que permitam estudar a situação atual, através da **comparação** dos modelos com as percepções da parte do mundo real que está sendo examinada e a identificação das suas diferenças; (f) **Análise cultural** da situação atual, envolvendo a análise da **intervenção**, a análise do **sistema social** e a análise do **sistema político**; (g) Estudo das **mudanças** na situação real que sejam **sistemicamente desejáveis** e **culturalmente viáveis**; (h) **Ações** para melhorar a situação atual.

---

(1) Há, então, duas categorias de sistemas relevantes: (a) voltados para tarefas e; (b) voltados para aspectos. Na realidade as duas categorias são extremos de um espectro. A primeira categoria tem rebatimento em arranjos institucionais, enquanto que a segunda é relevante para os processos mentais, que não estão concretizados em arranjos formalizados do mundo real.

Um dos aspectos mais relevantes da SSM é a descrição dos sistemas relevantes, feita através de definições-chave, obtidas através da consideração dos seguintes elementos:

- . "Clientes" - vítimas ou beneficiários de T.
- . "Atores" - aqueles que realizam T
- . "Transformação" (T) - conversão das entradas nas saídas
- . "Corte"<sup>(1)</sup> - visão do mundo que dá significado a T no contexto.
- . "Decisor(es)"<sup>(2)</sup> - aquele que pode parar T.
- . "Restrições Ambientais" - elementos fora do sistema, os quais são tomados como dados.

Segundo Checkland e Scholes (1990, p.35), a parte principal dos elementos acima é dada pela transformação e pelo corte.

Outros dois pontos relevantes na SSM são: (a) **Medidas de desempenho** do sistema (eficácia, eficiência e efetividade) e (b) **Ligações**, no modelo do sistema, indicativas da dependência entre as atividades (decisões, execução, monitoração e controle).

A SSM traz uma série de considerações relevantes para o presente trabalho, tais como iniciar por focar uma situação problemática (e não, necessariamente, um assunto), e considerar a participação do elemento

---

(1) Adaptação do termo 'weltanschauung'.

(2) Sentido principal de "owner", utilizado pelos autores.

humano no sistema (análise cultural). A questão da interdependência e da integração, é apenas mencionada. Considerando o que foi discutido sobre a TS, pode-se fornecer a seguinte síntese:

- . Os trabalhos na classe de TS não apresentam uma forma adequada para tratamento de interdependências, embora destaquem a importância das mesmas.
- . A classificação proposta por Emery e Trist (1965), com relação às interdependências entre os componentes do ambiente, por eles denominada de **textura causal**, é elaborada de acordo com sua **estabilidade** e **agressividade** com relação à empresa.
- . As características inerentes a um sistema (Churchman, 1972) são:
  - **Objetivos** do sistema e suas medidas de rendimento;
  - **Componentes** do sistema, suas atividades, finalidades e medidas de rendimento;
  - **Ambiente** do sistema;
  - **Recursos** do sistema;
  - **Administração** do sistema.
- . Característica adicional (Ackoff, 1981):
  - "**Stakeholder**" - interessados no sistema (incluindo clientes, tomador de decisões e projetista).
- . A SSM, como apresentado por Checkland e Scholes (1990), embora não tratando com detalhe a questão da interdependência, apresenta uma série de atrativos no



que se refere à utilização efetiva da TS na solução de problemas organizacionais. São eles:

- A SSM enfoca **situações reais**;
- A SSM recupera a **história** que levou à situação atual;
- São identificados os **interessados** no aperfeiçoamento da situação atual;
- Os sistemas relevantes para o estudo são definidos a partir de **ações e aspectos de destaque**;
- É desenvolvida uma **análise cultural** da situação, além daquela baseada em lógica (modelagem);
- São feitas **definições-chave** para os sistemas relevantes, através de seis elementos dos quais o "**corte**" é realmente um acréscimo relativamente aos trabalhos já comentados;
- A SSM inclui, no sistema um estudo, funções específicas de **monitoração e controle**, a partir da definição de **medidas de desempenho** (eficácia, eficiência e efetividade);
- São explicitadas as **ligações**, no modelo do sistema, indicativas da dependência entre as atividades (decisões, execução, monitoração e controle).

**D - Mapas de Conhecimento do Ambiente e Modelos de Decisão:** Nesta classe de trabalhos o foco das atenções é o Ambiente, suas interações com o Sistema estudado,

suas inter-relações internas e a construção de Modelos de Decisão.

Dentro desta classe há dois tipos básicos de trabalhos:

(a) O 1<sup>o</sup> tipo trata o assunto em discussão via modelos conceituais e de procedimentos; (b) O 2<sup>o</sup> tipo constrói modelos probabilísticos acerca do ambiente e da situação de decisão.\*

No 1<sup>o</sup> tipo enquadram-se os trabalhos de Bates (1985), Jones (1990), Jones e Clark (1990), Park e Son (1988) e de Shank e Govindarajan (1988). Os demais trabalhos listados no Quadro 4.1. enquadram-se no 2<sup>o</sup> tipo.

O trabalho de Bates (1985) constrói um modelo conceitual para analisar o ambiente e com isso melhorar a posição da empresa nele mergulhada. O modeló tem três etapas, a saber: **monitoração, análise e predição**. Tais etapas precedem a elaboração de estratégia por parte da empresa. A 1<sup>a</sup> etapa identifica as variáveis do Ambiente importantes para a empresa; a 2<sup>a</sup> etapa estuda as inter-relações entre as mesmas e a 3<sup>a</sup> etapa utiliza o conhecimento adquirido para predizer o futuro das variáveis importantes e o seu impacto sobre a firma.

Os trabalhos de Jones (1990) e de Jones e Clark (1990) tratam da administração de **Redes de Suprimento**<sup>(1)</sup>, nas quais o consumidor final é o foco das atenções e as empresas que se inter-relacionam para gerar o produto

---

(1) O conceito de Redes de Suprimento é coincidente com o de Sistema de Valor.

que irá ser comercializado com o consumidor, formam um conjunto de sistemas encadeados (Rede) que deve ser administrado de forma a satisfazer aquele. A administração de redes de suprimento é uma maneira de se realizar a integração ambiental, focalizando-se as atenções no consumidor final. Na administração da rede de suprimentos são fundamentais: (a) A tomada integrada de decisões para os diversos componentes da rede; (b) O fluxo de bens e serviços de forma coordenada pela rede e (c) O fluxo de informações entre os elementos da rede.

O conceito de Rede de Suprimentos apresenta uma série de questões em aberto com relação à sua operacionalização. Algumas dessas questões são: (a) Como deve ser fixado o papel de cada um dos agentes componentes da rede? (b) Como serão divididos os ganhos obtidos no sistema de valor? (c) Como induzir os agentes a trabalhar para a rede e não só para si próprios? (d) Como (e quem) deve coordenar uma rede?

O trabalho de Park e Son (1988) e o de Shank e Govindarajan (1988) mostram como se tornam inadequadas as avaliações econômicas de alternativas, feitas nos moldes tradicionais, nas seguintes situações: (a) de **reposicionamento estratégico** que implique em redefinição no ambiente da empresa; (b) de emprego de **novos sistemas de manufatura** que demandam a consideração de certas categorias de custo (de

oportunidade, principalmente) ligados à interação da empresa com o seu ambiente. Em suma, os dois trabalhos mostram que uma avaliação econômica de alternativas deve considerar as novas relações empresa-ambiente como pré-condição para a sua realização. Isto evidencia a necessidade de se estudar a interdependência com o ambiente, principalmente quando se efetuam mudanças fundamentais na empresa.

O 2º tipo de trabalhos da classe contém as contribuições de Howard e Matheson (1980), Shachter (1984), Howard (1989) e Tatman e Shachter (1990). Tais trabalhos ocupam-se da modelagem probabilística acerca do ambiente e da situação de decisão. Deve-se notar que todos os trabalhos do 2º tipo baseiam-se numa ferramenta, inicialmente apresentada por Howard e Matheson (1980), que é o **Diagrama de Influência**, uma generalização das Árvores de Decisão. Segundo Shachter (1984), um Diagrama de Influência é uma estrutura gráfica para modelar decisões e variáveis aleatórias, explicitando as dependências probabilísticas e os fluxos de informações numa situação de decisão. Serve como auxílio efetivo de comunicação para captar a experiência do pessoal conhecedor da situação de decisão. De acordo com Howard e Matheson (1980), o Diagrama de Influência pode ser transformado, dentro de certas regras, para formar representações alternativas de problemas de decisão. Tais transformações são

cruciais para converter uma situação de decisão expressa na forma mais facilmente descrita pelo tomador de decisão numa forma mais adequada ao analista da decisão.

Todos os trabalhos do tipo citado, baseados na metodologia do Diagrama de Influência, combinam, para a tomada de decisão, os elementos do ambiente e aqueles sob o controle do tomador de decisão. A parcela do Diagrama de Influência referente ao ambiente retrata o estado de informação do tomador de decisão com relação ao mesmo. Em Howard (1989), esse estado de informação é denominado **Mapa de Conhecimento** acerca do ambiente.

Pode-se sintetizar a discussão sobre a presente classe de trabalhos da seguinte forma:

- . A formação e a administração de **Redes de Suprimento** é uma postura adequada do ponto de vista do consumidor final, podendo ser adotada dependendo da maior ou menor possibilidade de se definir de forma ampla as fronteiras do sistema de produção.
- . Uma vez definidas as fronteiras do sistema de produção (de forma ampliada ou não) é de interesse conhecer o que ficou externo às fronteiras e que é relevante ao sistema de produção - seu **ambiente**. É importante saber como este influi sobre a empresa e como a empresa pode redefinir seu ambiente. As influências podem ser **diretas ou indiretas**. São de particular interesse as **movimentações** no ambiente e

na empresa resultantes de modificações relevantes num ou noutro. Os **Diagramas de Influência** e os **Mapas de Conhecimento** podem ser de grande auxílio, como instrumentos para registrar e analisar o impacto sobre a empresa dos elementos do ambiente.

**E - Aprendizado e Aperfeiçoamento:** nesta classe de metodologias o foco das atenções é o aprendizado que a empresa pode conseguir, seja com relação ao meio-ambiente, seja em relação à sua própria operação. Em função desse aprendizado é possível à empresa aperfeiçoar a sua operação e se tornar mais competitiva. O elemento tempo, nesta classe, assume posição de destaque pois aprendizado e aperfeiçoamento ocorrem ao longo do mesmo.

Merchant (1982) descreve como um modelo de controle por "feedback" pode incorporar um componente de aprendizado. Isto é feito através do entendimento de como as entradas do sistema de produção se relacionam aos resultados obtidos, o que permite regular o sistema de produção para melhorar os resultados.

Checkland (1985) destaca, dentro da abordagem da "Soft Systems Methodology", já discutida anteriormente, o aspecto de aprendizagem, em contrapartida ao pensamento sistêmico da linha "hard" que visa o atingimento de objetivos. A aprendizagem, conforme comentado anteriormente, permite a obtenção de aperfeiçoamento, e

este pode ocorrer segundo um processo que não tem final.

Hayes (1985) aborda a questão da integração temporal comparando dois padrões distintos de aperfeiçoamento: (a) a obtenção de "**breakthroughs**", predominantemente americana, onde grandes mudanças são buscadas para se conseguir uma grande vantagem competitiva; (b) a obtenção de **pequenas melhorias**, predominantemente japonesa. Embora os dois padrões possam levar a empresa a uma mesma posição, cada um deles traz demandas diferentes para a organização (por exemplo de capital e de pessoal) e a expõe a diferentes riscos.

Senge (1990) discute um novo papel do líder, qual seja o de desenvolver organizações que aprendem. São descritas novas funções, qualificações e técnicas para o líder conseguir tal efeito. Um dos pontos de maior relevância é o de se conseguir uma organização com **aprendizado adaptativo** e com **aprendizado proativo** (que antecipe fatos e necessidades).

A síntese, no caso desta classe de trabalhos, é a seguinte:

- . A empresa competitiva deve **aprender** com o meio ou consigo própria, e aperfeiçoar suas operações, de **forma adaptativa ou proativa**.
- . O aperfeiçoamento requer a adoção de uma **estratégia de integração temporal** que pode ser de dois tipos básicos: (a) "**breakthrough**"; (b) **aperfeiçoamento**

**contínuo.** Deve notar que os dois tipos básicos não são conflitantes, podendo ser adotados simultaneamente.

Como consideração final para o capítulo, nota-se que as Metodologias Globais de Gestão da Produção estão menos desenvolvidas na questão de tratamento de interdependências e de integração do que as denominadas Outras Metodologias de Gestão Relevantes. O MIDO, foco principal das atenções neste trabalho, procura contribuir para cobrir as lacunas identificadas na área de gestão da produção, utilizando, inclusive, para esse fim, conceitos e ferramentas das Outras Metodologias de Gestão Relevantes.



## 5. SISTEMAS FÍSICO E DE GESTÃO DAS OPERAÇÕES, FUNÇÕES DE GESTÃO DAS OPERAÇÕES E DIMENSÕES PARA INTEGRAÇÃO

### 5.1. Introdução

Este capítulo traz os conceitos fundamentais para o desenvolvimento do trabalho. Tais conceitos incluem parte daqueles de ordem sistêmica, apresentados no capítulo 4, bem como alguns definidos especificamente para o desenvolvimento deste trabalho. A partir das dimensões Hierarquia de Decisões, Sistema Físico, Ambiente e Tempo são definidas as quatro formas de interdependência e de integração que, juntamente com as Funções de Gestão das Operações, constituem o foco principal do trabalho - o MIDO.

### 5.2. Conceitos sobre Sistemas de Produção

Os sistemas de interesse para o presente trabalho estão entre aqueles em que se desenvolvem atividades humanas com algum propósito. Particularmente, o foco de atenção deste trabalho recai sobre os **Sistemas de Produção** (ou de Operações). A Figura 5.1 apresenta o que está sendo considerado como sistema de produção no presente estudo. Esta figura contém algum detalhe do chamado **Ambiente** do Sistema de Produção, assim como outros Sistemas (Logístico,

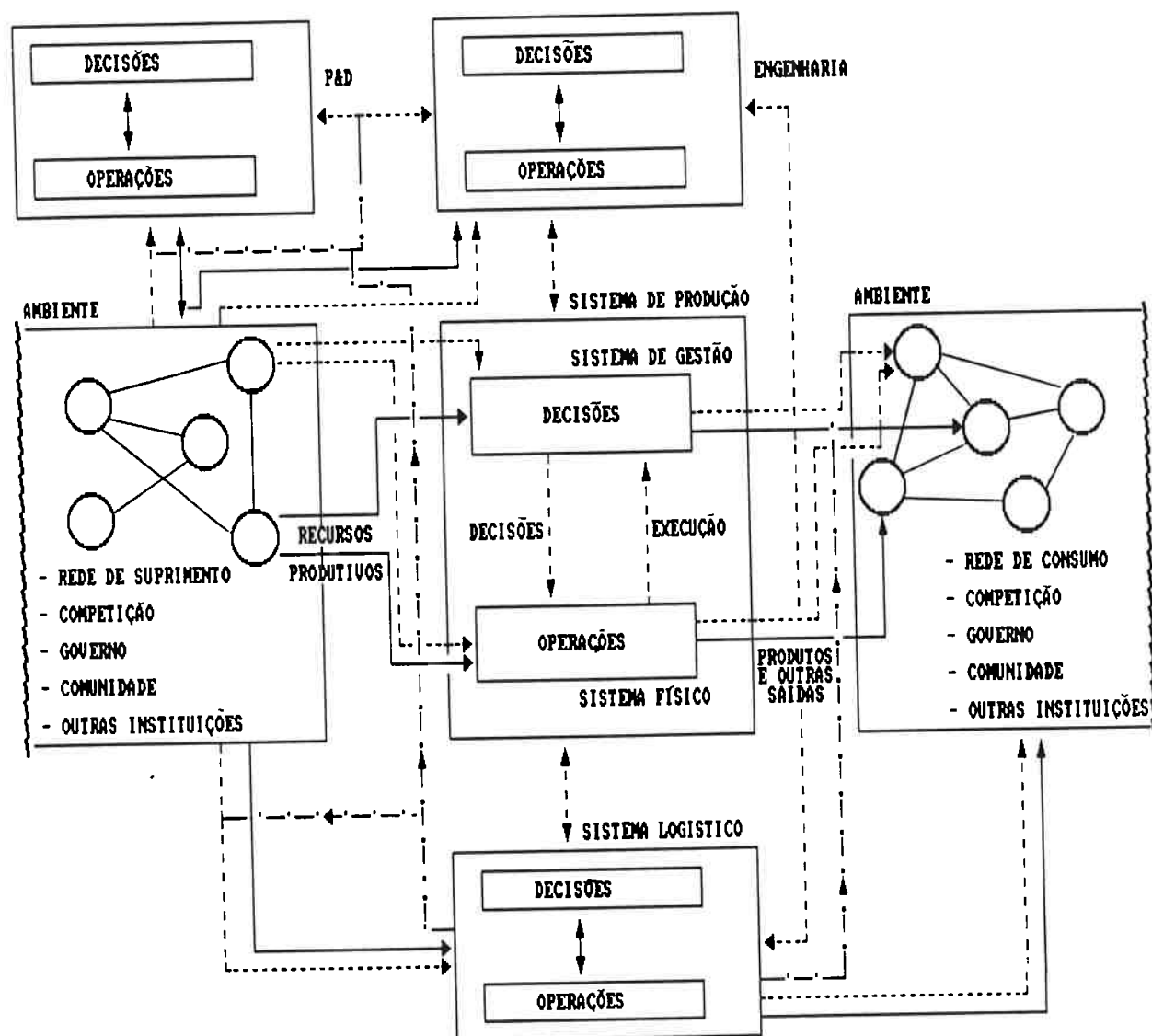
de Engenharia e de Pesquisa e Desenvolvimento) que pela sua importância são destacados.

Os elementos básicos da Figura 5.1 são os seguintes:

- **Sistema de Produção**
- **Sistema Logístico**
- **Engenharia**
- **Pesquisa e Desenvolvimento**
- **Ambiente**

Os quatro primeiros elementos são formados por dois subsistemas, a saber: **Subsistema Físico** e **Subsistema de Gestão**.

Os subsistemas físicos realizam as **Operações** Produtivas propriamente ditas dos sistemas de produção, logístico, de Engenharia e de P&D. Tais subsistemas empregam **Recursos Produtivos** (materiais, mão-de-obra, equipamentos e instalações, informações, serviços, energia, etc.), realizam as **Operações** (interações entre os recursos produtivos) e geram **Produtos** (Bens e/ou Serviços) assim como **Outras Saídas** (refugos, poluição, sub-produtos, etc.). Os produtos atendem a necessidades de **Clientes**. Os clientes podem participar (ativamente ou não) das operações que criam o produto.



NOTAÇÃO:

- FLUXO FÍSICO
- FLUXO DE INFORMAÇÃO
- · - · - GESTÃO DE UM FLUXO

**FIGURA 5.1. - SISTEMA DE PRODUÇÃO, AMBIENTE E OUTROS SISTEMAS RELEVANTES**

Observe que os clientes da Engenharia são o Sistema de Produção e o Sistema Logístico. O cliente de P&D é a Engenharia. Os clientes do Sistema Logístico são a P&D, a Engenharia, o Sistema de Produção e a Rede de Consumo, além dele próprio. Está-se supondo que o foco da análise seja o Sistema de Produção e que, portanto, os Sistemas Logístico, de Engenharia e de P&D tenham atuação voltada para o Sistema de Produção.

O subsistema de gestão toma **Decisões** com relação às operações realizadas pelo subsistema físico contido no mesmo sistema que o anterior. Além disso, o subsistema de gestão tem também o papel de **Monitorar e Controlar** a atuação do subsistema físico. Finalmente, cabe também ao subsistema de gestão a função de **Interligação** com os outros sistemas em consideração. Caso se considere a gestão do sistema de produção, ela deve realizar a interligação com a Engenharia, a P&D, o Sistema Logístico e o Ambiente. O subsistema de gestão pode se apresentar hierarquizado segundo dois ou mais níveis de decisão interrelacionados. No caso de se ter dois níveis são bastante comuns as designações **Estratégico e Tático** para os mesmos, sendo que o nível de decisão mais abrangente é o estratégico. Em geral, nesta situação, a ligação com os outros sistemas fica principalmente a cargo do nível estratégico, enquanto que a monitoração e o controle da atuação do subsistema físico fica, predominantemente, a cargo do nível tático.

Focalizando a atenção sobre o sistema de produção, é importante considerar que o mesmo tem, explicitamente ou não, **Missão** e **Política**. Uma **Missão**, de acordo com Ackoff (1981, pp.107-108) é um propósito bastante geral que pode dar sentido aos indivíduos de uma organização e à tudo que eles fizerem. Por indivíduos entende-se, aqui, os "**stakeholders**" da empresa. Uma **Política**, de acordo com Davis e Olson (1985, p.301) define os limites para o comportamento aceitável e expressa valores morais e éticos, limites para as decisões, e padrões (normas).

Além de missão e política, o sistema de produção deve permitir o atingimento de resultados pretendidos através de suas ações. Há duas categorias de resultados:<sup>(1)</sup>

- **Metas**
- **Objetivos**

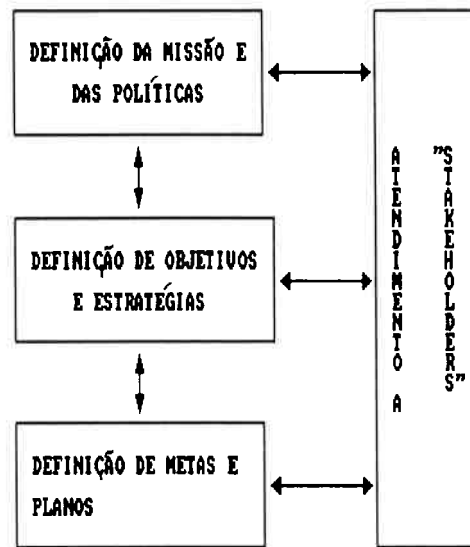
Por **Metas** entende-se os fins que se espera atingir dentro do período coberto por um **Plano**.

Por **Objetivos** entende-se os fins que não se espera atingir dentro do período coberto pelo plano, mas se espera obter progresso, no seu sentido, dentro daquele período. Aos objetivos estão associadas as **Estratégias Competitivas** do

(1) Na realidade é possível definir mais de duas categorias, dependendo do horizonte de tempo considerado.

Sistema de Produção. Estratégias são enfoques gerais para atingir os objetivos. Os objetivos são ligados aos "stakeholders".

A discussão anterior pode ser sintetizada na Figura 5.2.



**FIGURA 5.2. - SÍNTESE DOS CONCEITOS DE MISSÃO E POLÍTICAS OBJETIVOS E ESTRATÉGIAS, E METAS E PLANOS**

Retornando aos elementos básicos da Figura 5.1., pode-se agrupá-los em três categorias:

- Sistema Tecnológico
- Sistema de Valor
- Sistema Logístico

O **sistema tecnológico** é composto (ver Figura 5.1) pelos sistemas de P&D e de Engenharia e a sua finalidade é suprir o sistema de produção e o sistema logístico de **tecnologia**, tanto de **transformação** como de **gestão**. O sistema de P&D gera o conhecimento necessário para que o sistema de Engenharia possa projetar o sistema de produção e o sistema logístico.

O **sistema de valor** é composto pela **rede de suprimentos**, pelo **sistema de produção** (cadeia de valor) e pela **rede de consumo**. O sistema de valor tem por finalidade **adicionar valor** aos insumos, dentro dos seus sucessivos estágios de transformação, até a obtenção do produto final.

O **sistema logístico** tem como finalidade **suprir de recursos** os sistemas de produção, de P&D, de Engenharia e a Rede de Consumo, além dele próprio. Alguns exemplos de recursos são: materiais, equipamentos e instalações, energia, serviços, recursos humanos, informação, clientes e produtos. Vale destacar que o suprimento de atividades internas a cada um dos sistemas mencionados é realizado por função logística interna aos mesmos. Deve haver, é claro, sincronismo entre o sistema logístico e essas funções.

Evidentemente, pode-se perceber que, além das inter-relações mencionadas, há também o **fluxo financeiro** que é contrapartida a algumas daquelas inter-relações.

Observando novamente a Figura 5.1, verifica-se que há duas parcelas do mesmo denominadas de **Ambiente**. Dentro de cada uma delas foi, inclusive, feita uma lista de subsistemas que pode conter: redes de suprimento e de consumo, competidores (que disputam com o sistema de produção em análise seja o fornecimento de recursos, seja o fornecimento de produtos), governo, comunidade e outras instituições. A resposta à questão do que é Ambiente e do que não é Ambiente não é tão simples como pode parecer pelo que está apresentado na Figura 5.1. Inicialmente é preciso definir o que vem a ser Ambiente. Se buscarmos a definição de Ambiente na Literatura encontramos posições bastante diversas. Segundo Churchman (1972, pp.58-59), o ambiente de um sistema é composto pelos itens (pessoas, instituições, elementos da natureza, etc.) que afetam o atingimento dos objetivos do sistema mas sobre os quais o sistema não consegue exercer influência (ou consegue exercer influência muito pequena). Em Ackoff (1981, p.90) encontra-se a seguinte classificação para o ambiente de uma empresa: (a) Ambiente transacional, consistindo dos elementos com os quais a empresa interage diretamente (p. ex. clientes, fornecedores, competidores, governo, etc.) e (b) Ambiente contextual, consistindo de tudo o mais, além do ambiente transacional, que afeta a empresa e sobre o qual a empresa não tem controle e, na melhor das hipóteses, exerce pequena influência, tais como as condições econômicas gerais, o tempo e os gastos governamentais. O trabalho de Jones (1982) discute especificamente o que é Ambiente e



utiliza a conceituação apresentada para orientar na definição da fronteira do sistema estudado. Um conceito inicial utilizado por Jones (1982) é o de sistema: "conjunto de elementos com inter-relações entre os mesmos". Um sistema é representado pelo autor com uma rede em que os nós são os elementos do sistema e os arcos são as suas inter-relações. Representação "em rede também é utilizada para o Ambiente. Uma inter-relação existe entre os elementos A e B se o comportamento de ao menos um dos dois for influenciado pelo comportamento do outro. Jones (1982) apresenta os seguintes Princípios para a fixação da fronteira do sistema, a saber:

- 1.A fronteira do sistema está relacionada ao propósito do estudo (objetivo da análise). O "comportamento de interesse" deve ser especificado, e todos os elementos que apresentam tal comportamento devem estar dentro do sistema.
- 2.A fronteira do sistema está associada à esfera de influência do "cliente" (possuidor de poder para efetuar mudanças).<sup>(1)</sup> Todos os elementos sob a influência direta do "cliente" devem ser especificados e incluídos no sistema.
- 3.Todos os percursos envolvendo inter-relações conectando elementos sob influência direta a elementos que

---

(1) A designação "cliente", feita por Jones (1982), pode ser associada a tomador de decisões, que deverá considerar o interesse dos "stakeholders" do sistema, incluindo aí os clientes.

apresentam o comportamento de interesse, devem ser incluídos no sistema.

4. Tudo o mais deve ser considerado externo ao sistema. Dos elementos externos ao sistema, aqueles do ambiente influenciam o sistema, mas o sistema não influencia tais elementos.

Os princípios propostos por Jones (1982) necessitam de uma pequena complementação pois há elementos do ambiente que podem ser influenciáveis pelo sistema, embora em nível reduzido. Deve também se considerar que a influência direta (Princípio 3) não significa controle total, necessariamente.

Uma observação relevante é a de que os Princípios 2 e 3 podem ser acompanhados da definição da Área de interesse para o estudo.

No que diz respeito ao Ambiente do sistema analisado, uma vez delimitado, poderá haver comportamento variado, dependendo dos elementos nele situados. Uma possível classificação para o Ambiente do sistema é a seguinte: (a) **Plácido**; (b) **Restritivo**; (c) **Incerto**; (d) **Conflituoso**. Cada uma dessas classes denota o comportamento do Ambiente com relação ao sistema de produção em estudo.

O ambiente Plácido é aquele que não exerce influência sobre o sistema de produção ou a influência exercida é pequena. Na

prática corresponderia a uma situação de ampliação da fronteira do sistema de produção sendo que o que ficou externo à fronteira é de pequena relevância.

O ambiente Restritivo é aquele que impõe ao sistema de produção restrições (sob condições de certeza) quanto ao nível de recursos, ao volume de atividades, à região de atuação, etc.

O ambiente Incerto, além de impor restrições ao sistema de produção, contém o elemento probabilístico. O nível de uma restrição poderá ser aleatório, bem como o comportamento dos clientes do sistema, por exemplo.

O ambiente Conflituoso, além de impor restrições e de conter aleatoriedades, traz um comportamento adicional que é o de conflito de interesses com relação ao sistema de produção. Os competidores, de forma explícita, surgem neste tipo de ambiente.

A intensidade com que o Ambiente atua sobre o sistema de produção pode também variar, exercendo maior ou menor pressão sobre o mesmo. No caso de ambiente conflituoso, pode-se ter uma situação com alto grau de instabilidade (aleatoriedades) e com elevada agressividade (pela competição).

Na prática é possível que o ambiente do sistema de produção esteja subdividido em segmentos e, em cada um dos segmentos, um específico comportamento ocorra.

### **5.3. Definição de Funções de Gestão das Operações**

Na descrição de um sistema é comum encontrar, além dos vários itens já discutidos, os seguintes: **componentes (ou subsistemas), recursos e administração** (ver, por exemplo, Churchman (1972, p.51)).

Os subsistemas, assim como o Sistema mais amplo do qual faz parte, executam operações. Estas operações permitem a obtenção de determinadas saídas.

Os recursos representam os meios que podem ser empregados pelo sistema para a execução de atividades por parte dos subsistemas e da administração.

A administração toma decisões com relação ao sistema e aos subsistemas, orientando a execução de operações e realizando a alocação dos recursos para tal. A administração pode ser entendida como um conjunto de funções de decisão que atuam sobre os subsistemas.

O Sistema Físico de Produção executa um conjunto de operações, empregando os chamados recursos produtivos. As funções de decisão que no seu conjunto administram o sistema físico de produção, são chamadas **Funções de Gestão das Operações**. Essas funções, vistas como um todo, constituem o **Sistema de Gestão das Operações**.

As operações realizadas pelo sistema físico dão origem às funções de gestão. A cada operação corresponde uma função de gestão e vice-versa. Operações que possuem alguma forma de interação (p. ex. fluxo de material), dão origem a interdependências entre as funções de gestão. **A interação entre funções de gestão se dá através de fluxo de informação**. As funções de gestão da produção podem ser **hierarquizadas**, ou seja, cada função pode ser desagregada em outras funções, de forma interligada, visando facilitar o processo de decisão. Pode-se considerar, também, uma função de decisão mais abrangente, de nível estratégico, na qual as outras funções estão ligadas. Caso identifiquemos todas as funções de gestão necessárias à administração do sistema e as suas interações, teremos obtido o Sistema de Gestão das Operações (ou Rede de Decisões).

As funções de gestão das operações, para executar suas atividades, utilizam, além das informações, um conjunto de recursos, a saber: materiais, pessoal, equipamentos, modelos, etc. Tais recursos devem ser providos do Ambiente

até o Sistema Produção através do Sistema Logístico. Uma vez no Sistema de Produção, a alocação de tais recursos às funções de gestão e a sua efetiva disponibilização deverão ocorrer para que as funções de gestão possam executar suas atividades.

É importante considerar<sup>o</sup> que os itens listados para se descrever um sistema são igualmente válidos para se descrever um subsistema. Vale a pena, portanto, estabelecer uma comparação entre os itens quando se consideram um sistema e seus subsistemas. Isto é feito no Quadro 5.1. Neste Quadro supõe-se que exista uma hierarquia de decisões. Caso tal hierarquia não exista, a última coluna do Quadro 5.1 não terá divisão e todas as decisões (globais e detalhadas) serão tomadas de uma só vez.

Quando consideramos uma empresa, pode-se focar a mesma do ponto de vista sistêmico ou do ponto de vista "departamental". Enquanto no corte sistêmico estamos interessados nas funções que são executadas e no seu agrupamento em subsistemas, no corte "departamental" a empresa é observada através de seu organograma que apresenta os vários segmentos da mesma. Os dois cortes levam à observação de aspectos distintos da empresa. A visão sistêmica permite verificar se, do ponto de vista funcional, a empresa se apresenta bem estruturada. A visão organizacional permite examinar a alocação das funções a

setores da organização. Assim, enquanto na vertente sistêmica se procura projetar a empresa em termos de um conjunto de funções que permitam à mesma atingir objetivos, na vertente organizacional pode-se verificar se tais funções existem, se estão adequadamente alocadas e se estão sendo devidamente executadas.

| <b>CARACTERÍSTICAS</b><br><b>NÍVEL</b> | <b>OBJETIVO</b>                   | <b>COMPONENTES</b> | <b>AMBIENTE</b>                                 | <b>RECURSOS</b>  | <b>ADMINISTRAÇÃO</b>  |
|--|-----------------------------------|--------------------|---|--|---|
| <b>SISTEMA</b>                         | <b>GLOBAL</b>                     | <b>SUBSISTEMAS</b> | <b>ASPECTOS IMPORTANTES NÃO CONTROLÁVEIS</b>    | <b>TOTAIS, A SEREM ALOCADOS AOS SUBSISTEMAS</b>                      | <b>TOMA DECISÕES COM RELAÇÃO AO SISTEMA</b>   |
| <b>SUBSISTEMAS</b>                     | <b>LOCAL, COERENTE COM GLOBAL</b> | <b>PARTES</b>      | <b>PARCELA DO AMBIENTE E DEMAIS SUBSISTEMAS</b> | <b>PARCIAIS, A SEREM ALOCADOS AS PARTES QUE COMPÕEM O SUBSISTEMA</b> | <b>PLANEJA E CONTROLA O SUBSISTEMA, RESPEITANDO AS DECISÕES TOMADAS NO NÍVEL DO SISTEMA</b> |

**QUADRO 5.1. - COMPARAÇÃO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DE UM SISTEMA E DE SEUS SUBSISTEMAS**

#### **5.4. Interdependência e Integração. Dimensões para Integração**

O conceito de interdependência tem origem na observação das operações realizadas pelo Sistema Físico de Produção. Tais operações apresentam interdependência em função de fluxos de

materiais existentes entre as mesmas, do uso de recursos comuns (p. ex. mão-de-obra, instalações e equipamentos), de aspectos técnicos do processo de produção (p. ex. uma certa característica do produto, numa operação, dependendo do que ocorreu em uma outra operação), etc. Assim, **interdependência** entre duas operações significa que segundo algum conjunto de variáveis relevantes, os resultados apresentados por uma das operações depende das decisões tomadas com relação à mesma bem como das decisões tomadas com relação à outra operação. Assim, as decisões tomadas com relação a operações interdependentes não devem ocorrer de forma isolada, a menos que a interdependência seja extremamente fraca. Conforme já descrito no capítulo 4, há três casos básicos de interdependência (Thompson, 1967), que são os seguintes:

- . Interdependência de Associação
- . Interdependência Sequencial
- . Interdependência Recíproca

Os três casos de interdependência mencionados consideram **pares** de subsistemas (funções). Além disto, as interdependências são definidas por Thompson (1967) a partir de **entradas** e **saídas** dos subsistemas, sendo adequadas ao estudo dos fluxos de produção e dos fluxos de informação associados. Como dito anteriormente, não é essa a única forma de interdependência, ou seja, não é necessário haver fluxos para que haja interdependência. Desta forma, uma



adequada definição dos casos de interdependência deve contemplar: (a) A ocorrência de interdependências entre diversas funções; (b) A possibilidade de se ter interdependências que não só ligadas a fluxos. Estas duas observações levam à conclusão que alguns casos de interdependência adicionais aos propostos por Thompson (1967) devam ser considerados. A lista completa de casos básicos, apresentada conforme se considere duas ou mais funções, é a seguinte:

**. Interdependências entre pares de funções**

- \* Associação
- \* Sequencial
- \* Recíproca
- \* Outros sinergismos (comunalidades, interferências, etc.)

**. Interdependências entre n-uplas de funções**

- \* Sinergismos entre 3 ou mais funções

Uma primeira consequência advinda dos casos listados está ligada à adoção do termo "sinergia" significando que devem ser identificados os pontos onde as mesmas ocorrem (pela própria natureza do processo produtivo, por exemplo) e onde se decida que devam ocorrer (p. ex. formação de um grupo de trabalho para lançar um novo produto, desde a fase de desenvolvimento até a de comercialização).

Uma segunda consequência está ligada aos mecanismos de coordenação dos casos básicos de interdependência. Tais mecanismos tem como objetivo alcançar a **integração** entre as funções envolvidas. Os mecanismos de coordenação estão apresentados no Quadro 5.2 a seguir. Os dois casos básicos adicionais àqueles propostos por Thompson (1967) tem mecanismo de coordenação dependente do tipo de sinergismo. A questão básica aqui envolvida é a seguinte: na interdependência seqüencial cada uma das funções envolvidas pode ser analisada **individualmente** (planejada) desde que não se despreze a interação com a(s) outra(s) função(ões) com a(s) qual(is) ela interage; na interdependência recíproca a análise das funções apenas pode ser feita **simultaneamente**. Por isso, a análise dos dois casos adicionais depende da específica forma de sinergismo. Exemplificando, se se tiver duas funções que utilizam um certo recurso em comum (digamos tempo de mão-de-obra), elas poderão ser consideradas através de planos considerando o sinergismo existente entre as mesmas na análise de uma das funções e não considerando na outra; se se tiver uma certa atividade cuja execução é feita por duas funções e a atividade for um todo indivisível, a coordenação das duas funções deverá ser feita através de ajuste mútuo. Note que em nenhum dos dois exemplos existe fluxo, como ocorre na concepção original de Thompson (1967).

| CASOS BÁSICOS DE INTERDEPENDÊNCIA         | MECANISMOS DE COORDENAÇÃO   |
|---|---|
| ASSOCIAÇÃO                                | REGRAS  |
| SEQUENCIAL                                | PLANOS  |
| RECÍPROCA                                 | AJUSTE MÚTUO  |
| OUTROS SINERGISMOS ENTRE PARES DE FUNÇÕES | PLANOS OU AJUSTE MÚTUO, DEPENDENDO DO TIPO DE SINERGISMO                |
| SINERGISMOS ENTRE TRÊS OU MAIS FUNÇÕES    | PLANOS OU AJUSTE MÚTUO, <sup>(1)</sup> DEPENDENDO DO TIPO DE SINERGISMO |

#### QUADRO 5.2. - MECANISMOS DE COORDENAÇÃO

Os conceitos de interdependência e integração podem ser relacionados de uma forma particularmente adequada ao presente estudo. No Quadro 5.3 é abordado este relacionamento.

---

(1) Neste caso envolvendo mais do que duas funções simultaneamente.

O Quadro 5.3 traz alguns desenvolvimentos com relação aos conceitos de interdependência e integração. São eles:

- . A interdependência, caso necessário considerar, e não tendo a integração como contrapartida, pode levar a erros ou pode estar protegida por folga planejada.
- . A interdependência diferencial, ou seja, as funções só interagem de forma proposital, pode ser criada e a integração entre as funções correspondentes pode ser efetuada. Essa criação de interdependência e a realização da integração podem ser motivadas por uma vantagem competitiva que pode ser obtida pela empresa. Como exemplo pode-se citar a situação em que a empresa pode ter um novo fornecedor de matérias-primas e fazer com ele algum tipo de aliança, conseguindo uma vantagem competitiva na aquisição dos insumos.
- . A interdependência diferencial não efetuada ou leva o sistema a operar com competitividade relativa reduzida ou pode ser compensada por folga existente (planejada). No exemplo anterior, talvez seja possível à empresa adquirir os insumos de que necessita dentro de condições de prazo e qualidade desejáveis, por especificar a compra com tolerâncias apertadas.

| INTEGRAÇÃO<br>INTERDEPENDÊNCIA   | EFETUADA  | NÃO-EFETUADA   |
|--|---|--|
| NECESSÁRIO CONSIDERAR PARA GARANTIR CONDIÇÕES MÍNIMAS DE OPERAÇÃO E ATENDIMENTO AO MERCADO | EMPREGAR MECANISMO DE COORDENAÇÃO ADEQUADO                              | 1- ERRO, IMPLICANDO EM ATUAÇÃO INADEQUADA DO SISTEMA OU<br>2- INCLUSÃO DE FOLGA ENTRE COMPONENTES/SISTEMAS (1)                       |
| DIFERENCIAL PARA GARANTIR A COMPETITIVIDADE DO SISTEMA EM ESTUDO                           | CRIAR A INTERDEPENDÊNCIA E EMPREGAR O MECANISMO DE COORDENAÇÃO ADEQUADO | 1- SISTEMA COM COMPETITIVIDADE RELATIVA REDUZIDA (PERDA DE OPORTUNIDADE) OU<br>2- EXISTÊNCIA DE FOLGA ENTRE COMPONENTES/SISTEMAS (1) |

**QUADRO 5.3. - RELACIONAMENTO ENTRE INTERDEPENDÊNCIA E INTEGRAÇÃO**

A questão de maior interesse para este trabalho - como obter integração, precisa ter seu escopo bem definido, ou seja, é necessário que se explicita quais interdependências serão abordadas no presente estudo. Retomando a Figura 5.1. e listando os elementos básicos da mesma com vistas à identificação das interdependências possíveis, temos:

- . Sistema de Gestão de Produção
- . Sistema Físico de Produção
- . Sistema Logístico
- . Engenharia
- . Pesquisa e Desenvolvimento
- . Ambiente 1 (direto)

(1) A inclusão de folga pode ocorrer entre componentes do sistema de produção ou entre o sistema de produção e algum outro sistema do seu ambiente.

. Ambiente 2 (indireto)

O Ambiente 1 (direto) é aquele com o qual o Sistema de Produção interage diretamente. Com o Ambiente 2 (indireto) o Sistema de Produção interage através de algum componente do Ambiente 1.

Na Figura 5.3. estão apresentadas as interligações entre os elementos acima que tem interesse para o presente trabalho. O foco da atenção é o Sistema de Gestão da Produção. Por esse motivo, dois dos elementos anteriores - Sistema Físico de Produção e Sistema Logístico - vistos como executores das decisões tomadas no Sistema de Gestão da Produção, não comparecem na Figura 5.3. Alguns comentários referentes a tais sistemas serão feitos nos capítulos 10 e 11.

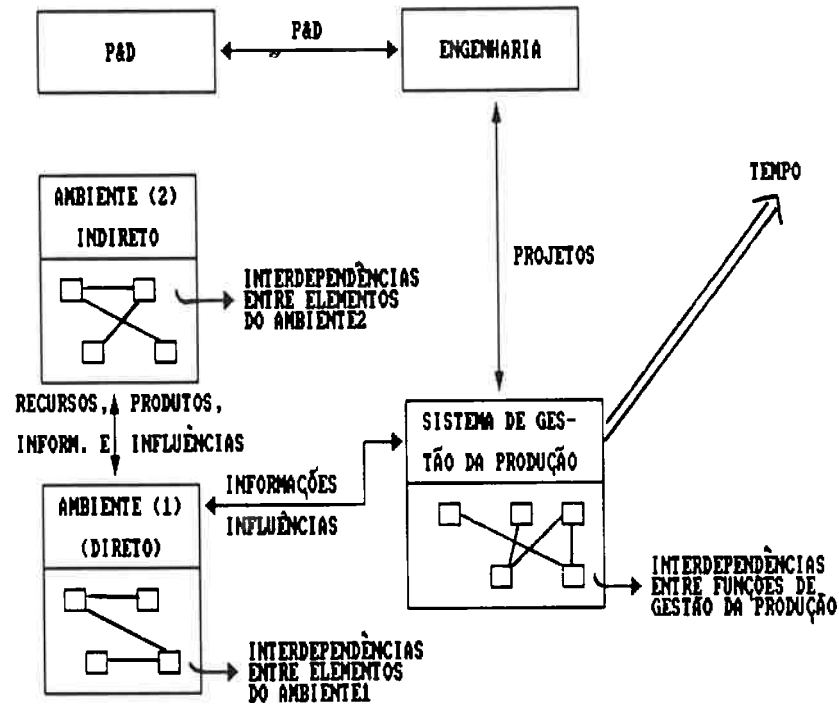
O Sistema Tecnológico será considerado no capítulo 9, ficando para o momento a análise da integração do ponto de vista do Sistema de Valor. Assim sendo, serão estudadas, inicialmente, as seguintes interdependências, ou dimensões para integração:

- . **Entre as funções de gestão da produção**
- . **Entre o sistema de gestão da produção e o Ambiente 1 (e entre este e o Ambiente 2).**
- . **Do sistema de gestão da produção, consigo mesmo, ao longo do tempo.**

Como já foi mencionado, as funções de gestão da produção são definidas a partir do **sistema físico de produção**. A interligação entre tais funções, inclusive, deve refletir as interdependências que ocorrem entre as operações do sistema físico. A **integração** entre as funções de gestão da produção permitirá que as operações do sistema físico também se integrem.

A tomada de decisão com relação a uma particular operação do sistema físico ocorre, em geral, segundo um processo de aproximações sucessivas, iniciando-se este processo através de decisões amplas e prosseguindo-se com o detalhamento das mesmas. Esse detalhamento permite verificar a **viabilidade** das decisões mais amplas. Desta forma, pode-se ter diversos níveis de decisão interligados, tais como Planejamento da Operação, Programação da Operação, etc., formando uma **hierarquia de decisões**. Para que a hierarquia funcione adequadamente é preciso que as decisões mais amplas e as mais detalhadas sejam **integradas**. Uma vez tomadas as decisões e iniciada a sua execução, entra em funcionamento o **Controle**. Em cada nível de decisão e para cada operação, o Controle irá comparar, prospectivamente, o decidido com o executado e tomará providências caso a diferença entre ambos seja relevante. Enquanto que no processo de decisão são fixadas metas e padrões a atingir, no controle se verifica se o atingimento está ou não ocorrendo. As duas formas de integração mencionadas, quando tomadas em conjunto, compõem

a chamada **integração interna** (entre as funções de gestão da produção).



**FIGURA 5.3. - INTERDEPENDÊNCIAS DE INTERESSE PARA O TRABALHO**

O Sistema de Operações, como já citado, interage com o Ambiente e estas interações devem ser consideradas pelo Sistema de Gestão. Assim, quando da tomada de uma certa



decisão, o tipo de interação existente com o Ambiente deverá ser considerado de forma adequada. A isto se dá o nome de **integração ambiental** ou **integração externa**.

Por fim, deve-se considerar o aspecto temporal. Este aspecto considera a dinâmica (evolução) do Sistema de Gestão das operações. Assim, quando se visualiza o futuro, identificam-se necessidades de **mudanças**. Isto surge em função de fatores internos e/ou externos ao Sistema de Operações. A realização do conjunto de mudanças necessárias, no Sistema de Gestão, de forma apropriada, permite obter a **integração temporal**.

Sintetizando o que foi dito até então, tem-se **três formas básicas de integração** que deverão contempladas: **interna, ambiental e temporal**. A consideração dessas integrações é fundamental para se adequar o posicionamento, a operação e a evolução do Sistema de Operações no sentido dos seus objetivos. Falhas em qualquer das integrações poderão levar o Sistema a resultados inadequados e mesmo ao fracasso. Com relação à **integração interna**, há dois tipos: **integração entre níveis de decisão e integração física**. Assim sendo, há quatro formas de integração que serão objeto de análise nos capítulos seguintes, a saber:

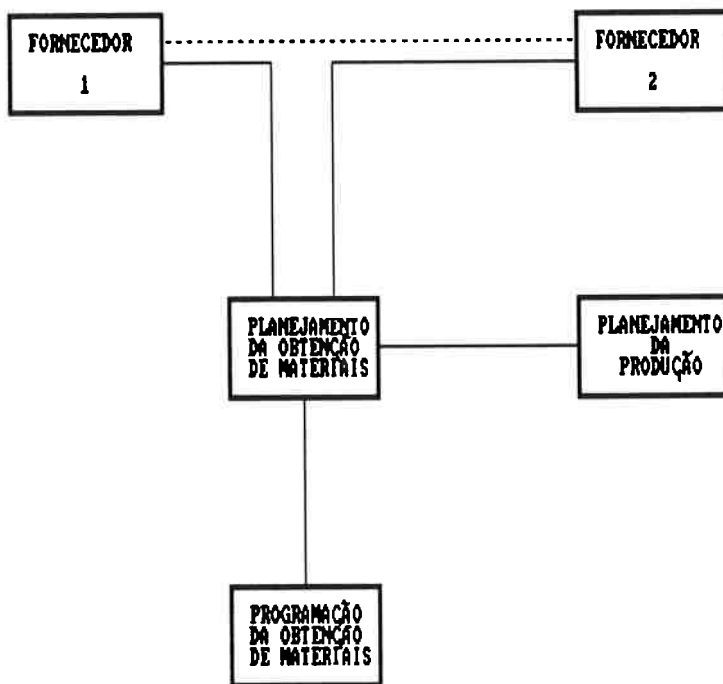
- . **Integração entre Níveis de Decisão**
- . **Integração Física**
- . **Integração Ambiental**

### . Integração Temporal

Na Figura 5.4. apresenta-se um esquema para representar as duas primeiras formas de integração. Os níveis de decisão e as operações apresentadas na Figura 5.4. são apenas exemplificativos. No exemplo, a fixação de um nível de decisão e de uma operação leva à definição de uma função de gestão. Para ilustrar as integrações definidas, o planejamento da obtenção de materiais deve levar em conta as suas interligações com outras funções de decisão referentes à obtenção de materiais (por exemplo, programação da obtenção de materiais), com outras funções de decisão referentes a outras parcelas do Sistema Físico (por exemplo planejamento da produção) e com o ambiente (por exemplo com fornecedores de materiais). Supondo que existam apenas dois fornecedores no ambiente da operação em estudo, temos o esquema da Figura 5.5. para a função de decisão citada.

| NÍVEIS DE DECISÃO \ SISTEMA FÍSICO (1) | OBTEÇÃO DOS MATERIAIS    | TRANSPORTE                         | ESTOCAGEM | PRODUÇÃO | FORNECIMENTO DOS PRODUTOS |
|--|--------------------------|------------------------------------|-----------|----------|---------------------------|
|  | PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO |                                    |           |          | FUNÇÃO DE DECISÃO         |
| PLANEJAMENTO TÁTICO                    |                          | INTEGRAÇÃO FÍSICA                  |           |          |                           |
| PLANEJAMENTO DETALHADO                 |                          | INTEGRAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE DECISÃO |           |          |                           |

**FIGURA 5.4. - REPRESENTAÇÃO DAS FUNÇÕES DE GESTÃO DA PRODUÇÃO E DAS INTEGRAÇÕES ENTRE NÍVEIS DE DECISÃO E FÍSICA**



**FIGURA 5.5. - INTEGRAÇÕES DE UMA FUNÇÃO DE DECISÃO - EXEMPLO**

(1) Omitiram-se os fluxos entre as operações para maior simplicidade da Figura 5.4.

Na Figura 5.4. observa-se que existe uma linha pontilhada ligando os dois fornecedores do exemplo. Essa linha representa uma interdependência entre sistemas que se encontram no meio-ambiente, que poderá ser de importância para o sistema em estudo, caso tenha reflexo nas interdependências do sistema com o Fornecedor 1 ou com o Fornecedor 2.

Um mesmo item constante do ambiente do sistema poderá influir em diferentes níveis de decisão referentes a uma mesma operação. Exemplificando, os competidores da empresa são considerados tanto no nível de Planejamento Estratégico do Fornecimento do Produto quando a escolha dos canais de distribuição é relevante, bem como no nível de Programação do Fornecimento de Produtos, em que o aspecto preço é considerado em detalhe.

A função de controle, que não consta da Figura 5.4., será discutida no próximo capítulo.

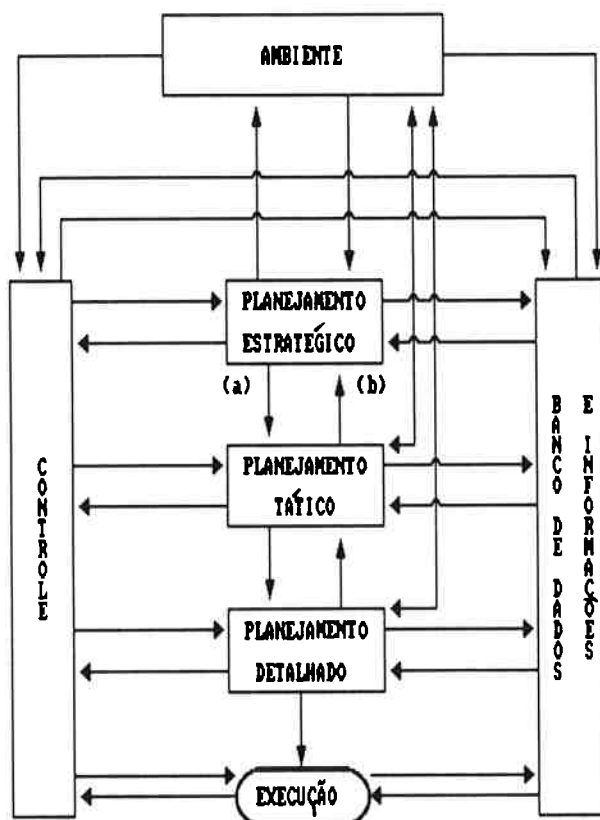
### **5.5. Considerações Finais**

Este capítulo constitui a estrutura conceitual sobre a qual o trabalho foi realizado. Todos os capítulos seguintes utilizam os conceitos aqui apresentados.

No próximo capítulo é estudada a Integração entre Níveis de Decisão. As outras formas de integração são estudadas nos capítulos 7, 8 e 9. No capítulo 10 são compostos os resultados dos capítulos 6 a 9.

## 6. INTEGRAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE DECISÃO

Seguindo os níveis de decisão Estratégico, Tático e Detalhado, as interrelações entre os mesmos se dão como na Figura 6.1.



**FIGURA 6.1. - NÍVEIS DE DECISÃO E FLUXOS DE INFORMAÇÕES**

Com relação à Figura 6.1., tem-se os seguintes comentários a fazer: 1) o arco (a) significa que decisões tomadas no nível de Planejamento Estratégico são informadas ao nível de Planejamento Tático, sendo aí consideradas como restrições; 2) O arco (b), quando empregado, significa que as restrições

dadas por (a) não podem ser atendidas e, por isso, as decisões no nível de Planejamento Estratégico devem ser revistas; 3) O nível de Planejamento Tático interage com o nível de Planejamento Detalhado de forma análoga ao exposto nos itens (1) e (2) para os níveis de Planejamento Estratégico e de Planejamento Tático; 4) Os níveis de Planejamento recebem outras informações de entrada, além das já citadas, referentes ao ambiente da empresa (por exemplo vendas de produto), a dados históricos e à operação da função Controle; 5) As informações referentes ao ambiente descrevem-no naquilo em que ele afeta a empresa; 6) Os dados históricos dizem respeito a padrões e a planos anteriores, bem como a valores obtidos na operação da empresa; 7) As informações provenientes da função Controle permitem alterar os planos ou a execução; 8) O segmento denominado Banco de Dados e Informações contém dados e informações referentes ao ambiente da empresa e ao histórico da mesma. Estas informações são utilizadas por todos os níveis de decisão, incluindo o Controle, e pela Execução; 9) O bloco de Controle recebe dados de entrada provenientes do ambiente da empresa e informações dos vários níveis de Planejamento e da Execução; 10) O bloco Execução operacionaliza o último nível de Planejamento, denominado de Detalhado. Fornece informações tanto sob a forma de dados históricos para o segmento Informação, como para o segmento Controle.

Fluxos de Informações para o Ambiente também ocorrem. Como exemplo, pode ser citada a decisão de aquisição de matéria-prima de um dado fornecedor.

No Quadro 6.1. são sintetizados os fluxos de informações entre os elementos da Figura 6.1.

| PARA<br>DE                         | PLANEJAMENTO<br>ESTRATÉGICO                                       | PLANEJAMENTO<br>TÁTICO             | PLANEJAMENTO<br>DETALHADO             | EXECUÇÃO                       | BANCO DE DADOS<br>E INFORMAÇÕES   | CONTROLE  | AMBIENTE |
|------------------------------------|---|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---|---|----------|
| PLANEJAMENTO<br>ESTRATÉGICO        | —   | DECISÕES                           | —                                     | —                              | PLANO<br>PARA SER<br>USADO COMO<br>INFORMAÇÃO<br>HISTÓRICA                              | PLANO<br>PARA<br>SER<br>CONTROLADO                                | DECISÕES |
| PLANEJAMENTO<br>TÁTICO             | INVIABILIZAÇÕES   | —                                  | DECISÕES                              | —                              | IDEM<br>ACIMA   | IDEM<br>ACIMA   | DECISÕES |
| PLANEJAMENTO<br>DETALHADO          | —   | INVIABILIZAÇÕES                    | —                                     | DECISÕES                       | IDEM<br>ACIMA   | IDEM<br>ACIMA   | DECISÕES |
| EXECUÇÃO                           | —   | —                                  | —                                     | —                              | RESULTADO DA<br>EXECUÇÃO PARA<br>SER USADO COMO<br>INFORMAÇÃO<br>HISTÓRICA              | RESULTADO<br>PARA<br>PERMITIR<br>O<br>CONTROLE                    | —        |
| BANCO DE<br>DADOS E<br>INFORMAÇÕES | INFORMAÇÕES<br>HISTÓRICAS<br>(PLANOS,<br>EXECUÇÕES E<br>AMBIENTE) | IDEM A<br>ESQUERDA                 | IDEM A<br>ESQUERDA                    | INFORMAÇÕES<br>HISTÓRICAS      | —   | INFORMAÇÕES<br>HISTÓRICAS<br>(PLANOS,<br>EXECUÇÕES E<br>AMBIENTE) | —        |
| CONTROLE                           | MODIFICAÇÕES<br>NO PLANO<br>ESTRATÉGICO                           | MODIFICAÇÕES<br>NO PLANO<br>TÁTICO | MODIFICAÇÕES<br>NO PLANO<br>DETALHADO | MODIFICAÇÕES<br>NA<br>EXECUÇÃO | REGISTRO DE DI-<br>FERENÇAS OBSER-<br>VADAS E PREVIS-<br>TAS ENTRE PLANOS<br>E EXECUÇÃO | —   | —        |
| AMBIENTE                           | DECISÕES E IN-<br>FORMAÇÕES SO-<br>BRE AMBIENTE                   | IDEM A<br>ESQUERDA                 | IDEM A<br>ESQUERDA                    | —                              | HISTÓRICO<br>SOBRE<br>AMBIENTE  | DADOS<br>PARA<br>CONTROLE   | —        |

**QUADRO 6.1. - NÍVEIS DE DECISÃO E FLUXOS DE INFORMAÇÕES**

Deve-se notar que um nível de decisão não corresponde, obrigatoriamente a um nível organizacional. O primeiro é definido sistemicamente, para realizar uma dada função,

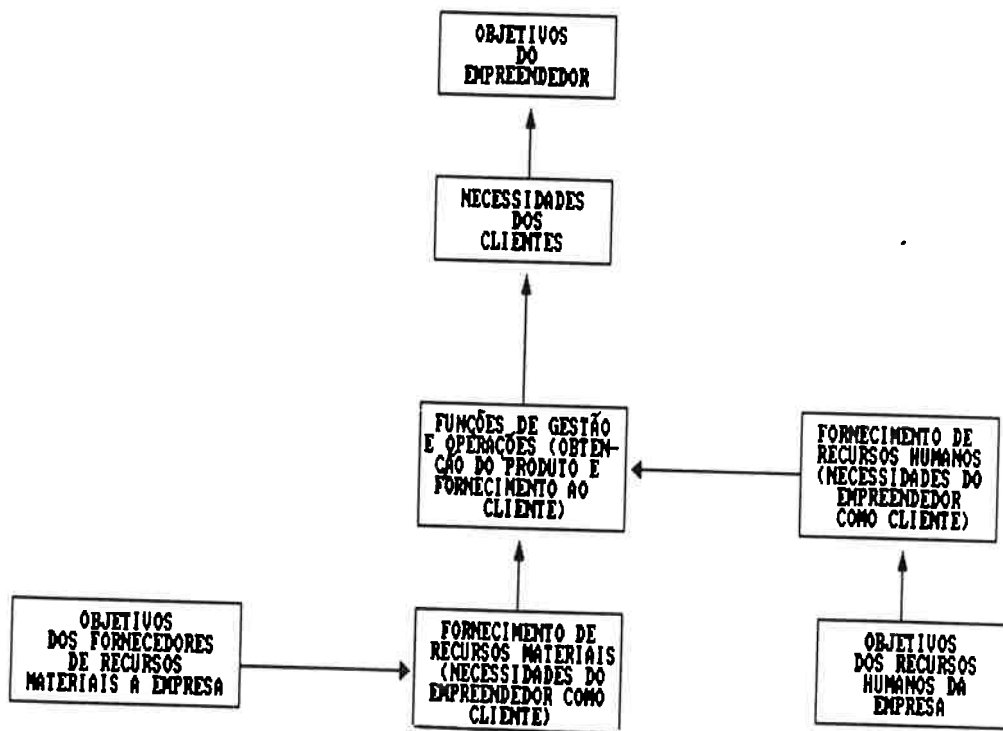


enquanto que o segundo não necessariamente executa uma função, podendo participar da execução de várias funções.

A realização do Planejamento é essencial desde que: (a) O sistema em questão tenha funções a executar e objetivos a atingir e (b) se possa influir no comportamento e na trajetória do sistema. Embora sem ser essencial, os conflitos e as incertezas devidas ao ambiente em que o sistema está mergulhado dão maior relevância ao Planejamento.

Considerando um sistema de operações, ele será implantado e administrado com o intuito de atender aos objetivos dos clientes e dos outros "stakeholders", incluindo aí o empreendedor. Em geral, os objetivos estão interligados, alguns levando a outros. A situação mais comum é aquela em que se tem os objetivos dos clientes (atendimento de necessidades através do produto) e os do empreendedor (por exemplo, o lucro), sendo que os últimos são atingidos através do atingimento dos primeiros. Esta análise pode ser complementada se observarmos que o atingimento dos objetivos dos clientes só poderá ser alcançado se as necessidades do empreendedor, seja como cliente dos fornecedores, seja como cliente dos recursos humanos, forem satisfeitos. Além disso, o Sistema de Produção, através das suas funções de gestão e das operações deverá obter o produto e fornecê-lo ao cliente, satisfazendo suas necessidades. Isto é conseguido

ao longo das operações e não só ao final das mesmas. O conjunto de objetivos a atender para os "stakeholders" citados é apresentado na Figura 6.2. Vale dizer que os objetivos e o atendimento de necessidades podem ser negociados ou impostos de forma unilateral. Os objetivos dos fornecedores e dos recursos humanos podem incluir, por exemplo, faturamento e salário, respectivamente.



**FIGURA 6.2. - RELACIONAMENTO ENTRE OBJETIVOS E ATENDIMENTO DE NECESSIDADES**

No planejamento serão definidas a trajetória futura do sistema, a utilização de recursos e a geração do produto.

Isto ocorrerá através do uso de critérios de decisão (ligados aos objetivos) e da adoção de estratégia competitiva, aplicados a alternativas de ação. Devido à dinâmica e incerteza ambientais e à própria operação do sistema, a execução e o seu resultado poderão apresentar diferenças com relação ao planejado. Em função disso, é realizada a função controle que avalia a diferença atual e prospectiva entre planejado e executado e toma providências caso essa diferença seja significativa. As providências podem ser: alterar os planos e/ou alterar a execução.

A discussão sobre planejamento começa enfocando os objetivos associados ao sistema de operações. Consideram-se as seguintes hipóteses: 1) O sistema de operações tem como função o atendimento de necessidades de clientes; 2) As necessidades dos clientes podem ser expressas por: prazo, local, quantidade<sup>(1)</sup>, qualidade e preço; 3) O objetivo do empreendedor poderá ser alcançado se a função mencionada em (1) for cumprida. Tal objetivo pode ser o lucro, o "market share", a sobrevivência, etc.; 4) Prazo, local, quantidade, qualidade e preço também são variáveis relevantes na descrição do fornecimento de recursos materiais ao sistema de produção. A fixação de valores para essas variáveis determina o que se chama de "nível de serviço" - NS (ou de atendimento). As componentes do nível de serviço estarão

---

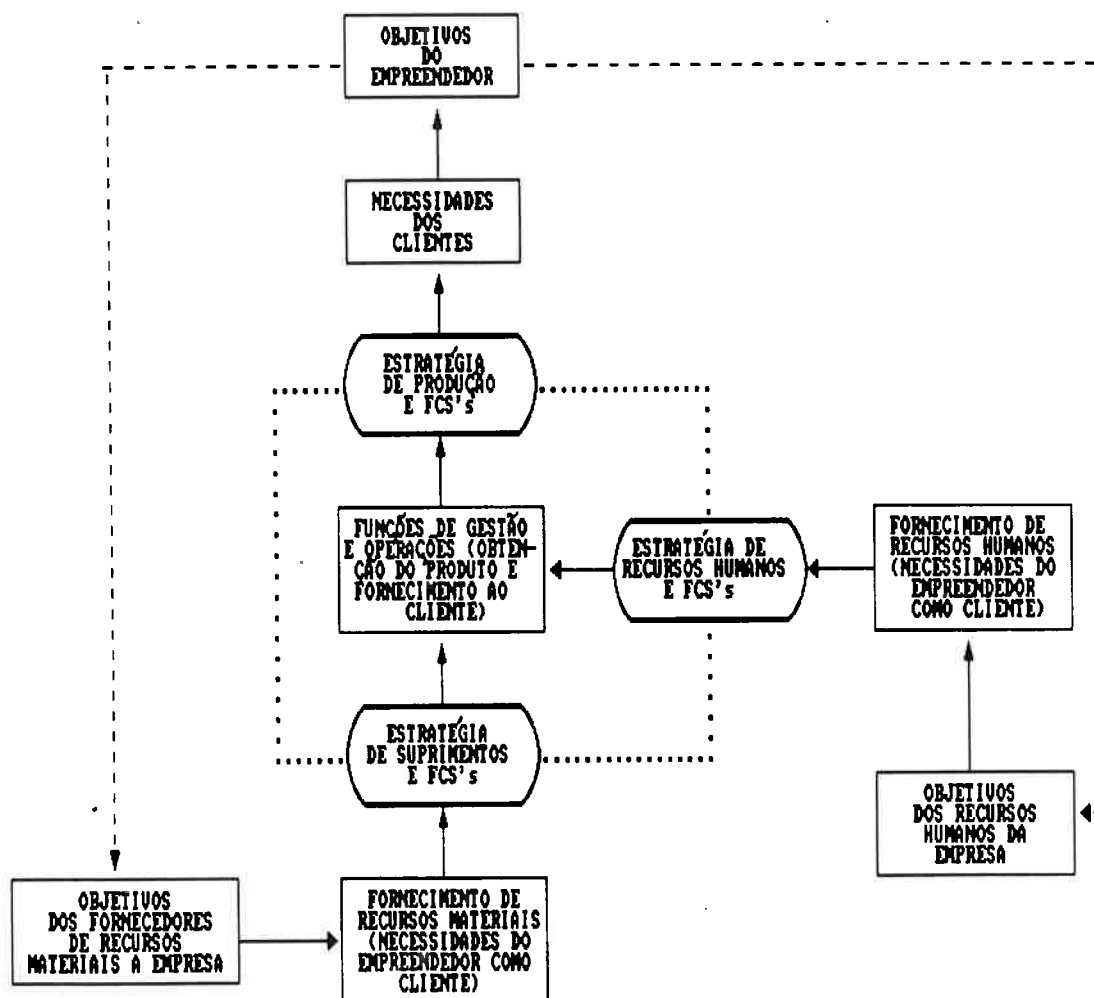
(1) Quantidade, local e prazo são, neste texto, denominados de "disponibilidade".

sendo afetadas pelo tipo de ambiente (restritivo, incerto, etc.). Isto vale tanto com relação aos clientes como com relação aos fornecedores, caso os mesmos estejam localizados no ambiente. Observa-se, também, que os tipos de ambiente podem ocorrer de forma diferente para as várias componentes do nível de serviço.

De forma análoga ao comentado para clientes e fornecedores, pode-se considerar objetivos referentes a outros "stakeholders" que interagem com o sistema de produção, tais como funcionários, comunidade, governo, etc. Para cada um destes sistemas, na sua relação com o sistema de produção, haverá um nível de serviço e, em contrapartida, o atendimento de objetivos.

Observe que quando analisamos o NS (nível de serviço) referente a clientes não podemos deixar de lado a competição. Apenas podemos considerar um cliente como da empresa se esta for melhor que seus competidores. Do ponto de vista da produção, são as seguintes as estratégias segundo as quais se pode competir: **custo, qualidade, tempo, flexibilidade e inovação**. Note que estas estratégias contém os componentes do nível de serviço conforme a definição adotada para o mesmo. Deve ficar claro que outros aspectos importantes para a competição como condições financeiras, de venda, propaganda, etc. não estão sendo aqui considerados pelo fato de o trabalho ter como escopo apenas a produção.

Na Figura 6.2., os componentes da estratégia adotada pela empresa situar-se-iam entre os "objetivos dos clientes" e as "funções de gestão e operações". Essa estratégia da produção dá origem às estratégias de suprimento e de recursos humanos. Em cada uma destas estratégias, e para cada sistema de produção, haverá um certo número de aspectos (em geral poucos) nos quais a empresa deve ter, obrigatoriamente, sucesso para que o negócio possa ter sucesso. Tais aspectos são denominados **Fatores Críticos de Sucesso (FCS's)**, conforme o capítulo 4. Ter-se-á, então, FCS's para cada uma das estratégias citadas, dado um certo sistema de produção. A Figura 6.3. explicita as Estratégias e os FCS's associados. As linhas pontilhadas indicam a coerência que deve haver entre as estratégias. As linhas tracejadas indicam que o atingimento de certos objetivos leva ao atingimento de outros. Sumarizando o que foi discutido até então acerca de objetivos é necessário identificar quais "stakeholders" interagem com o sistema de produção, quais as dimensões da interação e como essas interações afetam os objetivos dos "stakeholders". Há, ainda, que se considerar os elementos do ambiente e o tipo de relação com o sistema de produção (restritivo, incerto, etc.).



**FIGURA 6.3. - RELACIONAMENTO ENTRE OBJETIVOS, ATENDIMENTO DE NECESSIDADES E ESTRATÉGIAS**

Um aspecto importante diz respeito ao número de níveis de decisão (planejamento e controle). Na Figura 6.1. foram empregados três níveis de decisão, de forma arbitrária.

Teoricamente, bastaria um só nível de decisão para que tudo sobre o sistema de operações fosse definido. Do ponto de vista da organização das empresas é pouco comum se encontrar um só nível de decisão, embora poucos níveis de decisão (talvez um) seja uma tendência a longo prazo. Em geral, há a necessidade de vários níveis de decisão em função de alguns aspectos fundamentais: (a) Cada nível tem um escopo de atuação (p.ex.: planejamento estratégico volta-se mais para o mercado e planejamento tático volta-se mais para o sistema de produção); (b) Os indivíduos que ocupam postos de decisão em geral se especializam em certas áreas de conhecimento e terminam por ter bom desempenho num número reduzido de níveis de decisão (em geral, um); (c) Modelos globais ainda são de **difícil tratamento**, mesmo com os computadores de hoje, e (d) Dinâmica e complexidade das **interações** do sistema de produção com o ambiente, fazendo com que os aspectos do ambiente, para serem tratados adequadamente, sejam desagregados em vários níveis. Por outro lado, o número de níveis de decisão tende a decrescer devido: (a) ao custo necessário à implantação e operação dos níveis de decisão; (b) ao tempo disponível para decidir e (c) à quantidade de ruído introduzida nos fluxos de informações.

As variáveis que afetam o número de níveis de decisão, acima descritas, são válidas para uma organização e para um sistema de produção.

No Quadro 6.2. são apresentadas as características de dois diferentes níveis de decisão.

A interação entre dois níveis de decisão consecutivos se dá do modo apresentado na Figura 6.4.

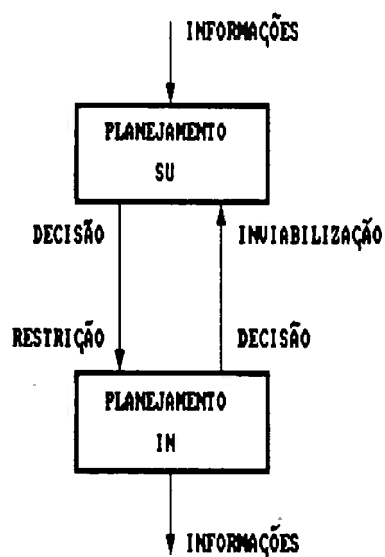
| VARIÁVEL                    | NÍVEL DE DECISÃO                              |  |
|-----------------------------|---|--|
|                             | ESTRATÉGICO                                   | TÁTICO   |
| - HORIZONTE DE TEMPO        | MAIOR   | MEMOR  |
| - PERÍODO DE REPLANEJAMENTO | MAIOR   | MEMOR  |
| - NÍVEL DE DETALHE          | MEMOR   | MAIOR  |
| - ENFOQUE                   | - DECISÕES AMPLAS<br>- LIGAÇÃO COM O AMBIENTE | - DECISÕES LOCALIZADAS<br>- ORIENTAÇÃO INTERNA |
| - REVERSIBILIDADE           | MEMOR   | MAIOR  |

#### QUADRO 6.2. - CARACTERÍSTICAS DE NÍVEIS DE DECISÃO DISTINTOS

O Planejamento feito no Nível Superior (SU) é traduzido por um conjunto de decisões acerca do sistema de operações. Para o Nível Inferior (IN) essas decisões constituem restrições. O IN toma decisões e verifica se as restrições foram obedecidas. Essa verificação pode dar origem aos seguintes resultados: 1) As decisões tomadas em SU são **viáveis** quando vistas mais detalhadamente; 2) As decisões tomadas em SU são **inviáveis** quando vistas mais detalhadamente. Neste último



caso, deverá ocorrer um fluxo de informação de IN para SU indicando a inviabilidade.

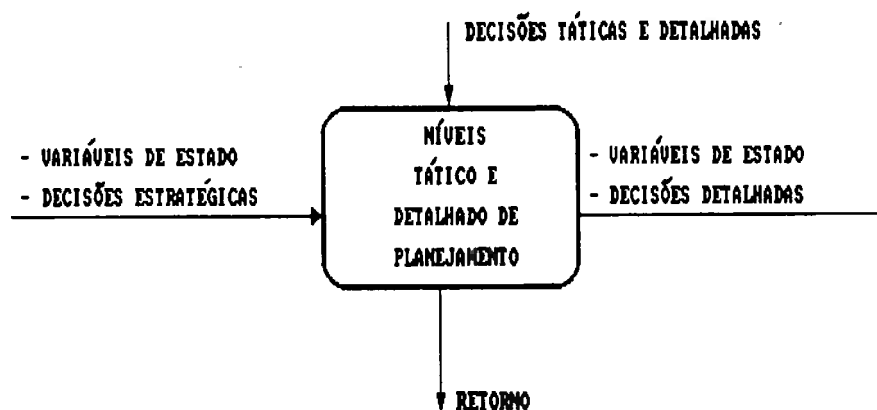


**FIGURA 6.4. - INTERAÇÃO ENTRE NÍVEIS CONSECUTIVOS DE PLANEJAMENTO**

Deve-se observar, inicialmente, qual é o problema original que se desdobrou em outros dois. Na Figura 6.5. está esquematizado o problema original, em notação de Programação Dinâmica (PD).<sup>(1)</sup> A seta horizontal do lado esquerdo fornece a informação necessária para que se possam tomar decisões. Ela inclui as decisões estratégicas provenientes do nível de decisão imediatamente superior àqueles em discussão, e variáveis de estado que descrevem a "posição" do sistema no momento da decisão (p. ex. nível dos estoques, capital

(1) A utilização de PD, feita neste trabalho, é de ordem conceitual e a escolha desta técnica foi feita pelo fato de permitir tratar individualmente as funções de decisão.

disponível para aplicação, etc.). A seta vertical superior representa a variável de decisão. Nota-se que esta decisão é um detalhamento da decisão estratégica já descrita. A seta horizontal do lado direito fornece o estado do sistema após a decisão, além da própria decisão. A seta vertical inferior representa o retorno obtido, tendo em vista as informações de entrada e as decisões tomadas.<sup>(1)</sup>



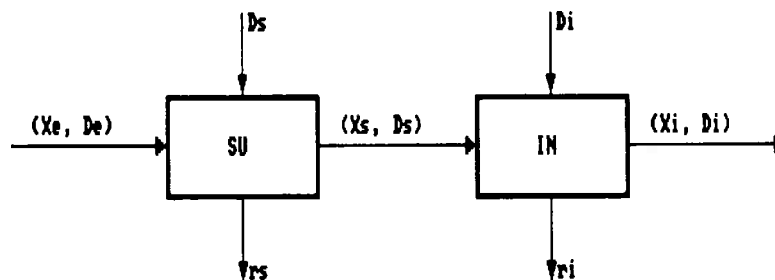
**FIGURA 6.5. - PROBLEMA ORIGINAL DE DECISÃO, DADAS AS DECISÕES ESTRATÉGICAS**

A decomposição do problema original em dois estágios consecutivos de decisão é feita a partir da Figura 6.6. Em

(1) A análise está sendo feita a partir dos níveis tático e detalhado, a título de exemplificação, podendo ser realizada a partir da consideração de qualquer par de níveis de planejamento consecutivos.

geral, a decomposição feita pela PD transforma o problema original com  $N$  variáveis de decisão em  $N$  subproblemas com uma variável de decisão cada um. Aqui, a decomposição é diferente: a determinação do valor ótimo das variáveis de decisão é feita em estágios, de forma progressiva (aproximações sucessivas). No nível SU são determinados valores agregados para essas variáveis e, no nível IN, tais valores são desagregados.

Considerando, novamente, a Figura 6.6., serão, a seguir, apresentadas as variáveis relevantes e as equações recursivas da PD para a solução do problema original, decomposto nos níveis SU e IN (estágios de decisão).



**FIGURA 6.6. - DECOMPOSIÇÃO DO PROBLEMA ORIGINAL DE DECISÃO,  
DADAS AS DECISÕES ESTRATÉGICAS**

As variáveis constantes da Figura 6.6. são as seguintes:

- D. - Variável de decisão (vetor)
- X. - Variável de estado (vetor)
- r. - retorno (escalar)

Sendo f. o retorno ótimo, ele será obtido recursivamente através da PD<sup>(1), (2)</sup>, da seguinte forma:

$$fo(X_i, D_i) = K, \forall X_i \in W_i, \forall D_i \in \Omega_i \quad (6.1)$$

$$fin(X_s, D_s) = \max_{D_i \in \Omega_i} [r_i(X_s, D_s, D_i) * fo(X_i, D_i)] \quad (6.2)$$

$$D_i \in \Omega_i$$

$$X_i = T_i(X_s, D_s, D_i), X_i \in W_i$$

$$D_i = D_i(X_s, D_s)$$

$$fsu(X_e, D_e) = \max_{D_s \in \Omega_s} [r_s(X_e, D_e, D_s) * fin(X_s, D_s)] \quad (6.3)$$

$$D_s \in \Omega_s$$

$$X_s = T_s(X_e, D_e, D_s), X_s \in W_s$$

$$D_s = D_s(X_e, D_e)$$

Na equação (6.1) estabelece-se uma condição de contorno em que o retorno ótimo  $[fo(X_i, D_i)]$  vale uma constante (K) para quaisquer valores viáveis de  $X_i$  e de  $D_i$ . Os conjuntos em que  $X_i$  e  $D_i$  são viáveis são  $W_i$  e  $\Omega_i$ , respectivamente. De forma análoga, os conjuntos em que  $X_s$  e  $D_s$  são viáveis são  $W_s$  e  $\Omega_s$ , respectivamente. O símbolo "\*" empregado nas equações (6.2) e (6.3) representa composição de retornos, podendo significar adição, multiplicação, etc.

(1) Sobre a PD ver, por exemplo, Nemhauser (1966).

(2) O tratamento dado à questão da desagregação é, neste trabalho, admitido como determinístico.

Na equação (6.2)<sup>(1)</sup> o processo de otimização tem de fato início e prossegue na equação (6.3). Caso se tenham apenas dois níveis de decisão (SU e IN), a solução (política ótima) do problema de desagregação estará obtida, assim como estará determinado o retorno ótimo correspondente.

As relações de agregação/desagregação encontradas na formulação apresentada são descritas a seguir:

1.  $D_i$  é a **desagregação ótima** de  $D_s$ . No caso geral, não se toma  $D_s$  e, simplesmente, se detalha a mesma de forma arbitrária para obter  $D_i$ . A desagregação ótima é feita no sentido de atender ao critério de otimização do sistema. O que foi dito para  $D_i$  com relação a  $D_s$ , vale para  $D_s$  com relação a  $D_e$  (decisão estratégica). Como caso particular, adiante discutido, poderá não haver otimização a ser feita quando da determinação de  $D_i$ .

2. Quanto aos retornos tem-se:

$$r_s = r_s (X_e, D_e, D_s)$$

$$r_i = r_i (X_s, D_s, D_i)$$

---

(1) Foi admitida a hipótese de que se deseja maximizar alguma função objetivo, o que pode não corresponder à realidade. Neste caso, seria necessário substituir a maximização feita pelo objetivo específico.

O retorno  $r_s$  é função de decisões mais agregadas ( $D_s$ ) e o retorno  $r_i$  é função de decisões mais detalhadas ( $D_i$ ). O retorno  $r_i$  deve captar: (a) **variações no retorno  $r_s$  quando se passa de SU para IN** e (b) **retornos que não foram considerados no nível anterior (SU), mais agregado**. São estas definições de retorno que permitem a realização da **desagregação ótima** (1).

3. As restrições que estão sendo consideradas são  $X_e$ ,  $X_s$ ,  $X_i$ , aumentando a desagregação de  $X_e$  para  $X_i$ .

Da maneira como foi formulado, o problema de PD é um de Programação Dinâmica Não-Seriada pois uma variável que é de decisão ( $D_s$ , por exemplo) é também de estado para o estágio seguinte.

Como foi apontado anteriormente, em certos casos não há retorno a considerar em determinados estágios de decisão. Por exemplo, se considerarmos o programa e a agenda de produção, estaremos, provavelmente, apenas tratando custos no nível de programa, mas não no de agenda. Estágios de decisão como este de "agenda de produção" se prestam para o detalhamento das decisões tomadas no nível anterior e para a verificação de sua viabilidade. Nestes estágios, não há otimização a fazer.

---

(1) O mesmo vale para  $r_s$  com relação a  $r_e$  (retorno no estágio de decisões estratégicas).

Um exemplo real de planejamento hierarquizado é o do caso 7 - Orangest (ver no Anexo a descrição do caso). O problema a ser resolvido era o de planejar e programar a mistura de sucos de laranja, de forma a atender a demanda por sucos com "ratios" específicos. O problema foi resolvido utilizando-se dois níveis de decisão - no primeiro empregou-se um modelo de programação linear que minimizava os custos totais de produção atendendo a restrições de balanço de massa, de capacidades de armazenagem e processamento, de atendimento da demanda, de estoque mínimo de sucos e de ordem técnica para misturar sucos. Este primeiro modelo fornecia o plano de produção e mistura de sucos para um período de 12 meses. O segundo modelo, heurístico, tinha como restrição principal o atendimento ao plano de produção e mistura e buscava, também, minimizar o tempo máximo de estocagem nos tanques, minimizar atrasos, etc. Este segundo modelo detalhava e buscava viabilizar, então, o plano fornecido pelo primeiro modelo, utilizando um algoritmo que manipulava variáveis do sistema físico de produção de forma conveniente para atingir os objetivos descritos. O período considerado era de 2 meses, sendo que o primeiro seria implantado e o segundo era tentativo.

Considerando a forma de decomposição apresentada é possível explorar o conceito de Integração entre Níveis de Decisão. Observando a Figura 6.6. e considerando apenas os dois

níveis de decisão lá constantes, verifica-se que a integração entre eles se dá através de: (a) A decisão no nível IN apenas pode detalhar a decisão no nível SU, sem possibilidade de alterá-la. Caso exista ruído na comunicação de  $D_s$  do nível SU para o nível IN, não haverá alinhamento entre SU e IN, prejudicando a integração entre os dois níveis<sup>(1)</sup>; (b) Caso  $D_s$  seja inviável quando observada de forma detalhada, não haverá  $D_i$  que resolva a equação recursiva; (c) Os retornos  $r_s$  e  $r_i$  são complementares, isto é, o retorno total é uma composição de  $r_s$  e  $r_i$ . Na prática é comum a existência de problemas de integração entre níveis de decisão em função da não-observância de um ou mais desses três itens.

É também importante analisar a ordenação temporal do procedimento de otimização. São os seguintes os passos (ordenados) desse procedimento:

1. Otimizar o estágio IN;
2. Otimizar o estágio SU compondo-o com o resultado de (1), obtendo  $f_{su}(X_e, D_e)$  e  $D_s = D_s(X_e, D_e)$ .
3. Dados um certo  $D_e$  e um certo  $\hat{X}_e$ , determina-se  $f_{su}(\hat{X}_e, \hat{D}_e)$  e obtém-se a política ótima de decisões - primeiro obtém-se  $\hat{D}_s$  e depois  $\hat{D}_i$ , que desagrega  $\hat{D}_s$ , caracterizando uma hierarquia de decisões.<sup>(2)</sup>

---

(1) Outra possibilidade para a falta de integração surge quando os níveis de decisão SU e IN procuram atuar de forma independente.

(2) O símbolo " $\hat{\cdot}$ " utilizado sobre as letras X e D representa valores ótimos das respectivas variáveis.



Observe que, de posse das informações para o procedimento de otimização, os passos (1) e (2) podem ser realizados "a priori" com relação a qualquer decisão de fato, ficando estas últimas para serem tomadas quando se tiver  $D_e$  e  $X_e$ , através do passo (3).<sup>(1)</sup>

Retornando aos casos básicos de interdependência apresentados no capítulo 5, o modelo de desagregação apresentado faz com que as funções de decisão interajam **seqüencialmente** e, portanto, sejam coordenadas através de **planos**. Há, entretanto, a possibilidade de não se ter  $D_i$  viável o que implicaria num fluxo de informação de IN para SU. Neste caso, a interdependência é do tipo **recíproca** e as funções deverão ser coordenadas por **ajuste mútuo**. A maior ocorrência de interação seqüencial (mais desejável por ser mais simples de ser administrada) dependerá, fundamentalmente da **informação e do conhecimento**<sup>(2)</sup> que o sistema de gestão tem do **ambiente e da tecnologia** (de transformação). O Quadro 6.3. sintetiza a discussão sobre as formas de interdependência e os mecanismos de coordenação

- (1) Numa organização, quando do processo de tomada de decisão em níveis hierárquicos pressupõe-se a disponibilidade de  $f_{su}(X_e, D_e)$  e de  $D_s = D_s(X_e, D_e)$  e de  $D_i = D_i(X_s, D_s)$ , o que, em geral, não é verdadeiro, levando freqüentemente a situações de inviabilidade ou não-ótimas. Isto é devido em parte à dinâmica ambiental e à complexidade tecnológica, e, em parte, à inadequação do sistema de gestão.
- (2) Informação e Conhecimento estão sendo utilizados no sentido de resolver os problemas de incerteza e equivocação, respectivamente.

correspondentes, para uma hierarquia de decisões, de acordo com a informação e o conhecimento disponíveis sobre o meio e a tecnologia.

|                              |                             |
|------------------------------|-----------------------------|
| INFORMAÇÃO E<br>CONHECIMENTO | MECANISMO DE<br>COORDENAÇÃO |
| BAIXOS                       | AJUSTE MÚTUO                |
| ALTOS                        | PLANOS                      |

**QUADRO 6.3. - CONHECIMENTO, INFORMAÇÃO E MECANISMOS DE COORDENAÇÃO NUMA HIERARQUIA DE DECISÕES**

Observe que, temporalmente, os dois tipos de mecanismos podem ser utilizados com relação a uma mesma decisão. Isto ocorreria numa situação em que, inicialmente, se está **aprendendo** sobre a tecnologia e sobre o ambiente, havendo pouca informação e conhecimento sobre ambos, caso em que o mecanismo de ajuste mútuo seria o mais adequado. A partir de certo nível de informação e conhecimento, a coordenação por planos passaria a ser a adotada.

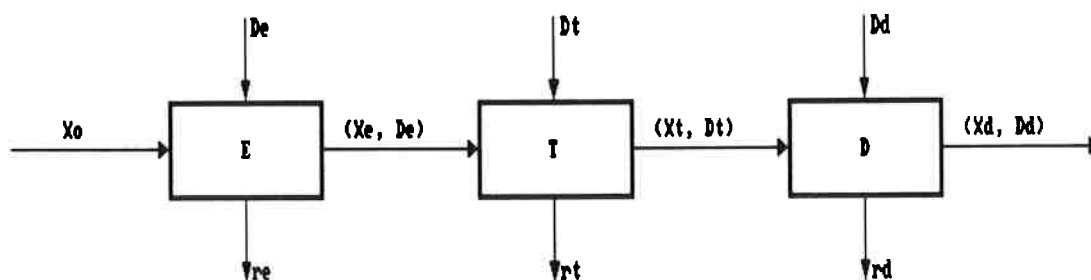
Em função da dinâmica e complexidade do ambiente e, provavelmente, da própria tecnologia, o mecanismo de ajuste mútuo poderá ser utilizado constantemente. Tal mecanismo,

adequado à interdependência recíproca, é a forma de coordenar uma função indivisível. Como já foi frisado, o mecanismo de ajuste mútuo é o de maior complexidade de utilização. Assim, caso se desejasse empregá-lo, haveria dificuldade para fazê-lo em vários níveis de decisão (custo, tempo e qualidade da decisão podem ficar comprometidos). Quanto menor o número de níveis de decisão, mais adequado será o uso do ajuste mútuo. De acordo com o Quadro 5.3., caso a integração não seja efetuada, a forma de não se cometer erros é através do uso de folgas. Essas folgas podem ser obtidas através de filtragem, seja do ambiente, seja da tecnologia, reduzindo o número de possibilidades a analisar e, possivelmente, recaindo no mecanismo de planos. Quanto a este último, possibilitaria o aumento do número de níveis de decisão, caso necessário. Há, evidentemente, uma simplificação associada à filtragem mencionada. Uma consequência importante do exposto é a seguinte: **as competências necessárias à tomada de decisão tendem a estar mais concentradas em poucos níveis de decisão nas situações de maior incerteza e equivocação, seja a respeito do ambiente, seja a respeito da tecnologia. No caso de incerteza e equivocação reduzidas, as competências poderão estar mais dispersas em um número maior de níveis de decisão.** Um caso de grande interesse prático é aquele em que um só nível de decisão é empregado envolvendo o mecanismo de

ajuste mútuo<sup>(1)</sup>. Estará sendo utilizada, neste caso, a estrutura denominada de rede. Na existência de ambiente e tecnologia com elevadas incerteza e equivocação, a composição da rede, em termos de competências, poderá sofrer alterações.

Uma questão final de grande relevância sobre planejamento é a internalização da Estratégia de Operações da empresa. Para mostrar como isto pode ocorrer, será retomada a Figura 6.6. e adicionado a ela o estágio de decisão estratégica (E). Os nomes dos demais estágios ficarão alterados para tático (T) e detalhado (D), ao invés de SU e IN, respectivamente. O resultado dessas modificações está apresentado na Figura 6.7.

A observação da Figura 6.7. mostra que o estado inicial para o sistema é  $X_0$ , contendo todas as informações necessárias à tomada de decisão.



**FIGURA 6.7. - DECOMPOSIÇÃO DO PROBLEMA ORIGINAL DE DECISÃO EM TRÊS NÍVEIS HIERÁRQUICOS**

(1) Possivelmente incluindo, também, o nível de Execução, ou seja, num só nível hierárquico se tem Decisão e Execução. Na realidade, a idéia de hierarquia se torna secundária.

Sem repetir as equações recursivas (6.1), (6.2) e (6.3) anteriores, apresenta-se, a seguir, a equação recursiva que considera os três estágios de decisão:

$$\begin{aligned}
 fe(X_0) &= \max_{De \in \Omega_e} [re(X_0, De) * ft(X_e, De)] & (6.4) \\
 De &\in \Omega_e \\
 X_e &= Te(X_0, De), X_e \in We \\
 De &= De(X_0)
 \end{aligned}$$

A seguir são feitos comentários acerca da equação (6.4):

1. O conjunto  $\Omega_e$  contém os pontos viáveis para  $De$ . Sendo  $De$  uma Decisão Estratégica e considerando que foram identificados os Fatores Críticos de Sucesso (FCS's) para a Estratégia selecionada e para o Sistema de Produção considerado, o conjunto  $\Omega_e$  focalizará os possíveis pontos para  $De$  no que se refere aos FCS's. Assim, se a Estratégia Competitiva da empresa contiver o componente Qualidade e a Qualificação dos Recursos Humanos for um FCS para essa componente, então o conjunto  $\Omega_e$  (conjunto cujos elementos são vetores), terá, como componente dos seus vetores o FCS Qualificação dos Recursos Humanos. Além disso,  $\Omega_e$  deverá considerar, também, as restrições que o sistema de produção deve atender ( $X_0$ ). Note que o conceito do que é viável fica alterado. Viável, no sentido tradicional, representa um ponto (solução) que satisfaz as restrições

do problema. Aqui, um ponto será viável se atender as restrições e for aceitável segundo os FCS's.<sup>(1)</sup> Em outras palavras, além do sistema ter características reativas (atender a restrições), deverá, também, ter características proativas (atender aos FCS's). Essa maneira de definir  $\Omega$  e dá orientação à decisão De, propiciando alinhamento ao sistema de produção e às suas partes.

É de interesse notar que, eventualmente, não se maximizará retorno algum nas equações recursivas 6.2, 6.3 e 6.4, mas tão somente serão compostos os retornos, com a escolha da melhor alternativa sendo feita a partir daquelas viáveis (no conceito aqui apresentado) e considerando, para a escolha, não só o objetivo do empreendedor, mas variáveis qualitativas de importância, principalmente no nível estratégico (p.ex., poder de negociação).

O conjunto  $\Omega$  e, para ser mapeado, necessita que a **Estratégia Competitiva** seja definida, bem como identificados os FCS's. Além disso, requer que se possa saber quais dos seus vetores satisfazem  $X_0$ .<sup>(2)</sup>

Deve-se observar que a identificação dos FCS's faz em que parte relevante das competências necessárias à rede

- 
- (1) Supõe-se que os FCS's sejam compatíveis, isto é, o conjunto de FCS's não leva a uma situação em que não há solução viável.
  - (2) A definição de  $\Omega$  e pode ser feita de forma a se comparar Estratégias Competitivas alternativas.

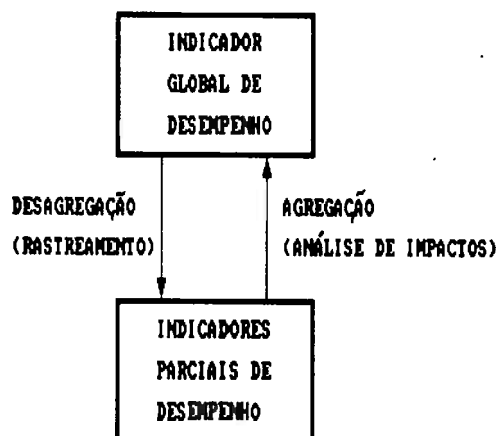
(ou aos participantes da confecção de planos) fiquem definidas.

2. O vetor  $D_e$ , de decisões, terá tantos componentes quantos forem os FCS's que estiverem sob o controle do tomador de decisões. O vetor  $D_e$  fornecerá o que se chamou de **configuração para as operações**. Tal vetor tem papel fundamental para o sistema de produção, pois é através das decisões nele contidas que se fixam as principais características do mesmo, de forma compatível com a estratégia competitiva do sistema. Com outras palavras é através de  $D_e$  é feita a transição do ambiente para o sistema de produção. Folgas e interdependências, nessa interface, serão definidas pelo nível estratégico. A desagregação dos FCS's, conforme já comentado, possibilita sua consideração nos demais níveis de decisão (tático e detalhado).
  
3. O retorno  $r_e$  ( $X_o$ ,  $D_e$ ) refere-se ao sistema de produção como um todo. Seguindo o que foi apresentado na Figura 6.3., o retorno do ponto de vista do empreendedor dependerá do atendimento das necessidades dos clientes. Estas necessidades estarão sendo consideradas através da Estratégia de Produção e dos FCS's (ou seja, através de  $\Omega_e$ ). Há um aspecto fundamental com relação ao retorno "re" que diz respeito a como medi-lo. Como "re" está ligado à estratégia competitiva do sistema, deverá

refletir as conseqüências resultantes da adoção de determinada estratégia. Estas conseqüências (prospectivas) requerem que se avalie o reposicionamento estratégico do sistema e, eventualmente, do ambiente, em combinação com o anterior. Como no nível estratégico são avaliadas alternativas estratégicas, é provável que certas oportunidades perdidas devam ser consideradas na análise. Como o atingimento do objetivo do empreendedor leva dos objetivos dos demais "stakeholders", bastará considerar o retorno que, maximizado, leva ao atingimento de todos os objetivos considerados. Eventualmente, poderá ser de interesse incluir restrições para considerar valores mínimos para os objetivos dos outros "stakeholders".

A discussão final, neste capítulo, será feita com relação ao controle. A comparação entre planejado e executado pode ser feita através de **indicadores de desempenho** (ID's). O ID pode sofrer desagregação segundo outros indicadores, também de desempenho, porém menos amplos que ID. Assim, ID pode ser entendido como um **indicador global** de desempenho e os indicadores que o compõem podem ser vistos como **indicadores parciais** de desempenho. A utilidade dos dois conceitos pode ser vista na Figura 6.8. Particularmente, em termos de priorização, os FCS's, hierarquizados, podem dar origem a indicadores de desempenho encadeados.





**FIGURA 6.8. - REDE DE ID's**

O conjunto de ID's global e parciais, bem como suas interligações, forma uma **rede de indicadores de desempenho**.

A desagregação do ID global possibilita identificar causas de problemas que estejam ocorrendo com o sistema de operações (rastreamento). O caminho inverso, ou seja, a agregação dos ID's parciais mostra de que forma os mesmos influenciam o valor do ID global.

A seguir, na Figura 6.9., é apresentado um exemplo de uma rede de indicadores. Supõe-se que o desempenho esteja ligado ao resultado devido ao produto e ao consumo de recursos. De

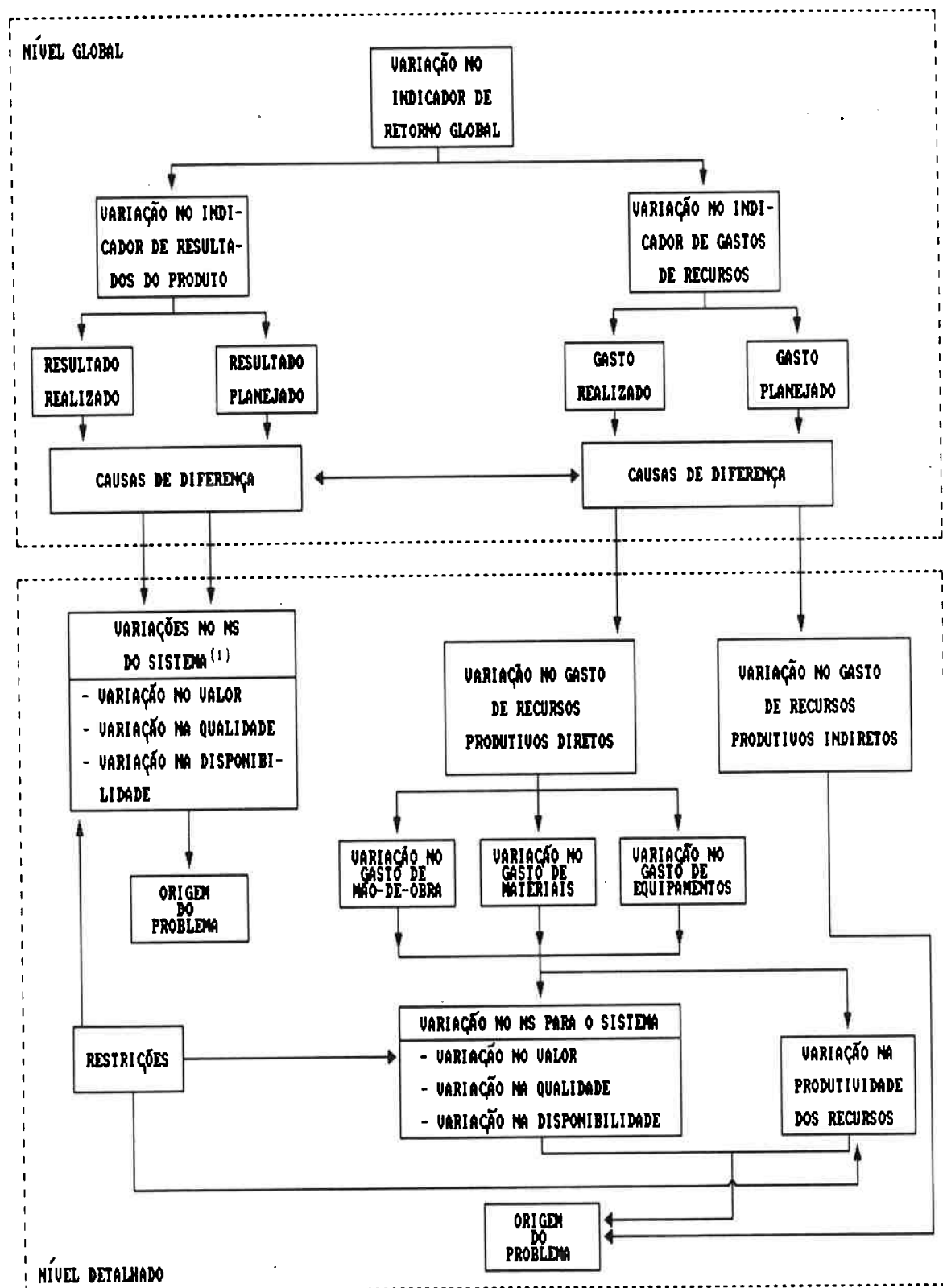


FIGURA 6.9. - REDE DE ID's- EXEMPLO

(1) NS = Nível de Serviço.

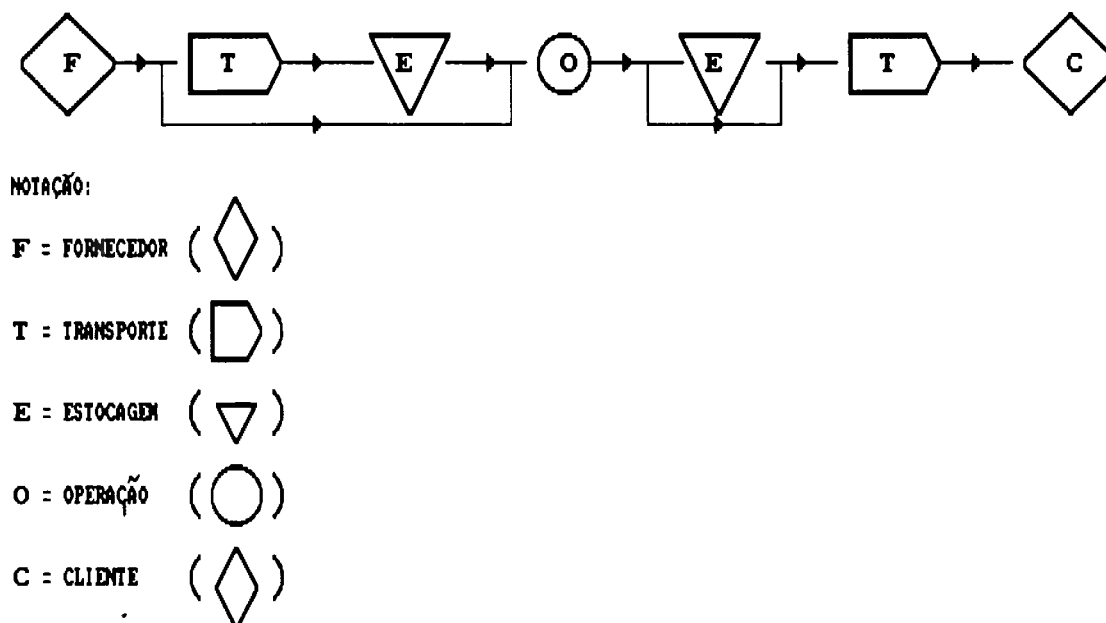
forma a tornar mais realista a rede, foi incluída a categoria Recursos Produtivos Indiretos, composta de itens como administração, impostos, etc.

É importante, neste ponto, fazer a ligação entre os elementos da rede da Figura 6.9. e aqueles constantes da formulação do modelo de planejamento visto anteriormente. Retomando essa formulação, e considerando o tipo de desempenho em análise, verifica-se que o valor ótimo da função objetivo depende de quatro variáveis, a saber: variáveis de decisão, valores econômicos (unitários e totais), produtividades físicas e limitações de recursos, todas constantes da Figura 6.9. Note que na Figura 6.9. há dois níveis de indicadores de desempenho - global e detalhados. Haverá, em geral, tantos níveis de indicadores de desempenho quantos forem os níveis de decisão adotados.

O funcionamento da função Controle não cessa com a descoberta de Origem do Problema, caso este realmente exista. Uma vez identificada a causa do problema, o controle levantará alternativas que levem ao cumprimento do plano original, alterando a execução do mesmo, ou que alterem o plano original em função da inviabilidade de execução do mesmo. De posse de uma lista de alternativas, as mesmas serão avaliadas fazendo-se o trajeto inverso da identificação da causa do problema.

## 7. INTEGRAÇÃO FÍSICA

A Figura 7.1. apresenta as interrelações materiais entre eventos, num Sistema de Produção hipotético:



**FIGURA 7.1. - SISTEMA FÍSICO: TRANSFORMAÇÕES E PROCESSO DE PRODUÇÃO**

A Figura 7.1. é constituída de **transformações fundamentais** (transporte, estocagem e operação), de **fluxos** entre as mesmas e da indicação da **origem de materiais** (fornecedores) e do **destino dos produtos** (clientes).

O esquema da Figura 7.1., a ser utilizado no MIDO, deve representar as várias **trajetórias** (processos de produção) da matéria-prima desde o fornecedor até o cliente.

Entre as operações<sup>(1)</sup> há interdependências através do fluxo de material. Em função dessa interdependência e da necessidade de se adequar o sistema aos níveis de serviço relativos aos clientes e aos fornecedores, é preciso tomar decisões com respeito às operações de forma integrada. Essa integração vem a ser a chamada **integração física**. É de interesse notar que, além do fluxo de material, outras variáveis causam interação entre operações (por exemplo o uso de equipamentos e mão-de-obra comuns).

Ainda considerando a Figura 7.1., são feitos, a seguir, alguns comentários: (a) É possível ter-se, na dimensão em discussão, vários processos de produção, interligados por fluxo de material ou não. No primeiro caso pode-se ter, por exemplo, o uso de dois ou mais materiais que são processados pela empresa para depois serem montados. No segundo caso, pode-se ter produtos com fluxo independente porém com custos comuns, tais como administração, transporte, etc.; (b) O fornecimento de materiais para a empresa e a venda de produtos aos clientes da empresa podem, também, ser

---

(1) Os termos "operações" e "transformações" foram utilizados, em diversos pontos do texto, como sinônimos.

planejados, ao menos em termos da interação da empresa com os respectivos mercados.

A integração deve ser analisada segundo cada um dos níveis de decisão, fixado o subsistema físico em análise. Considerando os níveis de decisão ordenados do mais agregado para o mais detalhado, verifica-se que a linha "operações" do MIDO se apresentará de maneira diversa, compatível, em cada nível, com a agregação da decisão. Na Figura 7.2. são exemplificadas as decisões com relação ao sistema físico, conforme o nível hierárquico e a operação considerada.

| NÍVEIS DE DECISÃO \ SISTEMA FÍSICO (OPERAÇÕES) | OBTENÇÃO DE MATERIAIS   | TRANSPORTE  | ESTOCAGEM   | PRODUÇÃO   | FORNECIMENTO DOS PRODUTOS  |
|--|---|---|---|--|--|
| PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- MATERIAIS E MERCADOS</li> <li>- ESTRATÉGIA DE SUPRIMENTOS</li> </ul>   | TECNOLOGIA  | TECNOLOGIA  | TECNOLOGIA   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- PRODUTOS E MERCADOS</li> <li>- ESTRATÉGIA COMPETITIVA</li> </ul>      |
| PLANEJAMENTO TÁTICO                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- MATERIAIS ESPECIFICADOS</li> <li>- FONTES E DIMENSIONAMENTO</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ATIVIDADES COMPONENTES</li> <li>- EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES</li> <li>- CAPACIDADE</li> <li>- UNIDADES E LOCALIZAÇÃO</li> <li>- RECURSOS HUMANOS</li> <li>- ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ATIVIDADES COMPONENTES</li> <li>- EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES</li> <li>- CAPACIDADE</li> <li>- UNIDADES E LOCALIZAÇÃO</li> <li>- RECURSOS HUMANOS</li> <li>- ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- OPERAÇÕES COMPONENTES</li> <li>- EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES</li> <li>- CAPACIDADE</li> <li>- UNIDADES E LOCALIZAÇÃO</li> <li>- RECURSOS HUMANOS</li> <li>- ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- PRODUTO ESPECIFICADO</li> <li>- DESTINOS E DIMENSIONAMENTO</li> </ul> |
| PLANEJAMENTO DETALHADO                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- FONTES E QUANTIDADES DE MATERIAIS ESPECIFICADOS</li> </ul>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- TRANSPORTE DE MATERIAIS ESPECIFICADOS EM CERTA QUANTIDADE</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ESTOCAGEM DE MATERIAIS ESPECIFICADOS EM CERTA QUANTIDADE</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- OPERAÇÕES A REALIZAR, EM CERTO VOLUME</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- DESTINOS E QUANTIDADES DO PRODUTO ESPECIFICADO</li> </ul>             |

FIGURA 7.2. - DECISÕES SOBRE O SISTEMA FÍSICO

Muito embora a Figura 7.2. não permita concluir diretamente, pode-se perceber que, à medida que se caminha da parte superior para a parte inferior da mesma, o número de colunas da matriz aumenta, em função do grau de detalhe da decisão. Assim, enquanto na linha de Planejamento Estratégico poucas colunas são necessárias, na última linha - Planejamento Detalhado podem ser necessárias muitas delas (basta imaginar que o processo de produção seja detalhado a nível de sub-operações). O número de níveis de decisão não precisa ser necessariamente o mesmo para todas as operações do sistema físico. Operações mais simples de administrar podem requerer um só nível enquanto que outras mais complexas podem requerer vários. No nível de decisão mais detalhado, todas as operações deverão se apresentar coerentemente e num mesmo nível de detalhamento, adequado à execução. Com isto se terá garantido a integração física e a integração entre níveis de decisão.

Numa desagregação de decisões como a da Figura 7.2., é preferível dirigir a maior parte dos esforços para o detalhamento dos Fatores Críticos de Sucesso, embora outros aspectos também devam ser detalhados.

Na Figura 7.2a. é apresentado um exemplo real para a Figura 7.2., baseado no Caso 1 - Petroquim (ver no Anexo a descrição do caso). A matriz apresentada representa uma

proposição de funções para a Petroquim, como forma de aperfeiçoar seu processo de decisão.

| NÍVEIS DE DECISÃO              | SISTEMA FÍSICO                                 |   |  |  |   |
|--------------------------------|--|---|--|--|---|
|                                | COMPRA DE MATERIA-PRIMA E VENDA DE PRODUTOS    | ALOCÇÃO E ESTOCAGEM DE MATERIA-PRIMA                  | PRODUÇÃO   | TRANSPORTE DE PRODUTOS, INTERMEDIÁRIOS         | ESTOCAGEM E DISTRIBUIÇÃO DE PRODUTOS                        |
| PLANEJAMENTO GLOBAL (PAÍS)     | DECISÃO POR TIPO DE PRODUTO E DE MATERIA-PRIMA | DECISÃO POR TIPO DE MATERIA-PRIMA E POR ESTADO        | DECISÃO PARA PRINCIPAIS PRODUTOS, POR INSTALAÇÃO     | DECISÃO INTER-ESTADUAL POR MEIO DE TRANSPORTE  | DECISÃO POR ESTADO E POR MEIO DE TRANSPORTE                 |
| PLANEJAMENTO LOCAL (UM ESTADO) | —  | DECISÃO POR TIPO E POR INSTALAÇÃO (UNIDADE PRODUTORA) | DECISÃO POR PRODUTO, POR INSTALAÇÃO                  | DECISÃO INTRA-ESTADUAL POR MEIO DE TRANSPORTE  | DECISÃO POR INSTALAÇÃO E POR MEIO DE TRANSPORTE             |
| PLANEJAMENTO DETALHADO         | —  | DECISÃO POR TANQUE, POR INSTALAÇÃO                    | DECISÃO POR PRODUTO, POR EQUIPAMENTO, POR INSTALAÇÃO | DECISÃO INTRA-ESTADUAL, POR MEIO DE TRANSPORTE | DECISÃO POR TANQUE, POR INSTALAÇÃO E POR MEIO DE TRANSPORTE |

FIGURA 7.2A. - EXEMPLO PARA A FIGURA 7.2

- CASO 1 PETROQUIM

Se se tomar qualquer uma das operações que constituem o processo de produção é possível enxergar sempre a mesma estrutura básica nas mesmas. Na Figura 7.3. é apresentada esta estrutura básica.

Considerando a Figura 7.3., observam-se as características dos fluxos e da operação sobre as quais se deve decidir. Com relação aos fluxos (produtos e recursos produtivos) devem ser definidos quais serão esses fluxos, suas características de qualidade, a sua disponibilidade (quantidades, locais e prazos) e o seu preço para que seus clientes (externos)



possam ser atendidos dentro de certo nível de serviço. Com relação às operações, devem ser definidas a transformação básica (forma de interação entre os recursos e características de qualidade da mesma), e as distribuições temporal e localizacional de execução da operação que permitirá obter o nível de serviço desejado para o produto a partir daquele relativo aos recursos.

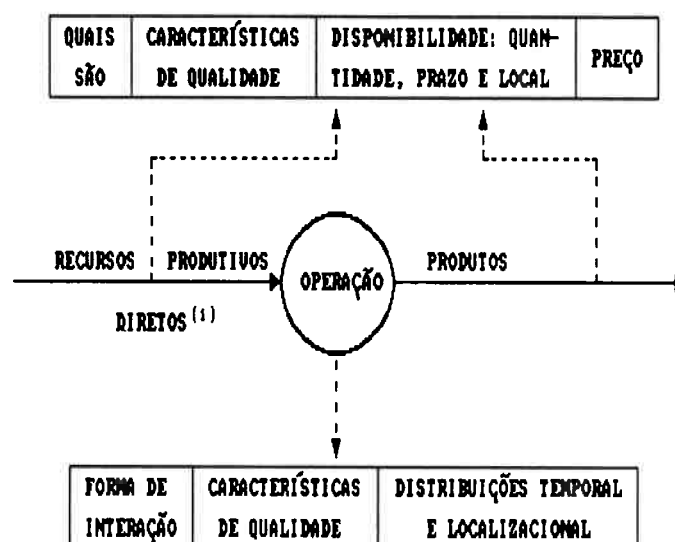


FIGURA 7.3. - ESTRUTURA BÁSICA DE UMA OPERAÇÃO

(1) Só estão sendo considerados, aqui, os recursos que são utilizados diretamente na produção, isto é, seu dispêndio pode ser associado, diretamente, à produção.

No caso de clientes internos, a consideração da variável "preço" deve ser feita de forma diferente. Só há interesse em considerar tal valor se se desejar avaliar o benefício de se realizar a operação internamente em comparação com a sua realização externa. No caso de sistemas prestadores de serviços, o cliente pode ser visualizado como sofrendo a operação e/ou como executor de parte da operação.

De acordo com o exposto, verifica-se que o MIDO deve, também, incluir os fluxos de recursos e de produtos. Na Figura 7.4 é rerepresentada a Figura 7.2., incluindo tais fluxos.

A partir das Figuras 7.3. e 7.4. é possível concluir o seguinte: (a) Tomadas as decisões já citadas sobre recursos produtivos diretos e sobre a operação, ficam decididas as características dos produtos; (b) Tomadas as decisões sobre os produtos, é possível verificar qual(is) alternativa(s) <sup>(1)</sup> recursos produtivos/operações permite(m) obter o mesmo. Estas conclusões são de grande importância para o trabalho pois permitem obter a chamada **integração física**, seja partindo do cliente e voltando para o fornecedor, seja fazendo o caminho inverso. Com relação a estas duas conclusões relacionadas à integração física, cabe destacar

---

(1) Essas alternativas podem ser submetidas a um procedimento de comparação, considerando-se, por exemplo, critérios econômicos e restrições relativas aos fornecedores e aos clientes (níveis de serviço).

que existem certas técnicas que as empregam. Os exemplos mais importantes são as de MRP-II Manufacturing Resources Planning e QFD - Quality Function Deployment.

| NÍVEIS DE DECISÃO        | SISTEMA FÍSICO  |  |   |   |   |   |  |  |  |
|--------------------------|---|--|---|---|---|---|--|--|--|
|                          | F   |  | T   |   | E   |   | O  |  | C  |
| PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO | -MATERIAIS E MERCADOS<br>-ESTRATÉGIA DE SUPRIMENTOS   | -MATERIAIS E CARACTERÍSTICAS   | TECNOLOGIA  | —   | TECNOLOGIA  | —   | TECNOLOGIA   | -PRODUTO E CARACTERÍSTICAS   | -PRODUTOS E MERCADOS<br>-ESTRATÉGIA COMPETITIVA      |
| PLANEJAMENTO TÁTICO      | -MATERIAIS ESPECIFICADOS<br>-FONTES E DIMENSIONAMENTO | -MATERIAIS FORNECIDOS COM CERTAS ESPECIFICAÇÕES<br>-NÍVEL GERAL DE SERVIÇO     | -ATIVIDADES COMPONENTES<br>-EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES<br>-CAPACIDADE<br>-UNIDADES E LOCALIZAÇÃO<br>-RECURSOS HUMANOS<br>-ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO | -MATERIAL TRANSPORTADO COM CERTAS ESPECIFICAÇÕES<br>-NÍVEL GERAL DE SERVIÇO     | -ATIVIDADES COMPONENTES<br>-EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES<br>-CAPACIDADE<br>-UNIDADES E LOCALIZAÇÃO<br>-RECURSOS HUMANOS<br>-ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO | -MATERIAL ARMAZENADO COM CERTAS ESPECIFICAÇÕES<br>-NÍVEL GERAL DE SERVIÇO     | -OPERAÇÕES COMPONENTES<br>-EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES<br>-CAPACIDADE<br>-UNIDADES E LOCALIZAÇÃO<br>-RECURSOS HUMANOS<br>-ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO | -PRODUTO OBTIDO COM CERTAS ESPECIFICAÇÕES<br>-NÍVEL GERAL DE SERVIÇO     | -PRODUTO ESPECIFICADO<br>-DESTINOS E DIMENSIONAMENTO |
| PLANEJAMENTO DETALHADO   | -FONTES E QUANTIDADES DE MATERIAIS ESPECIFICADOS      | -MATERIAIS FORNECIDOS COM CERTAS ESPECIFICAÇÕES<br>-DISPONIBILIDADE ESPECÍFICA | -TRANSPORTE DE MATERIAIS ESPECIFICADOS EM CERTA QUANTIDADE  | -MATERIAL TRANSPORTADO COM CERTAS ESPECIFICAÇÕES<br>-DISPONIBILIDADE ESPECÍFICA | -ESTOCAGEM DE MATERIAIS ESPECIFICADOS EM CERTA QUANTIDADE   | -MATERIAL ARMAZENADO COM CERTAS ESPECIFICAÇÕES<br>-DISPONIBILIDADE ESPECÍFICA | -OPERAÇÕES A REALIZAR EM CERTO VOLUME  | -PRODUTO OBTIDO COM CERTAS ESPECIFICAÇÕES<br>-DISPONIBILIDADE ESPECÍFICA | -DESTINOS E QUANTIDADES DO PRODUTO ESPECIFICADO      |

FIGURA 7.4. - DETALHAMENTO DAS DECISÕES SOBRE O SISTEMA FÍSICO

Retomando a Figura 7.3. e enfocando as características dos fluxos e da operação, notam-se as interdependências existentes. Assim, as características do produto dependem das características dos recursos produtivos diretos, e as destes dependem da transformação básica.

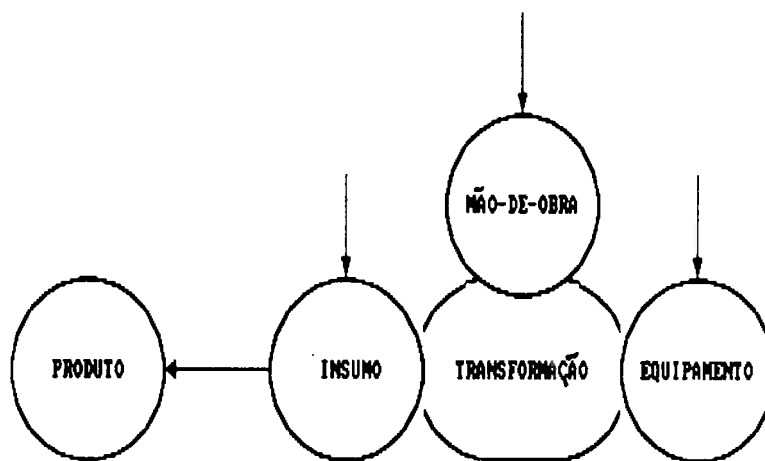
De forma a tornar mais claros certos tópicos já discutidos, bem como contribuir para o detalhamento do significado de uma operação, será, a seguir, apresentada e discutida uma maneira de se focar a função de produção das empresas.

Mais uma vez observando a Figura 7.3., percebe-se que a operação em si foi enfocada como uma "caixa preta" com entradas e saídas, ou seja, sem se apresentar a forma pela qual as saídas são obtidas a partir das entradas.

Considerando, inicialmente, a visão de "caixa vidro" do sistema de produção, nota-se o seguinte: internamente ao sistema são executadas as operações que podem ser definidas como a ocorrência de interação entre os recursos que dela participam, com a finalidade de se obter o produto.

Supondo, apenas para fins de exposição, que se tenha um único produto e apenas um recurso produtivo direto de cada

tipo (mão-de-obra, insumo<sup>(1)</sup> e equipamento), pode-se esquematizar o sistema de produção, como na Figura 7.5.



**FIGURA 7.5. - VISÃO INTERNA DO SISTEMA DE PRODUÇÃO**

Com relação à Figura 7.5., cabem os seguintes comentários: (a) Cada um dos recursos produtivos é fornecido para a transformação, daí as setas apontando para tais recursos. O fornecimento dos recursos se dá através da atuação do sistema logístico e/ou de funções logísticas internas ao sistema de produção, cujos nomes podem variar (recursos humanos ou pessoal no caso de mão-de-obra, investimentos e manutenção no caso de equipamentos, e compras ou materiais no caso de insumos); (b) Do recurso denominado insumo, além da seta apontando para o mesmo, há uma outra orientada para

(1) O cliente pode ser uma das entradas do sistema produtivo, que surge no caso de sistemas de serviços. A designação insumo refere-se tanto a materiais como a clientes, que são itens que sofrem transformação para a obtenção do produto. Caso o cliente esteja atuando como recurso produtivo, poderá ser classificado como mão-de-obra.

o nó denominado produto. O produto pode ser visto como o resultado da transformação de um (ou mais) insumo(s); (c) Pode-se ter saídas para os nós de mão-de-obra e de equipamento. No caso da mão-de-obra, a saída seria a mão-de-obra com maior experiência e com um certo nível de motivação; no caso do equipamento, seria o equipamento com maior desgaste; (d) A interação entre os recursos produtivos foi representada pelos arcos ligando os nós dos recursos e foi designada pelo termo "**transformação**".

Partindo-se da Figura 7.5., deve-se notar que cada um dos recursos lá constantes - mão-de-obra, equipamento e insumo são utilizados numa certa **quantidade**, num certo **local**, num certo **intervalo de tempo** e possuem uma certa **qualidade e preço**. Essa utilização se dará, evidentemente, em função da disponibilidade dos mesmos. Quanto à transformação, pode-se dizer algo semelhante: ela é realizada um certo número de vezes num certo intervalo de tempo segundo uma distribuição temporal, num certo local (ou locais) e com uma determinada qualidade. Finalmente, considerando-se o produto, ele é obtido numa certa quantidade, num certo local e num certo intervalo de tempo, o que lhe conferirá uma certa disponibilidade, e numa certa **qualidade e preço**. No presente trabalho será utilizada a seguinte notação:

$Q_{l,i}$  = Qualidade do Insumo

$Q_{t,i}$  = Quantidade do Insumo

$Q_{l,m}$  = Qualidade da Mão-de-Obra

$Q_{t,m}$  = Quantidade da Mão-de-Obra

$Q_{l,e}$  = Qualidade do Equipamento

$Q_{t,e}$  = Quantidade do Equipamento

$Q_{l,t}$  = Qualidade da Transformação

$Q_{t,t}$  = Quantidade da Transformação

$Q_{l,p}$  = Qualidade do Produto

$Q_{t,p}$  = Quantidade do Produto

Entendendo a qualidade como um conjunto de características relevantes que descrevem o estado de um produto relativamente a certas especificações, observa-se que da lista anterior algumas variáveis que se referem à qualidade não são, praticamente, citadas na literatura, a saber:  $Q_{l,m}$ ;  $Q_{l,e}$ ;  $Q_{l,t}$ . Com relação a  $Q_{l,m}$ , ela deve indicar se a mão-de-obra possui ou não a qualificação e o treinamento necessários àquela operação específica. Quanto a  $Q_{l,e}$ , deve apontar para a adequação do equipamento para realizar a operação, aí incluindo sua capacidade, seu estado de conservação, sua preparação para a operação (regulagem, etc.). No que diz respeito a  $Q_{l,t}$ , a definição é mais problemática pois é uma variável que se refere a uma interação.  $Q_{l,t}$  deve conter itens fundamentais na interação entre a mão-de-obra, o equipamento e o insumo, tais como a precisão dos movimentos da mão-de-obra na utilização do equipamento, a forma de manusear o insumo, etc.  $Q_{l,t}$  está,

portanto, ligada ao método de realizar a operação e deve ser definida em função de certas características do método.

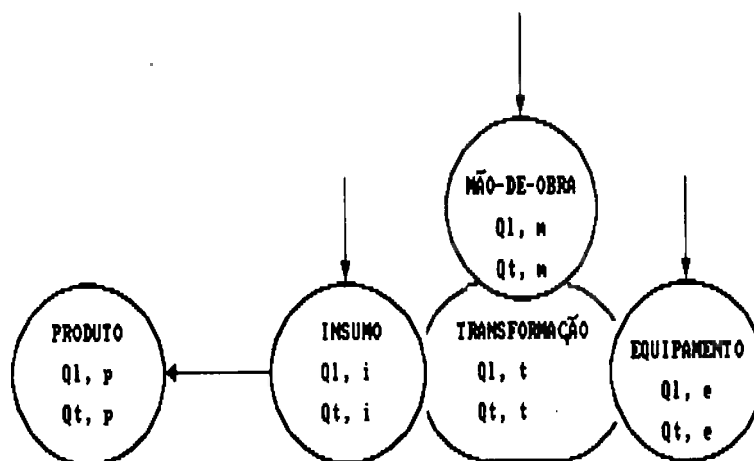
Dentre as quantidades definidas, merecem destaque, também por não ser freqüente a sua discussão na literatura,  $Q_{t,e}$ ;  $Q_{t,t}$ . Quanto a  $Q_{t,e}$ , seu significado é a capacidade teórica (nominal) de produção do equipamento. A definição de  $Q_{t,t}$  é a seguinte: é o número de vezes em que os recursos produtivos são transformados em produto, no intervalo de tempo considerado.  $Q_{t,t}$  é o resultado global da distribuição temporal da execução da operação. Dependendo do período de tempo considerado e da particular operação em análise,  $Q_{t,t}$  pode ser inferior à unidade, por exemplo na construção civil, quando se considera a obtenção do prédio e um período de tempo de algumas semanas, ao final do qual o prédio ainda não está pronto.

Uma questão relevante que se apresenta, dadas as definições anteriores, é a seguinte: há, realmente, a necessidade de se definir  $Q_{l,t}$  e  $Q_{t,t}$ , uma vez dispondo-se das qualidades e das disponibilidades dos recursos, o que virtualmente definiria a qualidade e a disponibilidade do produto? Com relação a  $Q_{l,t}$ , sua necessidade prende-se ao fato de que mesmo se contando com recursos que tenham qualidade, se a interação entre os mesmos não tiver, o produto gerado também não terá. No que se refere a  $Q_{t,t}$ , sua necessidade decorre da distribuição temporal de execução da operação, que



depende da disponibilidade dos recursos, das características da operação (p.ex. a cada transformação várias unidades de produto podem ser obtidas), de decisões de programação, etc. Assim, a disponibilidade do produto depende das disponibilidades dos recursos e do número de transformações, além de outras variáveis.

Retomando a Figura 7.5. e introduzindo na mesma as definições de quantidade e qualidade, obtém-se a Figura 7.6.



**FIGURA 7.6. - QUANTIDADES E QUALIDADES ENVOLVIDAS NO SISTEMA DE PRODUÇÃO**

As qualidades definidas e mostradas na Figura 7.6. representam: 1) O que realmente é fornecido à transformação, no caso dos recursos; 2) O que de fato ocorre na transformação e 3) O que se obtém como produto. Tais

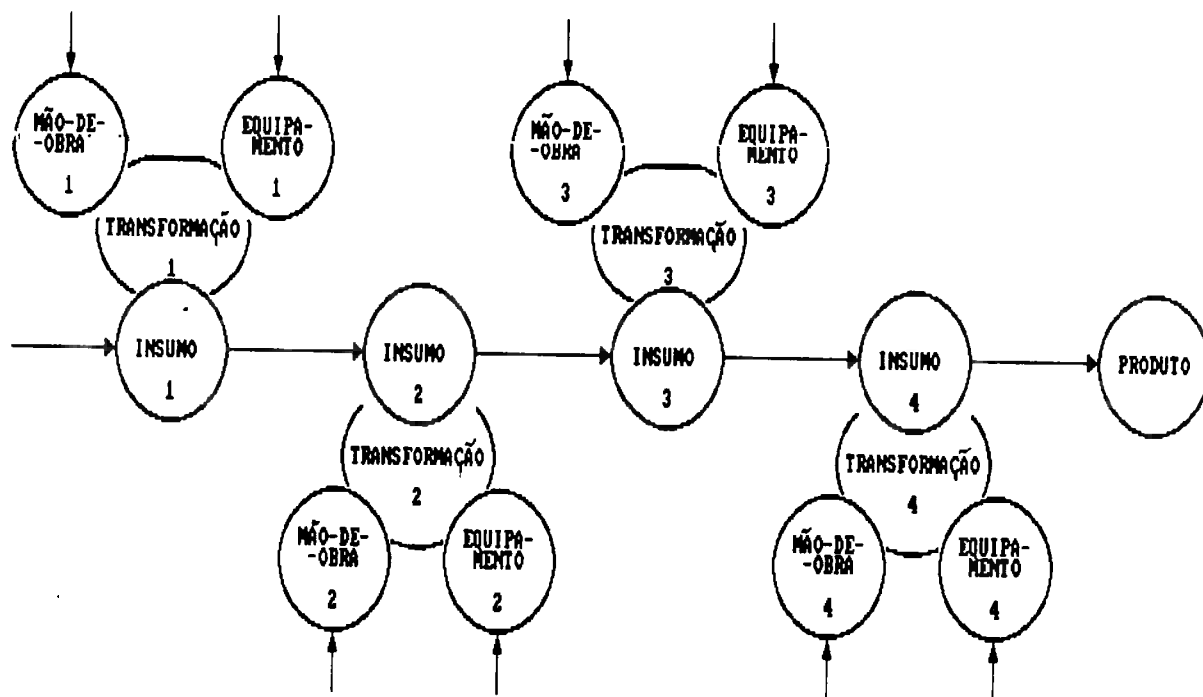
qualidades podem, ou não, estar satisfazendo a certos requisitos (especificações).

As quantidades, representadas na Figura 7.6., referem-se a um certo intervalo de tempo e estão associadas às qualidades definidas. Considerando o produto, pode-se admitir que uma parcela de  $Q_{t,p}$  (variando de 0% a 100%) atenda às especificações, ou seja,  $Q^{e}_{t,p}$  é a quantidade de produto gerado que atende às especificações, isto é, possui a qualidade  $Q_{e1,p}$ . De forma análoga, tem-se  $Q_{e1,t}$  de qualidade  $Q_{e1,t}$ ,  $Q_{e1,i}$  de qualidade  $Q_{e1,i}$ ,  $Q_{e1,m}$  de qualidade  $Q_{e1,m}$  e  $Q_{e1,e}$  de qualidade  $Q_{e1,e}$ . A ligação entre essas variáveis é a seguinte: apenas é possível produzir algo que atende a certas especificações se se realizar uma transformação que satisfaça a certas condições e recursos que atendam a certas especificações. Todas as quantidades utilizadas são inferiores às disponibilidades dos recursos.

Uma aplicação do que foi discutido até aqui refere-se ao caso em que são necessárias várias transformações (operações) interligadas para se obter o produto final. Neste caso, a obtenção do produto, a partir de um (ou vários) insumo(s) inicial(is), pode ser representada pelo encadeamento adequado de vários "módulos" do tipo da Figura 7.5. Na Figura 7.7. esquematiza-se este encadeamento para o caso de um único insumo em cada transformação, num total de 4 transformações, e considerando-se um único produto. É

evidente que se existir mais que um insumo por transformação e for produzido mais do que um produto, o encadeamento não ocorrerá de forma seqüencial, tal como na Figura 7.7.

Novamente com relação à Figura 7.5., é fácil perceber que, de alguma forma, os recursos devem ser obtidos externamente ao sistema de produção, disponibilizados e fornecidos à transformação. A obtenção, a disponibilização e o fornecimento se dão através de sistemas logísticos e de funções logísticas, apresentados na Figura 7.8.

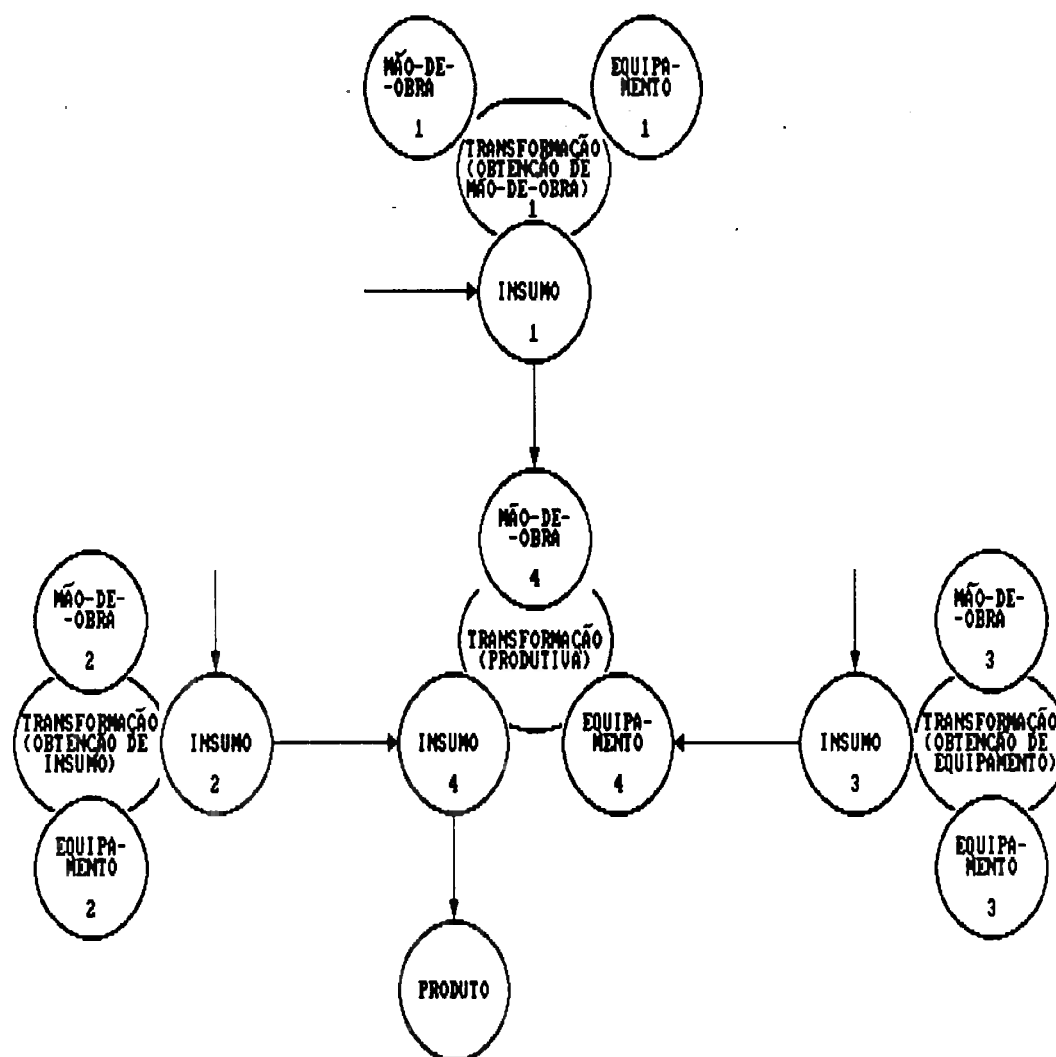


**FIGURA 7.7. - ESQUEMA DA OBTENÇÃO DE UM PRODUTO ATRAVÉS DE QUATRO TRANSFORMAÇÕES SEQÜENCIAIS**

Com relação à Figura 7.8., devem ser feitos os seguintes comentários: 1) O insumo 1 refere-se à mão-de-obra obtida em

mercado que será treinada, disponibilizada e fornecida à transformação produtiva; 2) O insumo 2 refere-se ao insumo obtido em mercado que poderá ser inspecionado, armazenado, disponibilizado e será fornecido à transformação produtiva; 3) O insumo 3 diz respeito ao equipamento que será obtido em mercado, será preparado, será disponibilizado, sofrerá manutenção quando necessário e será encaminhado à produção; 4) Não se está focalizando o fornecimento de recursos para o sistema logístico/funções logísticas, daí não haver setas apontando para os recursos empregados por tal(is) sistema/funções.

A composição dos esquemas propostos nas Figuras 7.7. e 7.8. permite evidenciar o que ocorre internamente ao sistema de produção. A proposição difere dos tradicionais Fluxogramas (ou Diagramas de Processo) pois nesses não há a preocupação de registrar a logística dos recursos produtivos, de explicitar as categorias de mão-de-obra (e mesmo de equipamentos, em boa parte dos casos), empregada nas transformações e, caso seja de interesse, de interligar o processo de transformação com outros processos que ocorrem na empresa (administrativos, p.ex.).



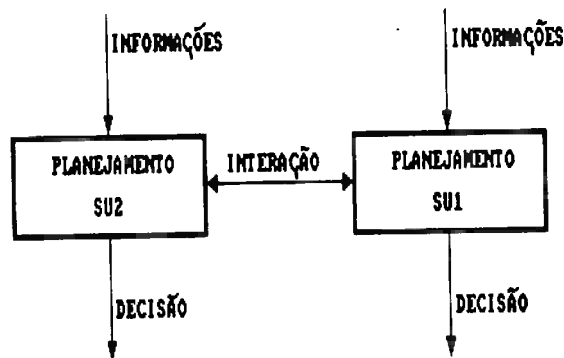
**FIGURA 7.8. - SISTEMAS LOGÍSTICOS E FUNÇÕES LOGÍSTICAS**

Alguns outros aspectos podem ser explorados com diagramas do tipo apresentados nas Figuras 7.7. e 7.8. São eles: (a) As transformações podem ser subdivididas em operações, transportes e estocagens e, dentro dessas categorias, é possível colocar a sua denominação específica; (b) Interdependências não causadas por fluxos de materiais podem ser registradas no diagrama (por exemplo, através de linha

pontilhada que interligue os elementos entre os quais há interdependência. Pode-se, inclusive, especificar o tipo de interdependência (seqüencial, recíproca, etc.); (c) As transformações que ocorrem no ambiente, relevantes ao sistema de produção, podem ser esquematizadas como nas Figuras 7.7. e 7.8. Isto permite, também, que se identifiquem as interdependências entre o sistema e o seu ambiente; (d) Além dos recursos já considerados, o recurso informação poderia ser considerado adicionalmente.

Agora, será analisada a **decomposição de problemas de decisão referentes a operações interligadas** admitindo que um diagrama semelhante às Figuras 7.7. e 7.8. tenha sido obtido. Será suposto que se tem um só nível de decisão. Caso se tenha mais de um nível de decisão, os diagramas que descrevem o processo deverão se apresentar em diferentes graus de desagregação.

A interação entre operações consecutivas se dá do modo apresentado na Figura 7.9. Cada um dos blocos de decisão recebe informações, toma decisões individuais, mas não pode deixar de considerar a interdependência entre as operações (SU1 e SU2).



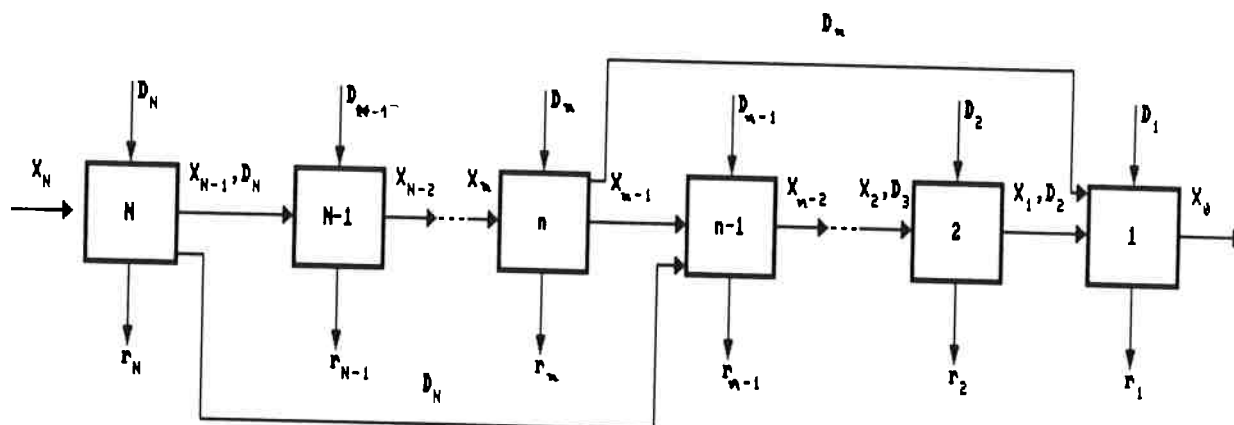
**FIGURA 7.9. - INTERAÇÃO ENTRE OPERAÇÕES CONSECUTIVAS**

O Planejamento feito no SU2 interage com aquele feito no mesmo nível de decisão, porém referente a uma outra operação, denominado SU1. As funções de decisão e suas interações refletem o que ocorre no sistema físico.

Em termos de Programação Dinâmica (P.D.), o problema pode ser esquematizado como na Figura 7.10. Cada um dos estágios de decisão representa, em princípio, uma transformação. Interdependências devidas a fluxo de materiais e a outros sinergismos estão contempladas na Figura 7.10.(1)

---

(1) O esquema da Figura 7.10. admite que as operações estejam interligadas de forma seqüencial, o que não é uma condição necessária. Outros casos de interligação são encontrados na prática. A análise destes casos, pela P.D., é feita com a ampliação do número de estágios de decisão e de variáveis de estado.



**FIGURA 7.10. - ESQUEMA DE PD PARA A TOMADA DE DECISÃO SOBRE OPERAÇÕES CONSECUTIVAS, NUM MESMO NÍVEL DE DECISÃO (SU)**

As variáveis constantes da Figura 7.10. são as seguintes:

- D. - Variável de Decisão (vetor)
- X. - Variável de Estado (vetor)
- r. - retorno (escalar)

Considerando qualquer um dos estágios da Figura 7.10., tem-se o seguinte. A seta horizontal do lado esquerdo fornece a informação necessária para que se possam tomar decisões. Se se supuser, para exemplificar, que a decisão em consideração



é a de seleção de investimentos, a seta citada incluiria o capital restante para aplicação em projetos ( $X_n$ ) e decisões tomadas em estágios anteriores ( $D_i$ 's). A seta vertical superior representa a variável de decisão. Esta decisão se refere à operação em estudo (p.ex. capital a ser aplicado na operação  $n$ ). A seta horizontal do lado direito inclui o capital restante para aplicação após a decisão no estágio  $n$  e, eventualmente, a própria decisão  $D_n$  caso algum estágio de índice inferior a  $n$  interaja com o de índice  $n$ . A seta vertical inferior representa o retorno obtido tendo em vista as informações de entrada e as decisões tomadas (p.ex. valor presente líquido do projeto). Vale a pena destacar que as interações a que nos referimos são de consideração importante pois podem influir nos gastos de capital e nos retornos dos projetos, dentro do exemplo utilizado.

A partir do exame da Figura 7.10., pode-se dizer que o modelo de decisão para operações interligadas é de Programação Dinâmica Não Seriada. A seguir, são fornecidas as equações recursivas para a solução do problema, sendo  $f_n$  o retorno ótimo para  $n$  operações.

$$f_0(x_0) = c, \forall x_0 \in W \quad (7.1)$$

$$f_1(x_1, v'_1) = \max [r_1(x_1, D_1, V_1) * f_0(x_0)] \quad (7.2)$$

$$D_1 \in \Omega_1$$

$$V'_1 = V_1$$

$$D_1 = D_1(x_1, V'_1)$$

$$x_0 = T_0(x_1, D_1, V'_1), x_0 \in W_0$$

⋮

$$f_n(x_n, v'_n) = \max [r_n(x_n, D_n, V_n) * f_{n-1}(x_{n-1}, v'_{n-1})] \quad (7.3)$$

$$D_n \in \Omega_n$$

$$V'_n = (V_n \cup V'_{n-1}) - (D_n),$$

$$D_n = D_n(x_n, V'_n),$$

$$x_{n-1} = T_{n-1}(x_n, D_n, V'_n), x_{n-1} \in W_{n-1}$$

⋮

$$f_N(x_N, \vec{o}) = \max [r_N(x_N, D_N, \vec{o}) * f_{N-1}(x_{N-1}, v'_{N-1})], \quad (7.4)$$

$$D_N \in \Omega_N$$

$$D_N = D_N(x_N)$$

$$x_{N-1} = T_{N-1}(x_N, D_N), x_{N-1} \in W_{N-1}$$

Na equação (7.1) estabelece-se uma condição de contorno em que o retorno ótimo ( $f_0(X_0)$ ) vale uma constante ( $c$ ) para qualquer valor viável de  $X_0$ . O conjunto em que  $X_0$  é viável é denominado  $W_0$ . Para cada transformação, o conjunto em que  $X_n$  é viável, é denominado  $W_n$ . Da mesma forma, o conjunto em que  $D_n$  é viável, é denominado  $\Omega_n$ .

Na equação (7.2) tem início de fato o processo de otimização que prossegue nas equações (7.3) e termina na equação (7.4). Nesta última, a solução (política ótima) do problema de integração entre transformações interdependentes estará obtida, assim como estará determinado o retorno ótimo correspondente.

Nas equações (7.1), (7.2) e (7.3) é utilizada a variável  $T$  - denominada de transição.

O símbolo "\*" empregado nas equações (7.2), (7.3) e (7.4) representa composição de retornos, podendo significar adição, multiplicação, etc.

O significado das variáveis de estado, de decisão e dos retornos é analisado a seguir:

1. A variável  $X_n$ , de estado, descreve a "posição" do sistema no momento de decisão. Em cada nível de decisão,  $X_n$  apresentará uma desagregação diferente, aumentando a

desagregação à medida que se dirige do nível estratégico para o detalhado;

2. Os conjuntos  $V_n$  e  $V'_n$  têm grande relevância pois descrevem as interdependências entre as operações. O conjunto  $V_n$  descreve as interdepêndências que a operação "n" tem com outras operações de índice superior a "n". O conjunto  $V'_n$  descreve as interdependências do retorno  $f_n$  com operações de índice também superior a "n". Entre  $V'_n$  e  $V_n$  existe a relação  $V'_n = (V_n \cup V'_{n-1}) - (D_n)$ .

A aplicação sucessiva desta relação às operações leva à seguinte conclusão: na operação "n", a variável de decisão  $D_n$  e o retorno  $f_n$  dependerão do seguinte conjunto:  $[V'_n \cup V_{n-1} \cup \dots \cup V_1] - [D_n, D_{n-1}, \dots, D_1]$ . Quando da tomada de decisão  $D_n$ , as variáveis de decisão de índice maior que "n" que interagem com  $D_n, D_{n-1}, \dots, D_1$ , devem ser consideradas. **Aqui se observa o conceito de cliente interno que é a operação atendida por uma antecessora não necessariamente imediata.**

3. A variável  $D_n$ , de decisão, para cada possível estado de entrada para a operação "n", aí incluindo a descrição dos recursos produtivos diretos (tipo, características de qualidade e disponibilidade), buscará a melhor opção para a operação "n" quanto aos itens forma de interação, características de qualidade da interação e distribuições temporal e localizacional da mesma (ver a Figura 7.3.). Assim como para a variável  $X_n$ , a

desagregação de  $D_n$  também aumenta quando se caminha do nível estratégico para o detalhado. Observando a Figura 7.4., no nível estratégico se estará selecionando a tecnologia (possivelmente considerando o conjunto todo de operações do sistema de produção), enquanto que no nível detalhado se estará programando cada operação a realizar. A questão da integração física, que deve ocorrer em cada nível de decisão, é feita através das variáveis de decisão  $D_n$ . Ainda utilizando a Figura 7.4., o início do processo de decisão localiza-se no canto superior direito da mesma, onde se definem os produtos e mercados a atender (clientes), a estratégia competitiva da empresa e os fatores críticos de sucesso (FCS's). No nível estratégico seriam tomadas as várias decisões  $D_n$  que forneceria a **configuração das operações** (conforme o exposto no capítulo 6) de forma integrada para o sistema de produção. Nos níveis de decisão seguintes, tais decisões seriam desagregadas.

4. Quanto aos retornos, tem-se:

$$r_n = r_n (X_n, D_n, V_n)$$

Os retornos dependem da variável de estado  $X_n$ , da decisão  $D_n$  e do conjunto  $V_n$ . Em cada um dos níveis de decisão haverá a consideração de conceitos diferentes para o retorno. No nível estratégico o retorno poderá significar lucro, faturamento, "market share", etc. No nível tático poderão ser consideradas variações naquele retorno, bem como itens que o complementem. Assim como

já observado no capítulo 6, há casos em que não há retornos a considerar nos estágios de decisão ao longo de todo um nível de decisão.

5. Os diagramas de processo do tipo das Figuras 7.7. e 7.8., cuja obtenção precede o procedimento de otimização, deve conter, explicitamente: (a) As operações e os fluxos<sup>o</sup> de materiais entre as mesmas; (b) Os elementos adicionais que permitam calcular os retornos  $r_n$ , como por exemplo o consumo de energia; (c) A descrição dos fluxos e das interdependências entre as operações, em termos dos FCS's.

Considerando a forma de decomposição apresentada, é possível explorar o conceito de **integração física**. Considerando a partir da Figura 7.10., o estágio de decisão  $n$ , verifica-se que: (a) O estágio  $n$  se liga a um estágio anterior e a um estágio posterior através da variável de estado  $X$ . que descreve o estado do sistema. Embora, em muitos casos, a ordem de análise dos estágios não seja relevante, há restrições que devem ser satisfeitas pelo sistema como um todo (por exemplo, capacidade de estocagem) e os estágios de decisão devem considerar. A não consideração desse aspecto leva à falta de integração física (coordenação) entre os estágios de decisão. A consequência é que em cada nível de decisão deve-se exercer a coordenação entre as operações e fluxos para que restrições de ordem geral (que atingem o sistema como um todo) sejam satisfeitas; (b) As decisões,

nas várias operações, devem estar alinhadas e isto é feito através da definição dos FCS's e da consideração dos mesmos por todas as operações; (c) As interrelações entre decisões também constituem aspectos relevantes na integração física. Nestes casos, no entanto, a coordenação deve se dar entre os estágios interagentes (ver comentário sobre  $V_n$  e  $V'_n$  anteriormente feito). A falha na informação fornecida ou a atuação independente de um dos estágios causa problemas de integração física; (d) Num mesmo nível de decisão, os retornos considerados para as várias operações devem ser coerentes com o objetivo mais amplo do sistema de produção. A incoerência dos retornos leva a uma atuação conflitante das operações.

Em termos de seqüência temporal do procedimento de otimização, tem-se os seguintes passos (para um certo nível de decisão):

- 1) Otimizar os estágios 1 a  $N-1$ , nessa ordem;
- 2) Otimizar o estágio  $N$  obtendo  $f_N(x_N, \vec{0})$  e  $D_N = D_N(x_N)$ ;
- 3) Dado um certo  $\hat{x}_N$ , determina-se  $f_N(\hat{x}_N, \vec{0})$  e obtém-se a política ótima de decisões:  $\hat{D}_N, \hat{D}_{N-1}, \dots, \hat{D}_1$

De posse das informações para o procedimento de otimização, os passos (1) e (2) podem ser realizados "a priori" com relação a qualquer decisão de fato, ficando estas últimas

para serem tomadas quando se tiver  $\hat{X}_N$ , através do passo (3). (1)

Retomando os casos básicos de interdependência discutidos no capítulo 5, o modelo de otimização apresentado faz com que as funções de decisão interajam de acordo com o penúltimo e o último casos apresentados no Quadro 5.2., denominados, respectivamente, de "outros sinergismos entre pares de funções" e de "sinergismos entre três ou mais funções", além da interdependência seqüencial. Observando a Figura 7.10., nota-se que a interdependência seqüencial advém do fato de que uma operação será gerenciada em função dos recursos produtivos diretos que recebe da operação anterior. Os outros dois casos de interdependência mencionados, que consideram "sinergismos" de forma geral, são causados pelas interações entre operações que não são vizinhas. A coordenação de operações seqüenciais é feita por **planos**. A coordenação das outras duas formas de interdependência é feita por **planos** ou por **ajuste mútuo**. Da mesma maneira que no caso da integração entre níveis de decisão, o uso dos mecanismos de coordenação dependerá da **informação** e do **conhecimento** que o sistema de gestão tem do ambiente e da tecnologia. Adicionalmente a isso, caso existam muitas

(1) Numa organização, quando do processo de tomada de decisão em estágios seqüenciais, pressupõe-se a disponibilidade de  $f_N(X_N, \theta)$ , de  $D_N = D_N(X_N)$  e de  $D_n = D_n(X_n, V_n)$  para  $n = 1, \dots, N-1$ , o que, em geral, não é verdadeiro, levando a situações de inviabilidade ou não-ótimas. Também aqui, como no capítulo 6, isto é devido em parte à dinâmica ambiental e à complexidade tecnológica e, em parte, à inadequação do sistema de gestão.



interdependências a considerar em cada estágio de decisão, haverá maior dificuldade em se utilizar um mecanismo de coordenação mais simples, como é o caso dos planos. Em outras palavras, a **complexidade interna** (número e variedade de interdependências no sistema físico) é outro fator a ser aqui considerado, além dos dois anteriores. O Quadro 7.1. sintetiza a discussão sobre as formas de interdependência e os mecanismos de coordenação.

| INFORMAÇÃO<br>E<br>CONHECIMENTO | MECANISMO DE COORDENAÇÃO |                     |
|---------------------------------|--------------------------|---------------------|
|                                 | COMPLEXIDADE INTERNA     |                     |
|                                 | BAIXA                    | ALTA                |
| BAIXOS                          | PLANOS/AJUSTE MÚTUO      | AJUSTE MÚTUO        |
| ALTOS                           | PLANOS                   | PLANOS/AJUSTE MÚTUO |

**QUADRO 7.1. - SISTEMA FÍSICO, COMPLEXIDADE INTERNA, INFORMAÇÃO, CONHECIMENTO E MECANISMOS DE COORDENAÇÃO.**

Observe que nas células do Quadro 7.1., em que foi colocado "Planos/Ajuste Mútuo", há alternativas a utilizar e, mesmo temporalmente, pode-se iniciar com o mecanismo de Ajuste

Mútuo e, depois, passar para o de Planos, em função de **aprendizado**.

O Ajuste Mútuo (e os Planos) podem envolver diversas funções de decisão simultaneamente (e não apenas duas). No caso do Ajuste Mútuo isto evidencia que a rede necessária à tomada de decisão pode envolver competências referentes a diversas operações, competências estas que deverão estar voltadas para os FCS's.

No caso de integração física, é possível ter, num mesmo nível de decisão, diversas redes, com conjuntos de competências diferentes para a tomada de decisão. Tais redes estarão integradas entre si. Em ambiente complexo e dinâmico e com tecnologia variável, as redes para o ajuste mútuo poderão mudar ao longo do tempo, bem como poderão mudar as competências de redes que contém as mesmas funções de decisão.

A situação de ajuste mútuo, originada por informação e conhecimento baixos e por complexidade interna alta, poderá não mudar para coordenação por planos, mesmo que o nível de informação e conhecimento aumentem substancialmente.

Para a situação ambiental e tecnológica estável, é possível, com algum tempo, ter informação e conhecimento acerca dos mesmos. Neste caso, a menos que se tenha uma grande

complexidade interna, o mecanismo de coordenação será por planos. Inversamente, para um ambiente turbulento e tecnologia flexível, o mecanismo mais provável é o de ajuste mútuo.

Alternativamente a se enfrentar as interdependências, podem-se criar certas folgas. Uma primeira possibilidade reside em filtrar o ambiente e a tecnologia, não considerando todas as situações possíveis de ocorrer. No Quadro 7.2. estão apresentadas algumas alternativas, conforme a estratégia competitiva adotada. Tais folgas reduzem a necessidade de processamento de informações pelo sistema de gestão, podendo ter, em contrapartida, custos associados à sua manutenção.

Neste ponto, podem ser combinados os resultados das análises sobre mecanismos de coordenação feitas nos capítulos 6 e 7. As conclusões seriam as seguintes:

- . Nas situações em que o mecanismo de Planos é o mais adequado, por exemplo quando se tem Informação e Conhecimento Altos sobre o Ambiente e a Tecnologia, e Complexidade Interna Baixa, é possível lançar mão de modelos de decisão, eventualmente otimizantes, e de sistemas de informação para transmissão de dados e informações (incluindo decisões). A focalização das atenções nos FCS's deve possibilitar simplificação no conjunto de processos de decisão. As variáveis que não

constituem FCS's poderão ser abordadas dentro da linha de serem coerentes com os FCS's. Finalmente, algumas simplificações adicionais podem ser obtidas com a utilização de folgas, eliminando a necessidade de realizar integrações.

. Nas situações em que o mecanismo de Ajuste Mútuo é o mais adequado, por exemplo quando se tem Informação e Conhecimento Baixos sobre o Ambiente e a Tecnologia, e Alta Complexidade Interna, a reunião de competências em redes e o uso de modelos que auxiliem no ganho de informação e conhecimento por parte dos componentes da rede, e na tomada de decisão, são fundamentais para a utilização desse mecanismo. Comentários semelhantes aos já feitos para Planos, no que se refere aos FCS's e folgas são, também, válidos aqui. De forma a simplificar adicionalmente a utilização do mecanismo, seria mais adequada a sua implantação em poucos níveis de decisão (preferencialmente só um), tendo as redes elevado grau de competência e promovendo-se a integração entre as mesmas.

- . Temporalmente, dependendo de ganhos significativos de informação e conhecimento sobre o Ambiente e a Tecnologia (aprendizado) pode-se passar do mecanismo de Ajuste Mútuo para o de Planos, inclusive com a eliminação de certas folgas.

| ESTRATÉGIAS   | FOLGAS  |   |
|---------------|---|---|
|               | INTERAÇÃO AMBIENTE -<br>- SISTEMA DE PRODUÇÃO   | INTERNAS AO SISTEMA<br>DE PRODUÇÃO                                |
| CUSTO         | - PREÇOS DOS RECURSOS BAIXOS<br>- PREÇOS DOS PRODUTOS ALTOS   | - COEFICIENTES TÉCNICOS<br>REDUZIDOS                              |
| QUALIDADE     | - QUALIDADE DEMANDADA É IN-<br>FERIOR À OBTIDA<br>- QUALIDADE DO FORNECIMENTO<br>É SUPERIOR ÀQUELA NECESSÁ-<br>RIA    | - CAPABILIDADE DOS EQUI-<br>PAMENTOS É MAIS QUE<br>SATISFATÓRIA   |
| TEMPO         | - TEMPOS DEMANDADOS SÃO<br>MAIORES QUE OS VIÁVEIS<br>- TEMPOS DOS FORNECEDORES<br>É BAIXO FACE AO QUE É<br>NECESSÁRIO | - CAPABILIDADE DAS FASES<br>PRODUTIVAS É MAIS QUE<br>SATISFATÓRIA |
| FLEXIBILIDADE | - CAPACIDADE DE MUDANÇAS É<br>SUPERIOR À DOS COMPETIDO-<br>RES<br>- CAPACIDADE DOS FORNECEDO-<br>RES EM MUDAR É ALTA  | - FAIXAS AMPLAS E RES-<br>POSTAS RÁPIDAS                          |
| INOVAÇÃO      | - PRODUTOS ATUAIS ESTÃO NA<br>FRENTE DOS COMPETIDORES   | - COMPETÊNCIAS EXISTEN-<br>TES SÃO GRANDES                        |

**QUADRO 7.2 - POSSIBILIDADES DE FOLGAS CONFORME A  
ESTRATÉGIA COMPETITIVA**

- Num mesmo instante no tempo e no mesmo sistema de produção é possível ter os dois mecanismos de coordenação em utilização. Um exemplo seria aquele em que apenas uma parte do sistema de produção, de grande importância, apresenta alta complexidade interna,

havendo informação e conhecimento elevados sobre o Ambiente e a Tecnologia. Neste caso, apenas para aquela parte de maior complexidade seria formada uma rede, sendo que o restante do sistema de produção seria tratado através de Planos. A rede, evidentemente, teria que ser integrada aos demais estágios de decisão.

Com relação ao aspecto de controle, a figura 6.9 fornece o caminho a seguir. Naquela figura, em cada um dos níveis de decisão (e controle), haveria um certo detalhamento, de acordo com a desagregação do sistema físico, em operações e fluxos. A essas operações e fluxos seriam, então, associados indicadores de desempenho, provavelmente ligados a FCS's e variações com relação às decisões de planejamento tomadas seriam calculadas. A análise prospectiva de tais variações permitiria a realização da função de controle.

## 8. INTEGRAÇÃO AMBIENTAL

Para se discutir o item ambiente e a forma de tratá-lo nos problemas de gestão da produção, obtendo a integração com o mesmo, é necessário que se identifique, em cada caso, o que está contido no ambiente. Para tanto, é necessário saber: 1) Quem afeta os retornos e as decisões do sistema; 2) De que maneira estão afetados retornos e decisões; 3) Quais funções de decisão são afetadas; 4) Como está integrada interna e externamente aquela parcela do ambiente; 5) Como deve ser considerado o ambiente pelo sistema.

A discussão sobre o ambiente será iniciada por uma análise de alguns dos sistemas que podem se encontrar no ambiente do sistema de produção, os objetivos e necessidades de tais sistemas e do sistema de produção, e o tratamento a ser dado aos mesmos, a curto e a longo prazos, (questões 1, 2 e 5 acima). No Quadro 8.1. apresentam-se as respostas a essas questões. O Quadro 8.1. traz um certo número de tratamentos do ambiente que podem ser sintetizados. Isto é feito no Quadro 8.2,<sup>(1)</sup> neste caso considerando apenas a situação de curto prazo.

---

(1) O ambiente do tipo "plácido" não foi incluído por não ter tratameto específico.

| SISTEMAS DO AMBIENTE    | OBJETIVOS/NECESSIDADES                                    |   | TRATAMENTO DO SISTEMA  |   |
|-------------------------|---|---|--|---|
|                         | DO SISTEMA  | DA EMPRESA  | A CURTO PRAZO  | A LONGO PRAZO   |
| PARTE DO SISTEMA FÍSICO | COOPERAR COM O RESTO DA EMPRESA (NS) (1)                  | OBTENÇÃO DA PARTE   | RESTRIÇÃO NO PERÍODO DE CONGELAMENTO DA DECISÃO  | CONSIDERADO COMO PARTE CONTROLÁVEL DO SISTEMA; DEIXA DE SER PARTE DO AMBIENTE |
| FORNECEDOR DE RECURSOS  | COOPERAR COM A EMPRESA (NS) E OBTENÇÃO COMO CONTRAPARTIDA | OBTENÇÃO DO FORNECEDOR  | ESTRATÉGIA DE SUPRIMENTOS  | POSSÍVEL ALIANÇA (PARCERIA)   |
| GOVERNO                 | REGULAR A ATUAÇÃO DA EMPRESA DO PONTO DE VISTA LEGAL      | SEGUIR A REGULAMENTAÇÃO   | TRATADO COMO RESTRIÇÃO   | RESTRIÇÃO PODE VIR A SER MODIFICADA INCLUSIVE PELA AÇÃO DA EMPRESA            |
| SOCIEDADE               | QUALIDADE DE VIDA   | PRODUZIR ALGO QUE TRAGA BENEFÍCIO SOCIAL                          | TRATADO COMO RESTRIÇÃO   | RESTRIÇÃO PODE VIR A SER MODIFICADA INCLUSIVE PELA AÇÃO DA EMPRESA            |
| CLIENTES                | OBTENÇÃO DO PRODUTO DA EMPRESA                            | FORNECER UM PRODUTO COM NS ADEQUADO E OBTENÇÃO COMO CONTRAPARTIDA | ESTRATÉGIA DA MANUFATURA   | POSSÍVEL ALIANÇA (PARCERIA)   |
| COMPETIDORES            | "MARKET-SHARE", FATURAMENTO, ETC                          | "MARKET-SHARE", FATURAMENTO, ETC                                  | ESTRATÉGIA DA MANUFATURA   | ESTRATÉGIA DA MANUFATURA, INCLUINDO APRENDIZADO                               |
| RECURSOS HUMANOS        | QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO EM CONTRAPARTIDA A NS       | OBTENÇÃO DO PESSOAL   | ESTRATÉGIA DE RECURSOS HUMANOS   | POSSÍVEL ALIANÇA (PARCERIA)   |
| NATUREZA                | SEM OBJETIVO  | CONHECER COMO ATUA A NATUREZA                                     | VIA DE REGRA, REDUZ-SE A DISTRIBUIÇÃO DE GANHOS OU PERDAS A UM CÁLCULO DE VALOR ESPERADO | MESMO TRATAMENTO, POSSIVELMENTE COM DIFERENTE ESTADO DE INFORMAÇÃO            |

### QUADRO 8.1. - CONSIDERAÇÃO DOS SISTEMAS DO AMBIENTE

(1) NS = Nível de Serviço



Há, ainda, que se considerar o fato de que, a longo prazo, a empresa pode mudar o seu ambiente, seja quanto aos sistemas nele contidos, seja no tipo de interação com sistemas que já estejam no ambiente. Algumas formas de se fazer isso são as alianças estratégicas e a mudança da estratégia competitiva. Tais mudanças devem, no entanto, ser avaliadas cuidadosamente pois trazem benefícios e custos cuja avaliação não é simples, envolvendo, inclusive, uma análise prospectiva quanto à situação (configuração) do ambiente e da empresa focalizada caso a mudança ocorra.

| TIPO DE AMBIENTE<br>CONTROLE DA SITUAÇÃO    | RESTRITIVO                                    | INCERTO  | CONFLITUOSO                          |
|---|---|--|--------------------------------------|
| PREDOMINANTEMENTE FORA DO SISTEMA EM ESTUDO | RESTRICÇÃO, PODENDO SER PARCIALMENTE ALTERADA | - VALOR ESPERADO DA DISTRIBUIÇÃO DE GANHOS OU PERDAS<br>- ESTRATÉGIA DE MANUFATURA | ESTRATÉGIA COMPETITIVA DA MANUFATURA |
| FORA DO SISTEMA EM ESTUDO                   | RESTRICÇÃO                                    | VALOR ESPERADO DA DISTRIBUIÇÃO DE GANHOS OU PERDAS                                 | —                                    |

**QUADRO 8.2. - TRATAMENTOS DO MEIO-AMBIENTE (CURTO PRAZO)**

A partir do Quadro 8.2. é possível verificar que caminhando-se de cima para baixo e da esquerda para a direita encontramos as situações de menor possibilidade de intervenção do sistema de produção e com maior incerteza envolvida.

Deve-se notar que o emprego da Estratégia da Manufatura interfere fortemente com variáveis relevantes do sistema de produção e não somente com algumas das variáveis do ambiente sobre as quais há pouca influência.

Ainda com relação ao Quadro 8.2. é possível encontrar, na prática, diversos desvios na classificação dos itens do ambiente. Em geral, tais desvios trazem custos adicionais ao sistema, pela inadequação do tratamento dado ao ambiente. No Quadro 8.3. estão fornecidos alguns exemplos. Para maior clareza incluiu-se a linha "desconsideração do item" que significa ignorar a influência de um item do ambiente sobre o sistema em estudo. Os casos 3 e 4 se enquadram nessa categoria. O caso 4, por exemplo, pode representar a inexistência de uma estratégia competitiva da empresa pela desconsideração da competição. O caso 1 representa a não consideração de incertezas, porém levando em conta de forma restritiva a atuação do meio. O caso 2 contém dois efeitos - o primeiro não considera a incerteza de forma adequada e a trata sob a forma de restrição; o segundo é trocar a situação em que se tem algum controle por outra em que o controle está fora do sistema em estudo. Evidentemente, os desvios citados tendem a simplificar o tratamento do sistema em estudo e se justificam apenas nos casos em que a relevância das variáveis consideradas for pequena.

Retomando o início do presente capítulo, serão, agora, abordadas as questões 3 e 4. Para isso, será considerada, inicialmente, uma função de decisão genérica (ver Figura 8.1.). O fluxo denominado "Ambiente" pode ser classificado segundo uma das células da matriz do Quadro 8.2.

| TIPO DE AMBIENTE<br>CONTROLE DA SITUAÇÃO    | RESTRITIVO | INCERTO | CONFLITUOSO |
|---|------------|---------|-------------|
| PREDOMINANTEMENTE FORA DO SISTEMA EM ESTUDO |            | 8       | 8           |
| FORA DO SISTEMA EM ESTUDO                   | 8          | 2<br>1  | 8           |
| DESCONSIDERAÇÃO DO ITEM                     | 3          |         | 4           |

QUADRO 8.3. - DESVIOS NO TRATAMENTO DO MEIO-AMBIENTE

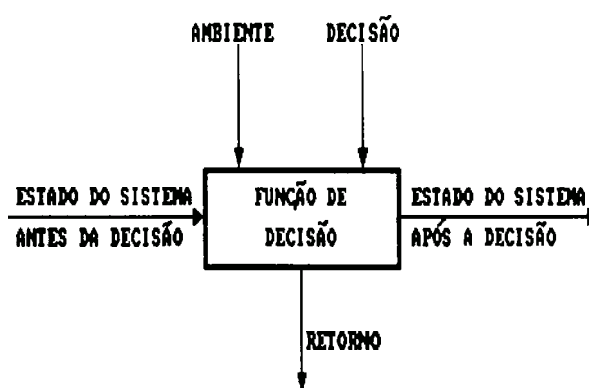


FIGURA 8.1. - FUNÇÃO DE DECISÃO GENÉRICA

Ambientes 1 e 2 podem fornecer até três fluxos de informações para o bloco de Planejamento. O "até" deve-se ao fato de se poder ter menor número de fluxos, em função das demandas geradas pelos níveis de planejamento. O Ambiente 1, por exemplo, poderia apenas fornecer dados para os níveis de Planejamento Tático e Planejamento Detalhado, por ser irrelevante a sua consideração no nível Estratégico.

A Figura 8.3. difere da Figura 8.2. apenas pelo fato de que os Ambientes 1 e 2 levam a dois fluxos de informação do bloco Banco de Dados e Informações para o bloco Planejamento, porém estes dois fluxos se referem a operações diferentes e não à mesma operação como no caso da Figura 8.2.

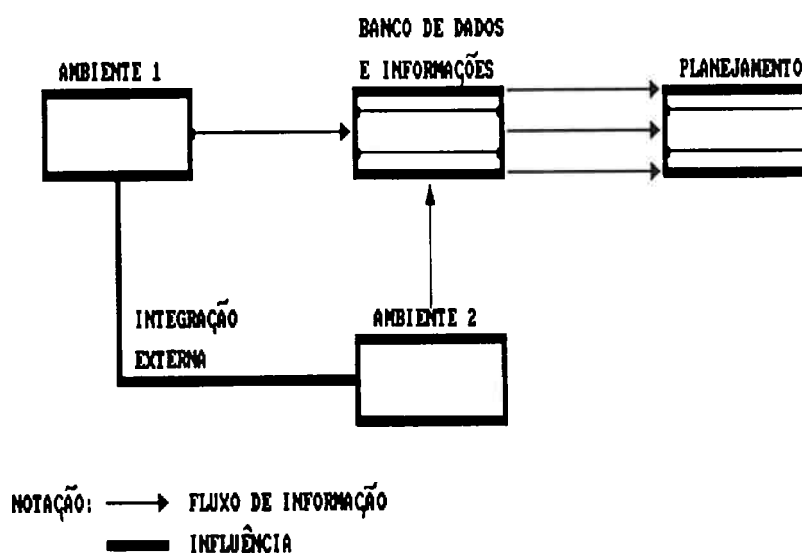
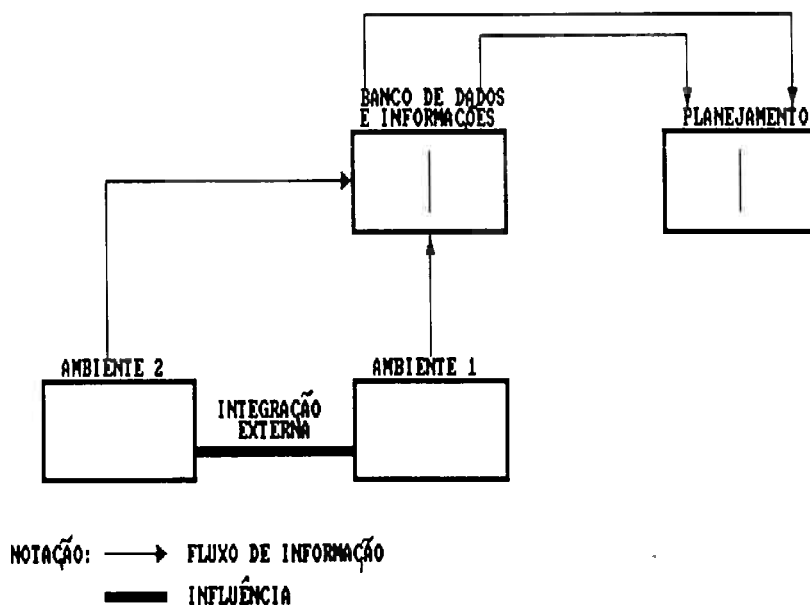


FIGURA 8.2. - INTEGRAÇÃO COM O AMBIENTE (EXEMPLO 1)



**FIGURA 8.3. - INTEGRAÇÃO COM O AMBIENTE (EXEMPLO 2)**

O Caso 9 - Biotec (ver no Anexo a descrição do caso) é um exemplo de avaliação social de pesquisa de um inoculante agrícola. A avaliação foi feita, no caso, utilizando-se um Diagrama de Influência. Os Diagramas de Influência, conforme descrição do capítulo 4, são estruturas gráficas que permitem modelar decisões e variáveis aleatórias, explicitando as dependências probabilísticas e os fluxos de informação numa situação de decisão. A parcela do Diagrama de Influência referente ao ambiente é denominada Mapa de Conhecimento do Ambiente. No caso em questão, o Diagrama de Influência é apresentado na Figura 8.4. Para esse Diagrama, foi desenvolvido um programa de computador que permitiu

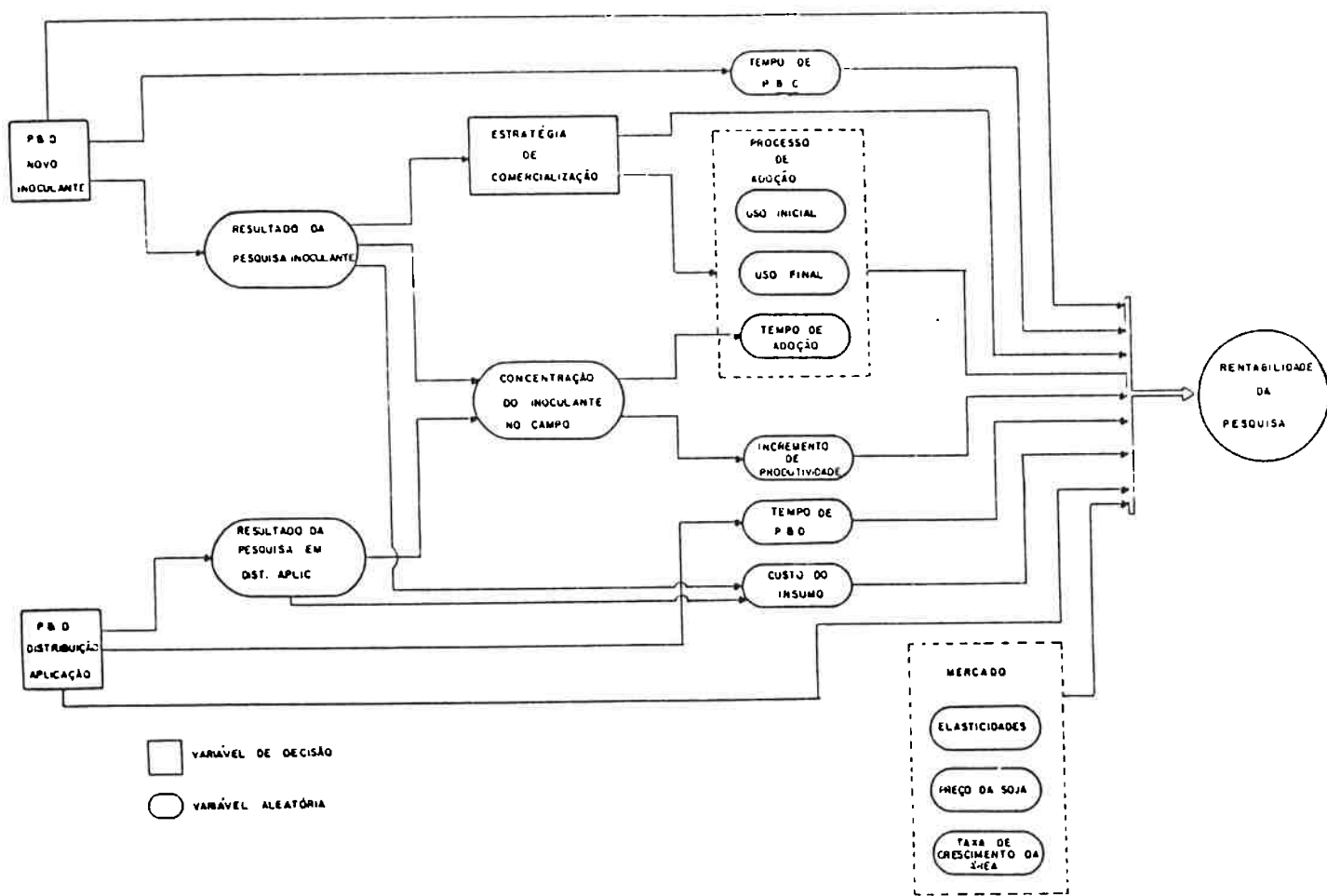


FIGURA 8.4. - DIAGRAMA DE INFLUÊNCIA COMPLETO

simular as distribuições de probabilidades e extrair certas estatísticas das simulações. O resultado final apontou para um benefício social líquido positivo caso se invista nos projetos de P&D constantes do Diagrama de Influência.

Para a tomada de decisão no sistema de produção de interesse, é importante conhecer os sistemas do ambiente que com ele interagem e as integrações externas entre esses componentes (Rede de Relevâncias do Ambiente). Note que, desta forma, se conseguirá mapear o meio-ambiente, mas pouco se conseguirá obter em termos de previsão do comportamento do meio, ou seja, pouco se saberá sobre a dinâmica do ambiente. As técnicas tradicionais de projeção (de vendas, por exemplo) admitem que o futuro será alguma forma de continuação do passado. Estas técnicas, aplicáveis em algumas situações, desprezam o conhecimento que se tem sobre a **integração interna** de sistemas do meio-ambiente. Essa integração interna diz respeito à integração entre as funções de decisão e operação de cada sistema do meio-ambiente. Note que isto auxilia na previsão do comportamento do ambiente, bem como na identificação de pontos fracos e pontos fortes do mesmo a serem considerados pelo sistema em estudo, vis-à-vis os seus próprios pontos fortes e fracos. Além disto, a Estratégia Competitiva do Sistema poderá ser mais facilmente estabelecida a partir desse conhecimento.

A dinâmica e complexidade do Ambiente afetam o nível de informação e conhecimento acerca do mesmo e, portanto, o mecanismo de coordenação a ser empregado no sistema de produção. Para se avaliar o nível de informação e conhecimento sobre o Ambiente são relevantes o Mapa de Conhecimento sobre o Ambiente e dados sobre a integração interna dos seus componentes.

Foi utilizado o termo integração externa, seja do sistema em estudo com elementos do meio, seja entre os próprios elementos do meio. A denominação integração, significa que o elemento do meio ambiente, ora considerado, foi tratado adequadamente. Eventualmente, se algum tipo de aliança puder ser feita com tal elemento, possivelmente poder-se-á aplicar alguns dos mecanismos de integração vistos anteriormente.

Segundo Kanter (1990), **alianças estratégicas** são formas de fortalecimento competitivo das empresas. Sinteticamente, uma empresa se alia a outra para utilizar competências complementares àquelas que já possui. Há vantagens e desvantagens na realização de alianças. Uma das vantagens é a complementação de competências citada. Outras são as seguintes: 1- Evitam-se os custos de recursos e de tempo necessários à estratégia de criar competências internas; 2- mantém-se a flexibilidade do negócio pois as alianças podem ser desfeitas; 3- mantém-se a identidade do negócio. As principais desvantagens concentram-se em questões referentes



às complexidades administrativas e a riscos de más alianças. Uma aliança é uma maneira de **expandir as fronteiras do sistema** sobre o seu ambiente e daí tirar vantagens competitivas.

Kanter (1990) identificou três categorias de alianças: 1- **Serviços multiorganizacionais**; 2- **De oportunidade** e 3- **Entre "stakeholders"**. A categoria (1) é a mais fraca das formas de aliança e a categoria (3) é a de maior intensidade. Na categoria (1), um grupo de organizações, com uma necessidade similar, agrupam-se para criar uma nova entidade que preencha aquela necessidade para todas as organizações, como por exemplo numa associação comercial, centros de pesquisa, etc. Na categoria (2), as organizações vêem uma oportunidade de ganhar uma imediata, embora possivelmente temporária, vantagem competitiva através de uma aliança que as leva a um novo negócio ou estende um antigo negócio ("joint ventures"). A aliança, neste caso, abre uma possibilidade que não existiria a cada um dos participantes tomados isoladamente. Na categoria (3) as alianças entre "stakeholders" são definidas em função de interdependências pré-existentes, por estarem envolvidos em diferentes estágios do sistema de valor (fornecedores, clientes, empregados, etc.). Esta categoria de aliança permite à empresa incrementar a sua competitividade, e é aplicável a qualquer estratégia da manufatura. Tende a ser, também, uma aliança de prazo maior.

Da exposição anterior conclui-se que as alianças permitem às empresas incluir, sob sua influência direta (mesmo que isto não implique em controle total), tanto sistemas até então não existentes (por exemplo, uma nova associação de classe) como sistemas já existentes (por exemplo um fornecedor). Mais especificamente, cada um desses sistemas poderá ser de interesse da empresa por um prazo maior ou menor e, ainda, a influência exercida, também maior ou menor, ocorrerá sobre alguns aspectos (por exemplo, na nova associação de classe a influência poderá se dar sobre o escopo da sua atuação; no caso do fornecedor sobre a qualidade dos insumos recebidos). Desta forma, na definição da fronteira do sistema em estudo deverão ser consideradas as alianças realizadas, o período de tempo abrangido e as variáveis de interesse para o estudo (tempo, custo, qualidade, etc.). Observe que um mesmo sistema poderá estar, simultaneamente, tanto dentro da fronteira como fora da mesma, caso sejam consideradas variáveis de dois tipos: influenciáveis e não influenciáveis (mas relevantes).

Três dos casos descritos no Anexo, a saber, o de nº 4 - Alcoolog, o de nº 5 - Serpub 1 e o de nº 6 - Servpub2 são exemplos reais de avaliação de alternativas de decisão onde é de grande relevância a definição da fronteira do sistema para o qual se está realizando a avaliação. No caso nº 4 - Alcoolog, foi desenvolvido um modelo de Transporte da

Programação Linear, aplicado a três situações distintas de fronteira, de forma a avaliar economicamente a atratividade do investimento em bases de distribuição de álcool, para se verificar o atendimento de objetivos: (a) Dos consumidores que visam o mínimo custo de operação do sistema como um todo (distribuição e transporte); (b) Da empresa distribuidora que visa minimizar o custo real para as suas operações e (c) Da empresa produtora (a Alcoolog) que, com um investimento adicional em bases de distribuição, visava obter uma redução no custo real das suas operações e da distribuidora simultaneamente (redução do "passeio" do álcool). A definição de fronteiras distintas permitiu avaliar os três objetivos e concluiu-se que, segundo estes três objetivos, haveria benefícios líquidos positivos. No caso nº 5 - Servpub 1, o sistema de interesse incluía a Servpub 1 e os seus funcionários. É claro que os impactos para a Servpub 1 tomada isoladamente, bem como para os funcionários, tratados em grupos homogêneos segundo seus salários, também era de interesse pois tais impactos poderiam viabilizar ou não a solução obtida para o sistema. Assim, no caso da Servpub 1 interessava o investimento líquido que teria que fazer, enquanto que, no caso dos grupos de funcionários era de interesse o comprometimento da renda. Para o sistema como um todo importava o custo total mínimo (financiamento da moradia e transporte). No caso nº 6 - Servpub 2, o sistema analisado continha a Servpub 2 e os seus clientes. Também aqui, como no caso anterior, há impactos individuais - para

a Servpub2 sob a forma de custos operacionais e investimentos adicionais em postos de atendimento; para os clientes, sob a forma de tempos e custos de deslocamento, também adicionais. Entretanto, para se chegar à melhor solução possível, o sistema analisado continha tanto a Servpub 2 como os seus clientes.

De grande importância na Análise do Ambiente são as **Rede de Suprimentos**. Dependendo do interesse do sistema de produção, a Rede de Relevâncias do Ambiente pode ser estendida para conter todos os sistemas do Ambiente, que, encadeados, geram alguma característica importante do produto, seja para o sistema em estudo seja para o consumidor final. Por exemplo, se qualidade é variável importante, a Rede de Relevâncias pode incluir todo o sistema de valor para examinar e, eventualmente, o sistema poderia tentar influenciar os pontos em que não há obtenção de qualidade adequada. Nestes casos, a fronteira do sistema de produção poderá estar sendo, temporariamente, aumentada. Redes de Suprimento são exemplos em que, possivelmente, pode ser feito uso de alguns dos mecanismos de coordenação entre seus elementos.

Como síntese do capítulo, para se conseguir integração ambiental, o sistema de produção atenderá restrições, considerará aleatoriedades e atuará sobre os conflitos mediante uma Estratégia Competitiva. A obtenção da Rede de Relevâncias do Ambiente, assim como da integração interna

dos elementos do Ambiente, são importantes pois permitem estabelecer, em bases mais firmes, a Estratégia Competitiva do Sistema, bem como a seleção dos mecanismos adequados de coordenação para o mesmo. Alianças e Redes de Suprimentos são formas de ampliar as fronteiras do sistema de produção, conseguindo-se, com isso, vantagens competitivas no primeiro caso e coordenação das operações de vários sistemas no segundo caso. O termo integração ambiental, utilizado anteriormente, talvez seja mais adequado para estes dois casos.

Um último comentário com relação ao Ambiente refere-se às características que têm sido verificadas para o mesmo nos últimos anos e que tende a prosseguir, dizendo respeito à volatilidade do mesmo, isto é, num certo momento, há dificuldade em se responder às questões: quais elementos estão no Ambiente e quais elementos estão dentro da fronteira do sistema de produção. Devido à volatilidade citada, funções de monitoração do Ambiente têm sido implantadas nas empresas de forma a se poder responder às questões, críticas, anteriormente colocadas.

Adicionalmente às funções de monitoração, talvez um tipo adicional de Ambiente, além dos já definidos (plácido, restritivo, incerto e conflituoso) deva ser tratado à parte. Esse ambiente poderia ser denominado de **Nebuloso** ("fuzzy") e conteria, também, as características dos outros quatro

tipos. A **Teoria dos Conjuntos Nebulosos** (ou Vagos) pode fornecer subsídios para o tratamento mencionado. Um exemplo de trabalho que trata de problemas de decisão hierarquizados, com variáveis do tipo "fuzzy" é o de Esogbue (1983).

"

## 9. INTEGRAÇÃO TEMPORAL

Todas as vezes em que se fala de decisão, qualquer que seja ela, tem-se que falar, concomitantemente, do elemento tempo. O motivo é simples: decisões são tomadas para que algo, **no futuro**, possa ocorrer. Assim, decisões de plano de produção, de novo arranjo físico, e de um método de trabalho aperfeiçoado, **sempre** se referem a um período futuro, em que a decisão estará implantada e em operação. Em se referindo ao futuro, a decisão deverá estar baseada em **informações** referentes a esse futuro. Seguindo o exposto no capítulo 6, são três as categorias básicas de informação que uma função de decisão deve receber para gerar a decisão:

- informações referentes ao ambiente
- informações provenientes de outras funções de decisão
- informações referentes ao sistema físico (dados históricos que podem auxiliar a decisão)

De posse das informações anteriores, devidamente transformadas em previsões sobre o futuro, a função de decisão avalia o **impacto** (também futuro) de alternativas e escolhe a melhor.

Considerando uma função de decisão genérica, o período de tempo, ou horizonte de tempo da decisão = HTD, deverá ser fixado levando-se em conta o seguinte: 1) Em princípio, o

HTD deve ser infinito pois os reflexos de uma decisão podem afetar, indefinidamente, os resultados do sistema de produção; 2) Restrições de ciclo de vida podem levar a se considerar o HTD menor do que infinito. Exemplos: (a) Suponha-se que o ciclo de vida de um produto esteja limitado a dez anos, sem possibilidade de esticar esse prazo. Neste caso, as funções de decisão que se referem ao produto terão HTD de dez anos; (b) A partir do caso (a), pode-se fazer a hipótese adicional de que o produto em questão será substituído por outro, melhorado e mais adequado ao consumidor, sendo que o novo produto tem um ciclo de vida de quinze anos. Neste caso, a função de decisão referente ao primeiro produto será substituída por uma segunda função de decisão, relativa ao segundo produto. Deve-se observar que, a partir do instante em que for possível enxergar a substituição, o HTD será a soma do HTD para o produto 1 e para o produto 2; enquanto isto não ocorrer, o HTD será aquele relativo apenas ao produto 1. Observa-se que daqui surge, em função da mudança de produtos, uma alteração, que pode ser significativa, e que diz respeito à função de decisão; (c) Suponha-se que a análise esteja dirigida à possibilidade de que o produto 2 venha a substituir o produto 1. Neste caso, o HTD é aquele relativo ao produto 2.

De acordo com a discussão acima, o HTD deve ser determinado, em cada caso, considerando a **abrangência da decisão** (introdução de um produto, continuidade da empresa, etc.) e



todas as implicações da mesma, no tempo. Dois casos básicos podem ocorrer: (a) **Término da necessidade do objeto da decisão** (a empresa toda ou um certo produto, etc.); (b) Uma **mudança** significativa no comportamento do sistema (físico ou de gestão). Tanto em (a) como em (b) o HTD se relaciona a um **ciclo de vida**.

Há, ainda, uma questão prática na determinação do HTD que se refere ao valor de algo muito distante no tempo (por exemplo: dinheiro). Embora seja sistêmica a consideração de horizontes de tempo tão longos quanto o necessário, afasta-se muito pouco dessa suposição se alguns anos, distantes o suficiente para em praticamente nada alterar a decisão de hoje, forem desconsiderados.

Em parte empregando o que foi discutido, verifica-se a necessidade de se definir a **integração temporal**. Até então, definiu-se as **integrações entre funções de decisão**, e a **integração entre funções de decisão e o ambiente**. Devido a alterações no ambiente e no sistema físico de produção, as funções de decisão devem sofrer modificações com o tempo. Um exemplo relevante é o da mudança da Estratégia da Manufatura, causando modificações nas funções de decisão. Tais modificações podem incluir, como caso extremo, a extinção da função. Integração temporal, neste texto, significa a integração de uma função de decisão com ela mesma. Uma **integração temporal ideal** significa uma função de

**decisão com uma trajetória temporal adequada às necessidades de modificação do sistema de gestão face ao ambiente e ao sistema físico.** Se a trajetória não for adequada, não haverá a integração temporal ideal, e a função de decisão não estará permitindo obter o melhor resultado possível para o sistema de produção.

Há três casos básicos de integração temporal: 1) **Trajétória tendencial**; 2) **Trajétória com adaptação**; e 3) **Trajétória com "break-through"**.

Uma trajetória tendencial é aquela em que a idéia central das técnicas de projeção se aplica muito bem: o futuro é alguma forma de continuação do passado.

Uma trajetória com adaptação é aquela em que são realizadas pequenas mudanças de curso. Neste caso, combina-se a trajetória tendencial com alguns saltos (pequenos), necessários ao ajuste e ao aperfeiçoamento do sistema de gestão.

Uma trajetória com "break-through" é aquela em que, num certo instante, ocorre alguma mudança significativa na trajetória, tornando sem valor qualquer projeção.

É interessante frisar que o conceito de integração temporal está ligado a uma trajetória e não a uma única posição no

tempo. Esta última forma, além de estar contida na anterior, só permite verificar se o resultado final foi alcançado (função de decisão adequada) sem verificar se o caminho percorrido foi também adequado.

Outro aspecto relevante refere-se às necessidades de uma função de decisão que está sendo alterada. Enquanto que no caso de trajetória tendencial as modificações ocorrem quase que por inércia, no caso de trajetória com adaptação e, especialmente, no caso de trajetória com "break-through", é necessário que uma série de medidas sejam tomadas para que a mudança possa ocorrer.

Assim, nos dois casos citados, haverá: 1) **Mudança na função de decisão** e 2) **Utilização do Sistema Tecnológico** (Engenharia e/ou P&D), que suprirá as necessidades do Sistema de Produção para a mudança.

Embora não seja geral, é freqüente encontrar-se, na realidade, a presença da **entidade de consultoria** (Engenharia e/ou P&D)<sup>(1)</sup> para suprir as necessidades da função de decisão em mudança. Uma situação comum é aquela em que a entidade de consultoria se ocupa apenas do Projeto do sistema de gestão, ficando a implantação do projeto por conta da empresa que promove a mudança.

---

(1) Ou algum órgão da própria empresa.

O caso 8 - Eletrisa 2 (ver no Anexo a descrição do caso) é um exemplo típico em que houve a mudança numa função de decisão (reparar ou substituir os medidores avariados) associada à utilização do sistema tecnológico (engenharia, através de uma entidade de consultoria). No caso em questão a mudança foi relativamente profunda pois a tomada de decisão com base no bom-senso foi substituída pela utilização de um modelo de decisão para uso em micro-computador. A mudança demandou não só o modelo mas também capacitação de pessoal da área de medidores e uma certa alteração na organização desta área. De forma a suprir o modelo e minimizar seu impacto na organização, foi constituída uma equipe mista (empresa de consultoria/ cliente) de forma a se desenvolver o modelo, testá-lo e validá-lo, transferir a tecnologia e realizar o início da mudança organizacional. É interessante notar que a nova função de decisão previu a reparação do medidor através de empresa externa, o que na ocasião da realização do trabalho não existia. Atualmente, uma parte do trabalho de reparação de medidores é feita externamente à Eletrisa 2.

Assume grande importância a análise de trajetórias referentes à própria concepção e implantação da empresa. Aqui, existirá, inicialmente, uma única estrutura sistema de gestão/sistema físico que se encarregará da concepção inicial (pré-projeto) e dos estudos preliminares de viabilidade referentes ao futuro sistema de gestão/sistema

físico. Dependendo de um sinal positivo apontado pelos estudos de viabilidade iniciais, haverá a necessidade de aperfeiçoamentos ou mesmo mudanças significativas para a realização do projeto básico e do estudo de viabilidade global do futuro sistema de gestão/físico. Em havendo, aqui, também, um sinal positivo de viabilidade, novas alterações ocorrerão, agora para a realização do projeto de investimento e do projeto executivo da empresa. Há, ainda, a implantação do sistema de gestão/sistema físico, o acompanhamento do seu funcionamento inicial, etc. Na Figura 9.1. é apresentado um caso particular, exemplificativo, do conjunto de sistemas de gestão/físico que tem como fase inicial a P&D até a fase 4, de operação. Deve-se observar que as fases exemplificadas na Figura 9.1.. tem sobreposições no tempo e determinadas atividades são realizadas reunindo-se competências das quatro fases, simultaneamente. Esta combinação de recursos de diferentes fases para se obter um resultado final desejado caracteriza a estrutura denominada de **adocrática** (ou em rede, como se usou nos capítulos 6 e7). A conhecida estrutura matricial é um caso particular de estrutura adocrática. O esquema da Figura 9.1. não é aplicável apenas à concepção e implantação da empresa mas a qualquer mudança que se queira empreender (grande ou pequena). Particularmente, ela é aplicável à mudança de Estratégia da Manufatura da Empresa.

É oportuno lembrar que, tomando qualquer uma das fases da Figura 9.1., identifica-se, para a mesma, uma estrutura do MIDO.

Como também pode ser visto na Figura 9.1., o número de níveis e o conteúdo das atividades de cada fase são diferentes, o que levará a se **empregar competências diferentes, bem como funções de decisão diferentes por fase.** É importante diferenciar, neste ponto, segundo tais aspectos, as trajetórias com adaptação e com "break-through". De acordo com Hayes (1985), as duas estratégias podem fazer com que o sistema de produção alcance posições idênticas no futuro, mas, certamente, através de caminhos distintos. Na estratégia com "break-through", as mudanças em geral requerem dispêndio elevado de capital, tem maiores riscos e envolvem uma parte relevante do pessoal de alto nível do sistema, além de competência técnica também de alto nível (Engenharia e P&D). Nesta estratégia, uma parte significativa do sistema fica voltada para uma mudança específica que pode resultar, pelo risco não desprezível, em fracasso. Em termos organizacionais, a competência e o fluxo de informação, nos níveis inferiores, são pequenos. Na estratégia com adaptação, de forma bastante diferente da anterior, as mudanças/aperfeiçoamentos raramente requerem dispêndio elevado de capital, seus riscos são menores e as oportunidades para mudanças nascem, em boa parte, dos níveis inferiores da organização (em linguagem sistêmica, o papel

da Engenharia é realizado pelo pessoal de chão-de-fábrica). Nesta estratégia, o pessoal de alto nível do sistema fica mais voltado para dar apoio às mudanças do que em originá-las. Uma das formas deste apoio ocorrer é através do treinamento e educação do pessoal de nível inferior. Este pessoal, fixado no sistema de produção, tem a competência e a facilidade de trocar informações necessárias às mudanças. Como observação final, deve-se notar que um sistema com trajetória de adaptação admite a trajetória com "break-through" simultaneamente, caso seja a predominante. O inverso é mais difícil de ocorrer.

A escolha do tipo de trajetória a utilizar tem um condicionamento importante que é a **capacidade de aprendizagem do sistema**, uma competência tão relevante quanto aquela da qual resultaram os aperfeiçoamentos e mudanças em geral.

A partir da Fase 4 - Produção da Figura 9.1., incluindo a própria fase 4, pode-se ter apenas o MIDO relativo à Produção.

Retomando a discussão acerca do elemento tempo, há uma variável que é de grande relevância e que afeta os HTD's. São os "lead-times" envolvidos nas decisões. Genericamente, tem-se o apresentado na Figura 9.2.

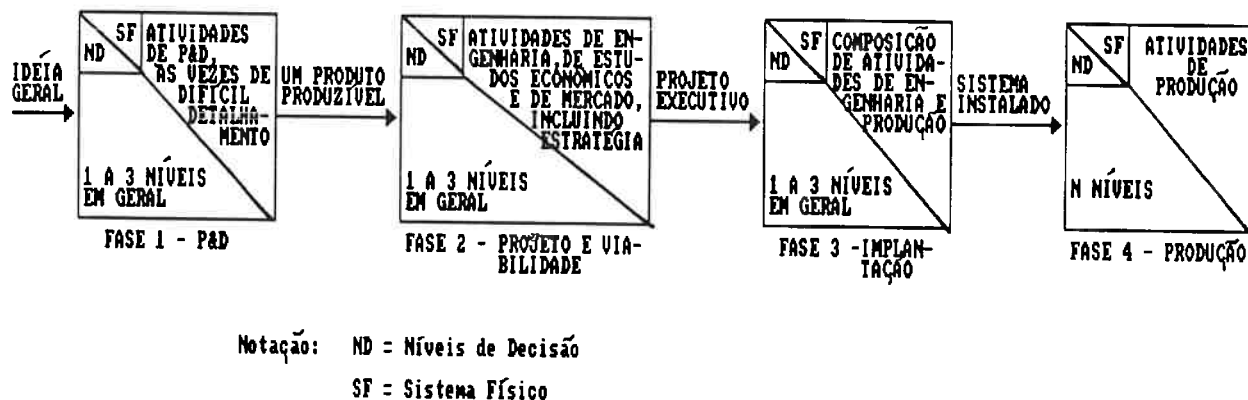


FIGURA 9.1. - EXEMPLIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE GESTÃO/FÍSICO - VISÃO TEMPORAL

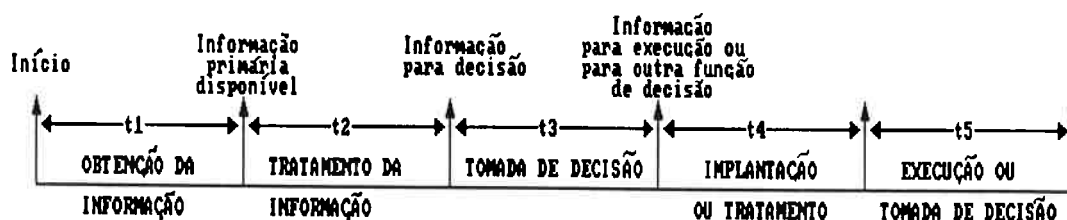


FIGURA 9.2. - "LEAD-TIMES" ENVOLVIDOS NUMA DECISÃO



O tempo t1 está ligado à obtenção da informação primária (dado) para a tomada de decisão.(1)

O tempo t2 refere-se ao tratamento da informação primária. Antes de utilizar a informação primária obtida é, em geral, necessário trabalhá-la antes de a mesma ser incorporada ao modelo de decisão. Exemplificando, se a informação primária for um histórico de vendas da empresa e a decisão necessitar de uma previsão de vendas para os próximos meses, o tratamento da informação primária representará a elaboração de uma previsão de vendas para os próximos meses.

O tempo t3 diz respeito à tomada de decisão propriamente dita.

Uma vez tomada a decisão, há a geração de informação a ela referente, que será a base para a execução ou para outra função de decisão. O tempo t4 representa a implantação de uma decisão no 1º caso ou o tratamento da informação obtida no 2º caso. O tempo t5 representará a execução no 1º caso ou a tomada de decisão no 2º caso.

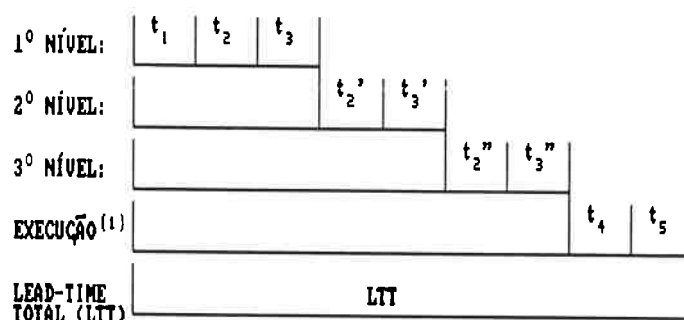
É importante observar o tempo total envolvido na execução de uma decisão que é tomada por três níveis de decisão

---

(1) Observe-se que, em casos de equivocação, há tempo dispendido antes daquele designado por t1. Tal tempo, necessário para se definir qual é a informação necessária à decisão, pode ser significativo.

encadeados. Este tempo se encontra representado na Figura 9.3. O LTT ("lead-time" total) envolvido com a decisão pode ser muito grande. Se, por exemplo, há muitos níveis de decisão envolvidos, é empregada **tecnologia de informação** inadequada e se os tempos dispendidos ( $t_1$ ,  $t_2$ , etc.) são repletos de improdutividades (p.ex. tempos mortos, retrabalhos, etc.), o LTT pode ser alto o suficiente para fazer com que o sistema de decisão atue com atraso com relação à realidade. Exemplificando, se se tiver que entregar uma certa quantidade de produto a um cliente dentro de dois dias e o LTT for de quatro dias, não adianta começar o processo de decisão. Há possibilidades de melhoria do LTT. Uma delas é a delegação de decisões a níveis hierárquicos não elevados, o que pode fazer diminuir muito o LTT. Neste caso, deverá existir a competência necessária à tomada de decisão nesses níveis. Em situações que envolvem equivocação e se emprega o mecanismo de ajuste mútuo para a tomada de decisão, fica muito moroso o processo de decisão com diversos níveis. Nestes casos, a idéia de utilizar um só nível de decisão é tornar viável o processo.

Um outro exemplo é tomar decisões simultâneas e não em seqüência, talvez com o apoio de um modelo de decisão que considere diversas variáveis de decisão ao mesmo tempo.



**FIGURA 9.3. - "LEAD-TIME" TOTAL ENVOLVIDO NUMA DECISÃO TOMADA EM TRÊS NÍVEIS**

O mesmo raciocínio empregado para níveis de planejamento na Figura 9.3. vale, também, para níveis de controle.

Ainda com relação à Figura 9.3., nota-se que a determinação de LTT é essencial para se fixar HTD. Supondo que a decisão em questão seja revista a cada PR unidades de tempo<sup>(2)</sup>, tem-se:

$$\text{HTD} = \text{PR} + \text{LTT} = \text{PR} + \text{LT} + \text{EX}, \text{ onde}$$

LT = "lead-time" exceto execução e EX = execução

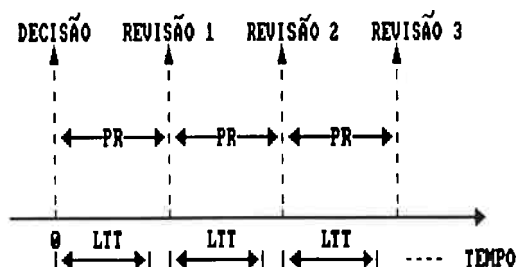
Então:

$$\text{HTD min} = \text{PR} + \text{LT}$$

(1) Envolve, também, decisões de ajuste que, por simplificação, foram incluídas no nível de execução e estão contempladas por t<sub>4</sub>.

(2) Período de tempo desde um controle até o seguinte.

Graficamente, tem-se a situação representada na Figura 9.4.



**FIGURA 9.4. - DETERMINAÇÃO DO HORIZONTE DE TEMPO DA DECISÃO (HTD)**

Há alguns casos notáveis para os componentes de  $HDT_{min}$ , abordados no Quadro 9.1.

| PR \ LT                              | ZERO   | DIFERENTE DE ZERO E FINITO   |
|--------------------------------------|--|--|
| ZERO                                 | ajuste contínuo, efetuado sem "lead-time"                    | ajuste contínuo efetuado com algum "lead-time"                     |
| diferente de zero, fixo e finito     | ajuste periódico, efetuado sem "lead-time"                   | ajuste periódico, efetuado com algum "lead-time"                   |
| diferente de zero, variável e finito | ajuste de acordo com a necessidade, efetuado sem "lead-time" | ajuste de acordo com a necessidade, efetuado com algum "lead-time" |

**QUADRO 9.1. - CASOS NOTÁVEIS PARA OS COMPONENTES DE  $HDT_{min}$**

As situações do Quadro 9.1. se aplicam a certos casos. O ajuste contínuo é aplicável a funções de decisão cuja atuação é crítica para o sistema. O ajuste periódico seria indicado para funções de decisão cuja atuação não se traduz em alto risco para o sistema. Finalmente, o ajuste de acordo com a necessidade é utilizável para funções de decisão relevantes cuja atuação, caso inadequada, pode trazer riscos para o sistema.

Deve-se notar que os casos do Quadro 9.1. se aplicam à atuação das funções de decisão, especialmente às funções de decisão do Sistema Tecnológico (ver a Figura 9.1.) que realizarão as mudanças nas funções de gestão da produção.

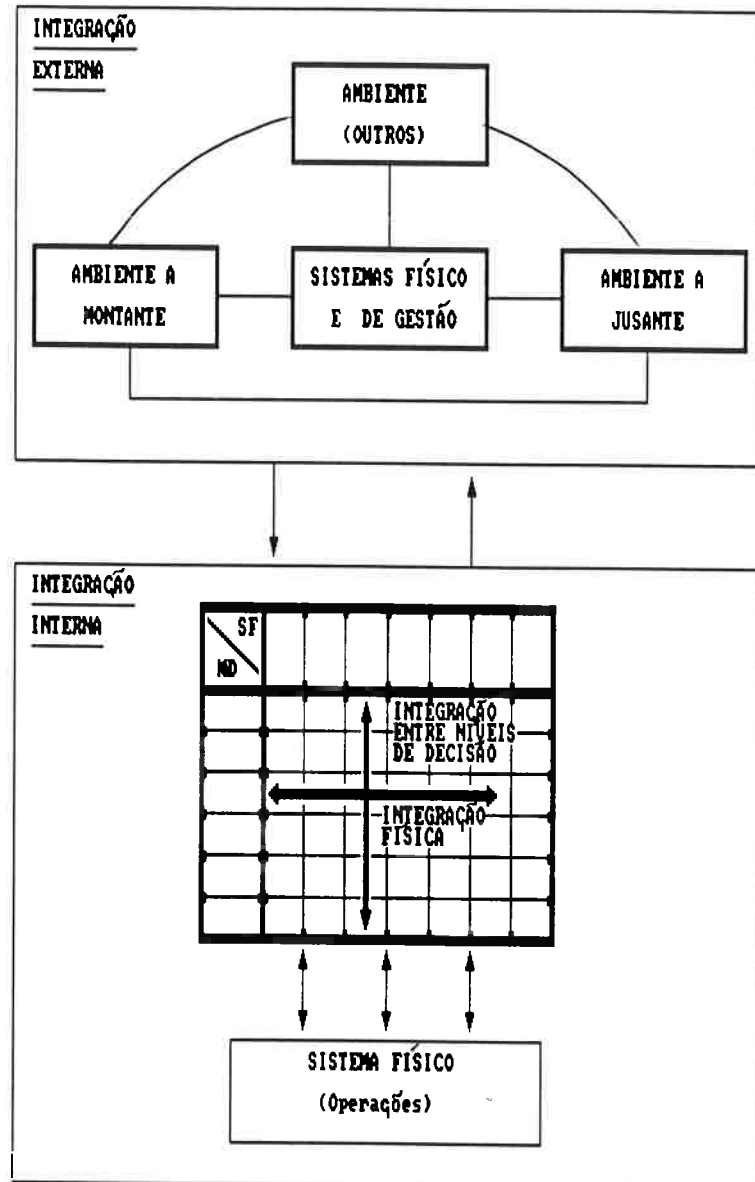
## 10. INTEGRAÇÃO TOTAL

Este capítulo tem como objetivo sintetizar os conceitos e métodos discutidos anteriormente. O enfoque principal recai sobre o conceito de integração. Inicialmente são levadas em conta as dimensões Níveis de Decisão, Sistema Físico e Ambiente. Posteriormente, é discutida a dimensão Tempo, levando-se em conta, também, as três anteriores.

Buscando obter uma síntese do que foi discutido até agora, pode-se afirmar que um requisito para a competitividade de um sistema de produção é a existência simultânea de integrações interna e externa adequadas no mesmo. Na Figura 10.1. procura-se representar tais integrações. Na parte superior da Figura 10.1. apenas são consideradas as características gerais dos sistemas físico e de gestão, enquanto que, na parte inferior da mesma figura, é feito o detalhamento dos sistemas físico e de gestão. É importante notar que entre os dois grandes blocos da Figura 10.1. ocorre um processo de aproximações sucessivas do mesmo tipo estudado para os níveis de decisão. Na realidade, a Figura 10.1. está dando destaque a um dos níveis de decisão (no caso o primeiro) que trata das interações dos sistemas físico e de gestão com o meio-ambiente. Em resumo, o processo é o seguinte: decisão (no bloco de integração externa) - restrição - decisão (no bloco de integração interna) - viabilização. Uma conclusão importante disto é a

seguinte: no primeiro nível serão tomadas decisões de caráter global que condicionarão as demais tomadas pelos outros níveis. Assim, no sistema integrado, a execução das operações estará alinhada com a estratégia global do sistema e levará o mesmo a atingir seus objetivos.

No nível de integração externa, a consideração do meio-ambiente é o ponto inicial. Há uma parte do ambiente que se liga diretamente à empresa e que se relaciona com a função precípua da empresa que é a de produzir. Essa parte é composta pelos fornecedores e pelos clientes da empresa. Os demais itens do ambiente se relacionam diretamente com a empresa mas não estão ligadas àquela função. Tais itens podem, inclusive, ter integração externa com os fornecedores e os clientes. A análise aqui feita focalizará apenas as relações com os fornecedores e clientes, podendo ser expandida aos demais "stakeholders". Considerando apenas as representações dos fornecedores e dos clientes, tem-se a Figura 10.2.



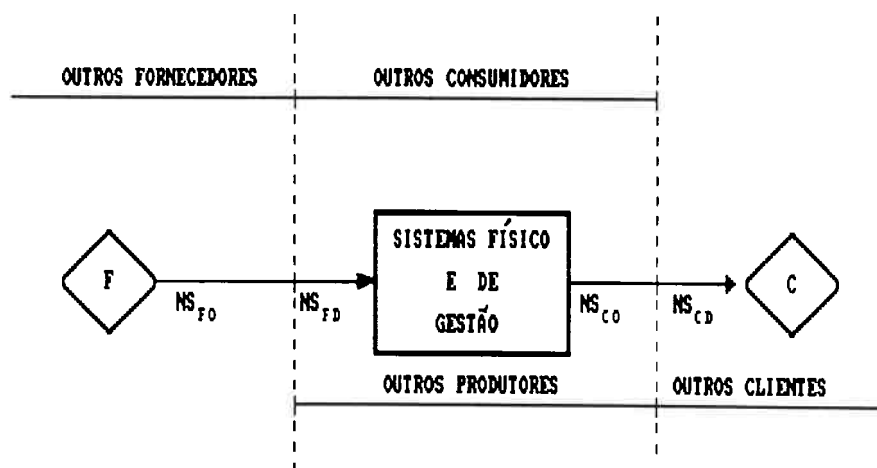
**FIGURA 10.1. - INTEGRAÇÕES INTERNA E EXTERNA**

Na figura 10.2., analisando-se o fornecimento de recursos, observa-se que o nível de serviço resultante é uma função da interação que ocorre entre fornecedor e empresa. A empresa deseja ter NSFD e o fornecedor deseja atender a mesma com NSFO. Como resultado da interação, o nível de serviço resultante será NSFR. Na interação citada é levado em



consideração, além do fornecedor e empresa específicos, o **mercado do recurso produtivo** em discussão.

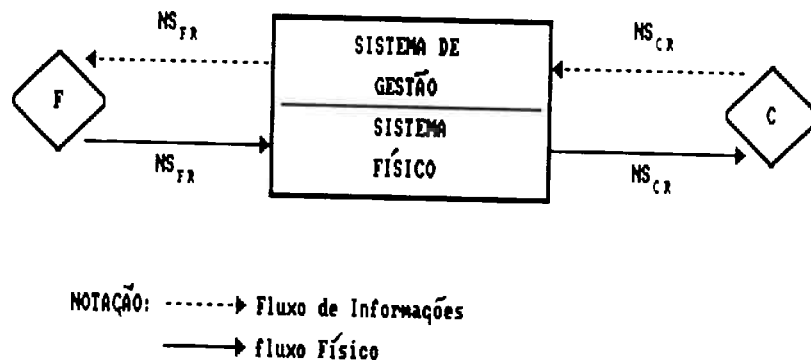
Também na Figura 10.2., olhando-se a obtenção do produto, o nível de serviço resultante - NSCR depende da **interação entre a empresa e o cliente**. Nessa interação é levado em consideração, também, o **mercado do produto** em questão.



**FIGURA 10.2. - REPRESENTAÇÃO DAS INTERAÇÕES DO SISTEMA DE PRODUÇÃO**

Em geral, estabelece-se, inicialmente, NSCR para depois, considerando as transformações internas do sistema físico, obter-se NSFR. Quando da realização da produção, parte-se de NSFR e se chega a NSCR. Na Figura 10.3. ilustra-se esse aspecto. Está-se supondo, para simplicidade da apresentação, que os NS's planejados e executados, correspondentes, sejam idênticos.

O vetor NSCR terá sua determinação feita de acordo com o já exposto e, ainda, considerando uma certa **Estratégia de Competição** da empresa, bem como Fatores Críticos de Sucesso, o que conferirá maior peso à algum(ns) dos itens do NS. Essa predominância, selecionada em função das necessidades dos clientes e das ações dos "competidores, permeará o sistema de gestão (e, depois, o sistema físico) e terminará por influir em NSFR. Este último induzirá uma estratégia de suprimentos para o sistema em análise e de competição por parte do fornecedor.



**FIGURA 10.3. - RELACIONAMENTO ENTRE NÍVEIS DE SERVIÇO**

Em resumo, a integração externa, no que se refere aos itens do ambiente ligados diretamente às operações, é obtida através da fixação de NSCR e de NSFR. Uma vez fixados esses vetores, ficarão fixados: (a) A relação entre a Qualidade dos Produtos e a dos Recursos; (b) A relação entre a

Disponibilidade dos Produtos e a dos Recursos e (c) A relação entre o Custo dos Produtos e o Custo dos Recursos. A fixação dos itens citados só poderá ser feita se se tiver definido as **características do sistema de gestão e do sistema físico**, ao menos aproximadamente (ver a figura 10.4.).

A seguir, as decisões tomadas no nível superior são enviadas, como informações de entrada, para o nível seguinte. A partir daí terá início o processo de aproximações sucessivas já citado. Os conceitos de integração entre níveis de decisão e física, e de integração ambiental levarão à decisão, por fase do processo de obtenção do produto (incluindo as fases de obtenção de pessoal e de equipamentos), dos níveis de serviço antes e após as fases, de forma a que se passe do NSFR para o NSCR no sentido do objetivo do empreendedor, de acordo com a estratégia competitiva adotada. Na Figura 10.5. é apresentado um exemplo simplificado, ilustrando a passagem citada.

Enquanto que na integração externa são fixados NSCR e NSFR, que permitirão à empresa competir adequadamente no mercado, na integração interna serão determinados, com todos os detalhes necessários, os vetores NSIR, após cada operação, de forma a viabilizar NSCR e NSFR.



**FIGURA 10.4. - INTEGRAÇÃO EXTERNA DAS OPERAÇÕES - SÍNTESE**

Para se conseguir as integrações interna e externa utilizam-se os métodos apresentados nos capítulos 6, 7 e 8.

Pode-se concluir a análise feita até então com o conjunto de técnicas empregadas para determinar os NSIR, dados NSFR e NSCR:

- Decomposição da Função Qualidade (DFQ)
- Decomposição da Função Disponibilidade (DFD)
- Decomposição da Função Custo (DFC)

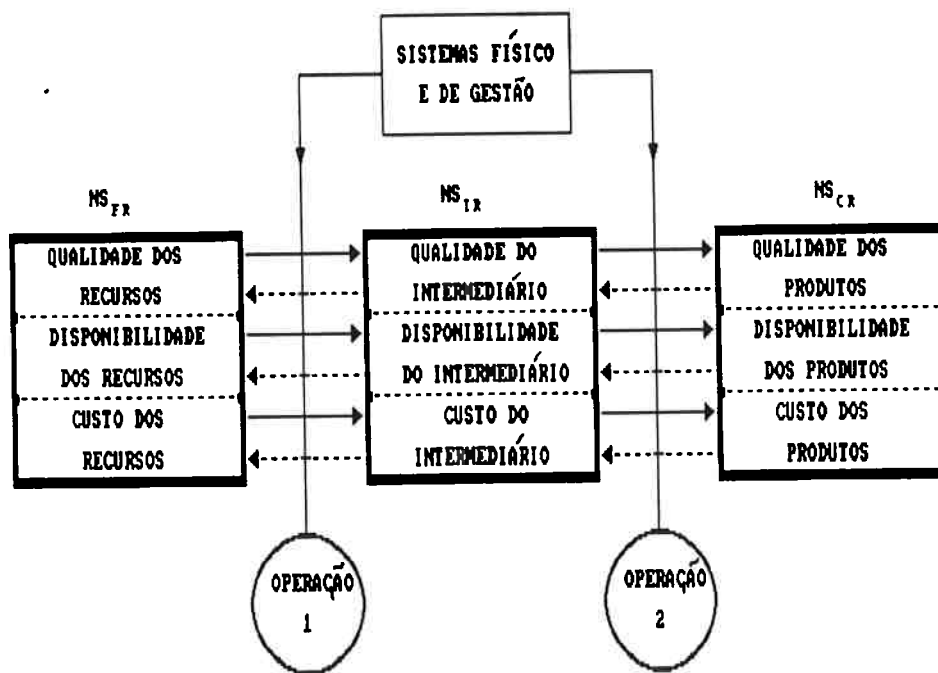
Evidentemente, caso sejam considerados a Estratégia Competitiva da empresa e os principais "stakeholders" da mesma, as funções a serem decompostas poderão ser outras. Por exemplo, se a estratégia competitiva da empresa incluir a variável Flexibilidade - será feita a Decomposição da

Função Flexibilidade, além daquelas anteriormente listadas. Caso o "stakeholders" Comunidade seja considerado relevante, será feita, por exemplo, a Decomposição da Função Poluição.

Dado o conjunto de Funções que atendem aos principais "stakeholders" do Sistema de Produção e considerando uma avaliação competitiva do atendimento aos mesmos será possível determinar oportunidades de melhoria que poderão originar uma análise de Funções específicas, segundo sua Decomposição.

O caso 2 - Varejex (ver descrição do caso no Anexo) é ilustrativo do que se discutiu neste capítulo. O Varejex competia, predominantemente, através da disponibilidade de um "mix" de produtos de grande variedade. Tal disponibilidade, no entanto, não era verificada com certa freqüência. Analisando os níveis de serviço (quantidade atendida/quantidade demandada do produto) dos vários produtos, observou-se que seria, inicialmente, necessária uma classificação dos produtos (de "linha", com demanda sazonal, "fora de linha" e de oportunidade), sendo que a administração de cada classe deveria ser específica. Por exemplo, um produto "fora de linha" não precisava ter alto nível de serviço, o mesmo ocorrendo com um produto de demanda sazonal na época de "baixa". Focalizando as atenções nos produtos de "linha", buscou-se determinar as causas de níveis de serviço baixos. Uma causa importante estava na

gestão dos estoques de tais itens e outra estava no nível de serviço obtido dos fornecedores. Embora grande e com alto poder de negociação, o Varejex muitas vezes recebia produtos não solicitados, deixando de receber os que demandava além do que não dispunha de administração do fornecimento e nem de esquemas de desenvolvimento de fornecedores. Estes dois instrumentos e a gestão de estoques tiveram seus estudos iniciados, para sincronizar os níveis de serviço aos clientes e dos fornecedores, para os produtos de "linha". Além disso, rotinas para avaliação de fornecedores e de previsão de vendas também estavam sendo estudadas para operacionalizar decisões mais gerais quanto ao fornecimento, à gestão dos estoques e aos níveis de serviço.



**FIGURA 10.5. - INTEGRAÇÃO INTERNA DAS OPERAÇÕES**

Quando da análise de um sistema físico/gestão, pode-se identificar problemas a nível de integração externa ou interna. No Quadro 10.1. são apresentadas essas possibilidades.

Iniciando pela **inadequação interna**, as seguintes medidas podem ser usadas para sanar os problemas:

| INTEGRAÇÃO EXTERNA | INTEGRAÇÃO INTERNA   |   |
|--------------------|--|---|
|                    | ADEQUADA   | INADEQUADA  |
| ADEQUADA           | Adequação Integracional  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Custos internos (de transformação) excessivos para ter boa integração externa (esforço superdimensionado para o resultado desejado)</li> <li>- Utilizar mecanismos de integração interna/redefinir as funções de decisão/avaliar a capacidade do sistema físico</li> </ul> |
| INADEQUADA         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Não consegue atender ao NSCR a partir de NSFR, resultando em má interação com o meio externo</li> <li>- Utilizar mecanismos de integração externa<sup>(1)</sup> redefinir sistemas físico e de gestão (sem capacidade)</li> </ul> | COMBINAÇÃO DOS CASOS ACIMA E AO LADO  |

**QUADRO 10.1. - ANÁLISE DE PROBLEMAS DE INTEGRAÇÃO INTERNA E EXTERNA**

(1) Por exemplo, redefinir o mercado atendido, fazer alianças e estudar Redes de Suprimento.

- (a) **Redefinição das Funções de Decisão:** É o caso de uma falha de projeto, em que se identifica, por exemplo, alguma lacuna de certa função de decisão.
- (b) **Avaliação da Capacidade do Sistema Físico:** Neste caso, o Sistema Físico termina por fornecer produtos que permitem à empresa obter integração externa, mas a custos elevados. Provavelmente, o Sistema Físico não tem capacidade ("capability") adequada em termos de um ou mais dos itens qualidade, disponibilidade e custo, ou, ainda, em itens relevantes a "stakeholders" importantes. Observe que, em geral, a capacidade está ligada à qualidade, mas, aqui, o sistema como um todo deve obter o NSCR, daí a necessidade de ter, também, capacidade em termos dos demais itens.
- (c) **Mecanismos de Integração Interna:** Com relação a este item, já foram discutidos, anteriormente, os conceitos e métodos de integração entre níveis de decisão e físico. Com relação à integração interna cabe, ainda, citar os seguintes mecanismos: 1) Os fluxos de informação entre funções de decisão, ou que relacionam as funções de decisão externamente ao MIDO, podem ser associados ao conceito de nível de serviço, isto é, a **informação é um produto que precisa ser obtido com qualidade, disponibilidade e custo.** Assim, a cada fluxo de informação que envolva funções de decisão pode-se



associar o NS. Fica bastante realçada, aqui, a idéia de cliente - fornecedor entre funções de decisão que se interliguem, da mesma forma que entre operações interagentes do Sistema Físico, administradas por tais funções; 2) Uso de **tecnologia de gestão, associada, em geral, à tecnologia de informação** que facilite a seqüência decisão - restrição - decisão - viabilização. Além de poder conter diversas funções de decisão simultaneamente, o uso de tecnologia mais avançada facilita o tratamento do NS entre as funções de decisão; 3) **Aperfeiçoar o fluxo de informação entre o sistema de gestão e o sistema físico.** A esse fluxo também se aplica o conceito de NS.

A seguir, abordando a **inadequação externa**, há os seguintes cursos de ação a seguir:

- (a) **Redefinição das Funções de Decisão:** É um item análogo àquele relativo à inadequação interna, porém no nível de integração com o Ambiente.
- (b) **Avaliação da Capacidade do Sistema Físico:** Este item é análogo ao item (b) referentes à inadequação interna. Neste caso, a falta de capacidade externa significa que o sistema físico não consegue atender a NSCR a partir de NSFR.

(c) **Mecanismos de Integração Externa:** Conforme já mencionado, pode-se redefinir NSFR e NSCR com uma provável mudança de mercados a atender, emprego de alianças estratégicas, exame e redefinição de papéis na Rede de Suprimentos e, finalmente, tratamento adequado dos itens do Ambiente.

Ainda com relação ao Quadro 10.1, há uma célula em que se tem a Adequação Integracional. Evidentemente, esta Adequação poderá durar mais ou menos, dependendo do Ambiente do Sistema e das suas Tecnologias de Transformação e de Gestão.

Todos os meios citados tem como objetivo aprimorar a empresa e isto só pode ser feito com o consumo de algum tempo o que leva à análise da **integração temporal** em que tem importância a evolução do objeto de análise e a sua forma de consideração no tempo. No Quadro 10.2. estão apresentados estes aspectos.

| ASPECTOS<br>TEMPORAIS      | DIMENSÃO DO MIDO   |  |                                     |
|----------------------------|--|--|-------------------------------------|
|                            | NIVEIS DE DECISÃO  | SISTEMA FÍSICO                                 | AMBIENTE                            |
| Consideração do Tempo      | Horizonte de Planejamento e Período de Revisão da Decisão. "Lead-Times" das decisões | "Lead-Times" (tempos de preparação e operação) | Tempo de reação. (Ajuste Ambiental) |
| Visão Dinâmica da Dimensão | Evolução da Tecnologia de Gestão   | Evolução da Tecnologia de Transformação        | Evolução do meio ambiente           |

**QUADRO 10.2. - INTEGRAÇÃO TEMPORAL**

## 11. PROJETO E APERFEIÇOAMENTO DA INTEGRAÇÃO DE FUNÇÕES DE GESTÃO DAS OPERAÇÕES

De forma a completar a análise dos elementos básicos do MIDO é importante abordar a composição geral de uma função de decisão. Essa importância decorre do fato seguinte: todas as integrações citadas (física, entre níveis de decisão, ambiental e temporal) tem como elemento comum a função de decisão. Retomando o exemplo do capítulo 5 e acrescentando a dimensão tempo, tem-se a Figura 11.1.

Na figura 11.1., focalizando-se a função de decisão Planejamento da Obtenção de Materiais, observa-se que houve algumas modificações do instante  $t_1$  para o instante  $t_2$ . São elas: (a) Foi incluído um fornecedor 3 que não tem integração externa com os outros dois fornecedores; (b) a função de Planejamento de Obtenção de Materiais passa a ser executada de forma diferente, talvez mais adequada às necessidades do sistema de produção; (c) A integração com a função de Planejamento da Produção sofreu alterações, possivelmente em decorrência da mudança na função de Planejamento de Obtenção de Materiais.

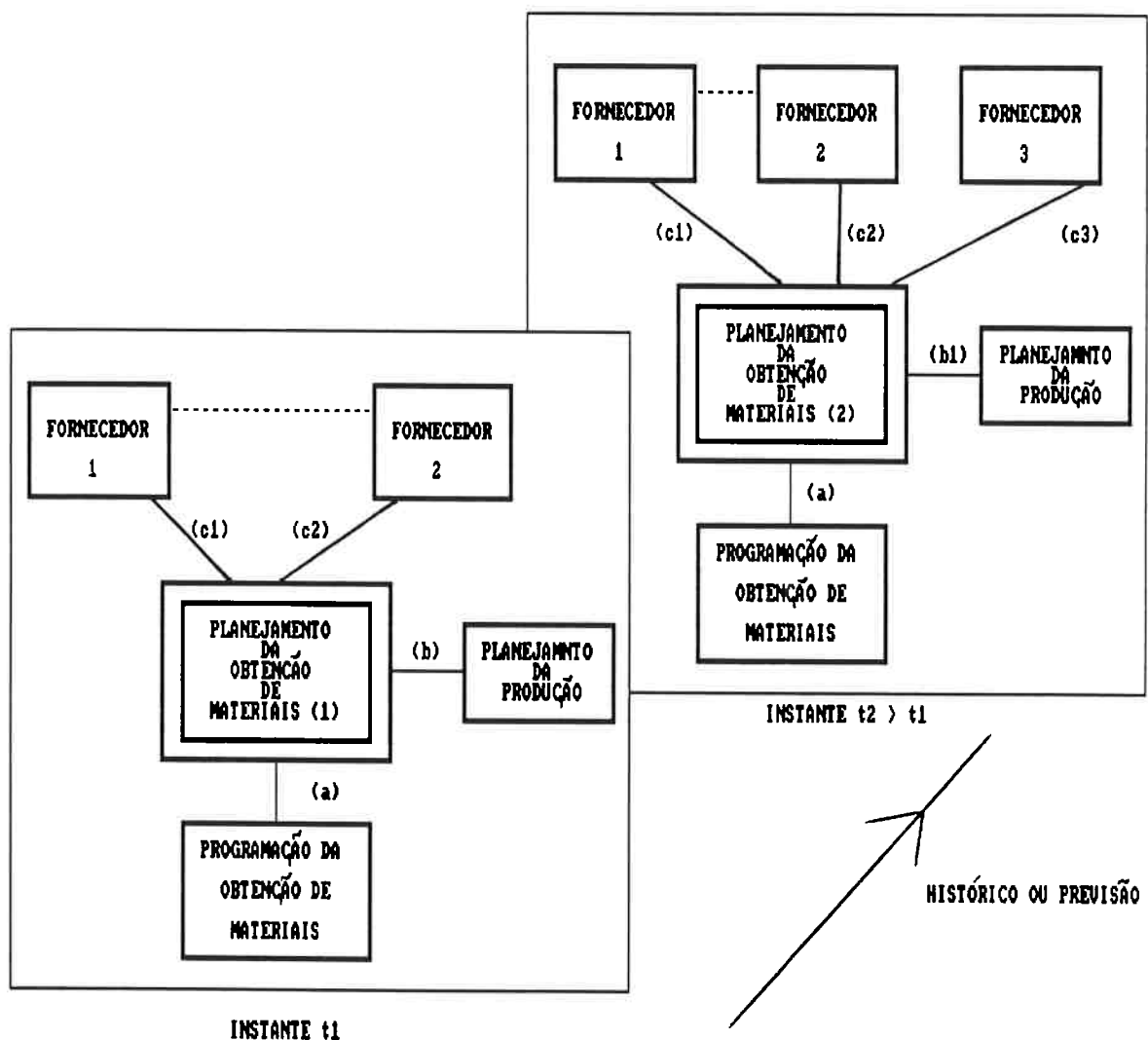
A partir do que foi discutido no capítulo 5 pode-se ter as grandes classes de funções de decisão: 1) **funções de decisão para atividades de Engenharia e de P&D** e 2) **função de decisão para atividades de produção**. 3) **função de decisão**

**logística.** Há, ainda, as funções de decisão financeiras que originam-se de parte das interações entre o sistema de produção e o meio-ambiente. Além do governo, incluem-se aqui fornecedores, clientes e sociedade. O fluxo financeiro com o governo ocorre sob a forma de impostos e taxas, em troca de investimentos básicos (estradas, p.ex.). O fluxo com fornecedores e clientes "é o resultado das aquisições de materiais, equipamentos, mão-de-obra, etc. e das vendas de produtos, respectivamente. O fluxo referente à sociedade é menos imediato. Ele é uma função, por exemplo, da poluição gerada pelo sistema de produção. Se se considerar apenas as atividades produtivas da empresa (excluindo a sua atuação no mercado de capitais, p.ex.), as funções de decisão financeiras estarão ligadas estreitamente às funções de decisão logísticas. As funções de decisão financeiras podem ser exemplificadas por: administração de valores a receber e a pagar, administração de caixa e de fluxos de fundos, etc. As funções de decisão logísticas podem ser exemplificadas pela logística de materiais (compras), de pessoal (recursos humanos), de equipamentos (investimentos), de informações, de produtos, de clientes, etc. Tanto as funções de decisão para atividades de Engenharia e de P&D como de produção podem ser complementadas pelas outras duas categorias de funções de decisão. Na Figura 11.2. são esquematizadas as interrelações entre uma função de decisão da produção<sup>(1)</sup>,

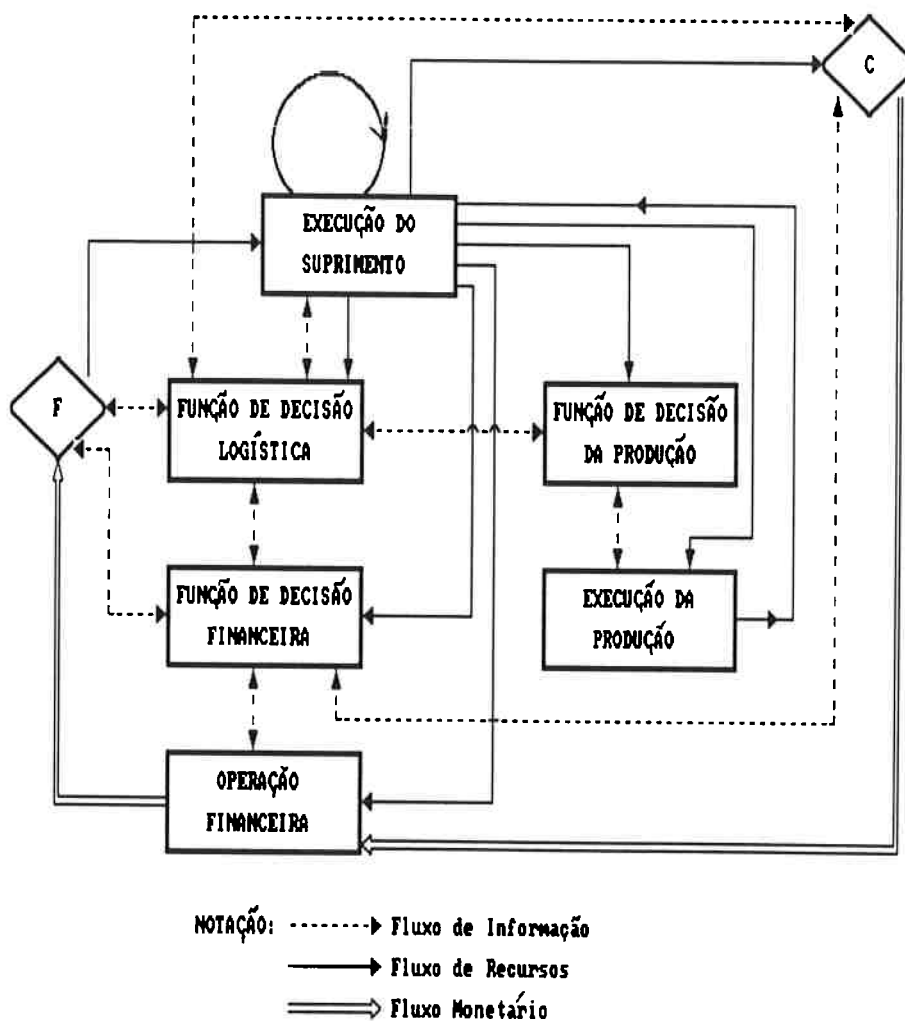
---

(1) Figura análoga se teria para funções de decisão para atividades de Engenharia e de P&D.

uma financeira e uma logística. Vale salientar que as funções de decisão logísticas podem ser de dois tipos: aquelas que suprem o sistema de produção a partir de recursos externos ao mesmo e aquelas que suprem as operações do sistema de produção. Aqui se está supondo o primeiro tipo para fins de discussão.



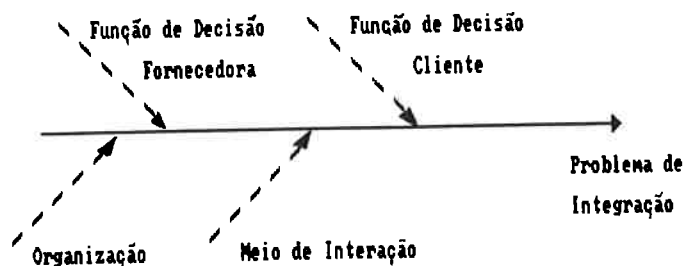
**FIGURA 11.1. - INTEGRAÇÕES DE UMA FUNÇÃO DE DECISÃO (INCLUINDO A DIMENSÃO TEMPORAL) - EXEMPLO**



**FIGURA 11.2. - INTERRELAÇÃO ENTRE FUNÇÕES DE DECISÃO**

Os problemas de integração, discutidos anteriormente, podem ser causados por falhas nas funções de decisão. Vale lembrar que os problemas de integração podem levar ao não atingimento de objetivos e ao não atendimento de Fatores Críticos de Sucesso e mesmo de restrições importantes. Na Figura 11.3. apresenta-se um diagrama de causa-e-efeito que

procura destacar causas possíveis para problemas de integração.



**FIGURA 11.3. - DIAGRAMA DE CAUSA-E-EFEITO - PROBLEMAS DE INTEGRAÇÃO**

A identificação de causas mais específicas para possíveis problemas nas funções de decisão fornecedora e cliente deve ser buscada nos recursos, bem como nos modelos de decisão empregados pelas mesmas. Além disso, o próprio projeto das funções pode ser a causa específica procurada. A causa denominada meio de interação pode se referir ao canal de comunicação entre as funções de decisão fornecedora e cliente. Esse canal pode estar afetado por ruídos que interferem negativamente na interação entre as funções citadas. O item denominado organização reflete a forma de distribuição das funções de decisão pela organização. Aqui se tem, então, uma composição dos conceitos sistêmico e organizacional.<sup>(1)</sup> Mesmo que as funções de decisão e o meio de interrelação, do ponto de vista de seus projetos, estejam adequados, a sua dispersão organizacional pode impedir seu

(1) No conceito sistêmico importa a execução de funções pelos subsistemas enquanto que no conceito organizacional importa a execução de atividades pelas unidades organizacionais (departamentos, seções, etc.).

bom funcionamento. Na Figura 11.4. está representado esse aspecto.

|     | FUNÇÕES | UNIDADES ORGANIZACIONAIS |     |     |     |     |
|-----|---------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|
|     |         | U01                      | U02 | U03 | U04 | U05 |
| (a) | F1      |                          |     |     |     |     |
| (b) | F2      |                          |     |     |     |     |
| (c) | F3      |                          |     |     |     |     |
|     |         | (A)                      | (B) | (C) | (D) | (E) |

**FIGURA 11.4. - DISTRIBUIÇÃO DE FUNÇÕES DE DECISÃO PELA ORGANIZAÇÃO (I)**

A unidade organizacional (UO) representa qualquer nível de agregação organizacional (departamento, seção, etc.). Na Figura 11.4. há alguns casos típicos de dispersão organizacional. No caso (a), a U03 é a que tem maior participação no que diz respeito à função de decisão F1,<sup>(1)</sup> havendo, no entanto, participação das demais UO's nessa função. No caso (b), a função F2 é unicamente executada pela

(1) O menor espaçamento entre as linhas da célula F1-U03 é que procura representar essa maior participação. O inverso, ou seja, maior espaçamento entre linhas de uma certa célula, indica menor participação da Unidade Organizacional na Função de Decisão.



UO2. No caso (c), as UO's 1, 2, 3 e 4 dividem, com mesma intensidade, a participação na função F3.

Da Figura 11.4. ainda se pode extrair as participações, em funções de decisão, das UO's.

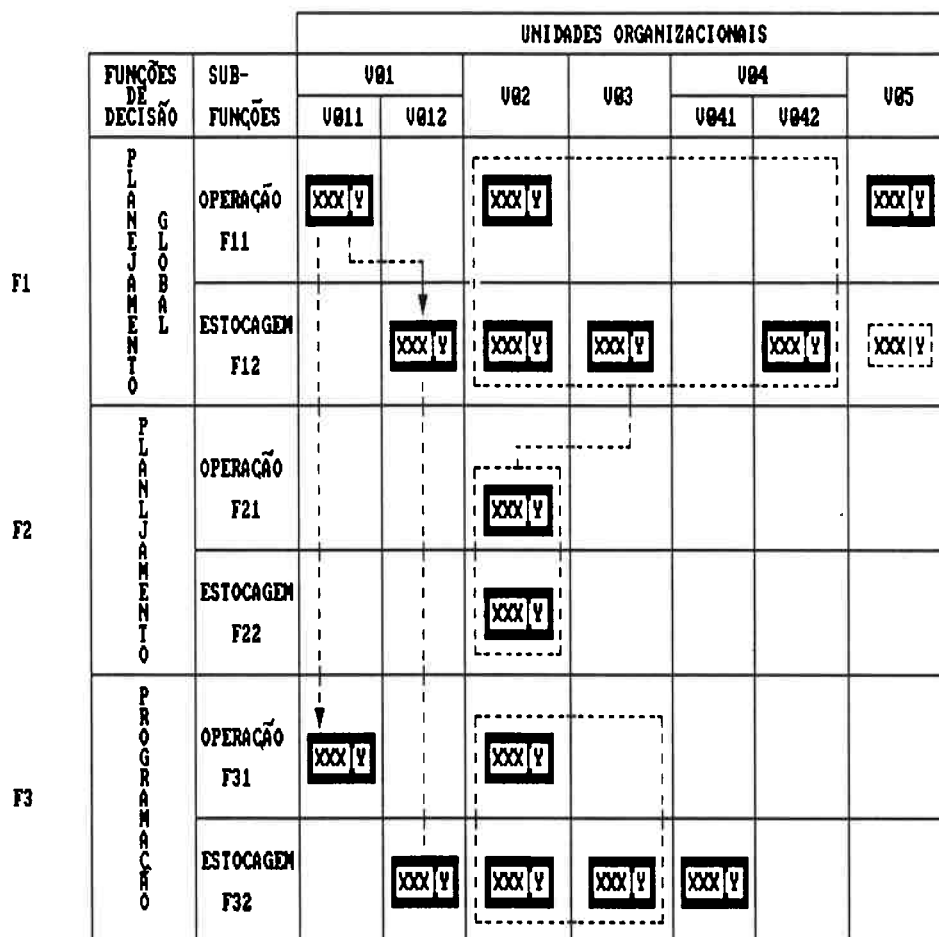
A Figura 11.4. embora permita apreciar, qualitativamente, a dispersão organizacional<sup>o</sup> das funções de decisão, não possibilita identificar oportunidades de melhoria. Para que isso possa ser feito, a Figura 11.4. precisa conter informações mais objetivas a respeito da dispersão organizacional. Isto é feito na Figura 11.5.

Na Figura 11.5. são anotadas, por Unidade Organizacional, as atividades realizadas de acordo com a Função de Decisão a que se referem. Além disso, o objetivo de cada atividade também é registrado.

Os seguintes aspectos podem ser evidenciados através da Figura 11.5.:

- (a) **Dispersão Organizacional:** Por exemplo, o grande retângulo na parte de cima da Figura 11.5., mostrando quatro atividades integradas, e outros quatro pequenos retângulos que não tem interligação com os anteriores, mas que dizem respeito, também, ao Planejamento Global, da Operação e da Estocagem. Uma maior dispersão

organizacional torna mais difícil a coordenação entre setores da empresa.



NOTAÇÃO:  OBJETIVO  
 ATIVIDADE

FIGURA 11.5. - DISTRIBUIÇÃO DE FUNÇÕES DE DECISÃO PELA ORGANIZAÇÃO (II)

- (b) **Incoerência de Objetivos e Decisões:** Parcialmente em função do item (a), pode haver incoerência de objetivos, isto é, atividades que colaboram para a mesma função de decisão não tem objetivos compatíveis entre si, ou com o do sistema mais amplo. Isto pode levar a uma incoerência de decisões.
- (c) **Dependência Unilateral:** Por exemplo, entre a atividade executada pela U01 para a função de decisão F11 e a atividade executada pela U012 para função de decisão F12. Em princípio seria de interesse que o fluxo entre as atividades citadas se desse em dois sentidos e não num só sentido, caso fosse necessário um "feed-back" entre as atividades.
- (d) **Atividades com Sobreposição:** Embora a sobreposição possa ser projetada no sistema, por exemplo para que se tenha alguma forma de verificação da decisão tomada com relação a aspectos críticos, é de interesse levantar as sobreposições existentes pois muitas vezes elas representam única e exclusivamente desperdício de recursos. Na Figura, pelos mesmos motivos já apresentados no item (a), pode estar ocorrendo sobreposição entre grupos de atividades que compõem o nível de decisão Planejamento Global.

- (e) **Atividades Deslocadas:** São atividades que se localizam de modo incorreto na organização. P.ex.: supondo que o nível inferior da U041 seja um nível operacional, ele poderá estar executando uma atividade de Programação de Estocagem que não lhe caberia. Isto pode estar ocorrendo em virtude de uma indefinição na localização dessa atividade nos níveis decisórios da organização..
- (f) **Atividades Inexistentes:** É o caso de certos vazios encontrados na Distribuição de Funções de Decisão pela Organização. Na Figura 11.5. exemplificou-se com o pequeno retângulo pontilhado. A percepção de tal vazio só se consegue fazer com o auxílio de uma representação do tipo da Figura 11.5.
- (g) **Integração Física:** Já discutida anteriormente, sua exemplificação aparece quando se observam as atividades executadas pela U01 no nível de Programação.
- (h) **Integração entre Níveis de Decisão:** Também já discutida anteriormente, pode ser observada quando se focalizam os níveis de Planejamento e de Programação.

Vale destacar que os itens discutidos são úteis não só para se realizar um diagnóstico do sistema de decisão mas também o seu projeto.

Os casos 1 - Petroquim e 3 - Eletrisa 1 (ver descrição dos casos no Anexo) são exemplos reais em que um diagnóstico do sistema de decisão existente foi obtido utilizando a abordagem sistêmica. No caso da Petroquim, a matriz da Figura 11.5 teve anotados, sem suas colunas, os três departamentos da empresa e, nas linhas, as decisões de Planejamento Global, Local e Detalhado. Verificou-se que um dos departamentos tomava um conjunto de decisões que afetava fortemente a um outro departamento que, pela sua atribuição, deveria participar das decisões tomadas. Este outro departamento não seguia tais decisões, realizando as suas próprias. O conflito surgia aí e tinha conseqüências em outras funções de decisão e setores da empresa. No caso da Eletrisa, o diagnóstico que se deveria realizar não trazia dificuldades conceituais mas práticas. O sistema gerencial mencionado estava bastante pulverizado pela organização e o levantamento e análise do mesmo, baseados nas técnicas de O&M, levariam a um trabalho enorme e a um emaranhado de informações e relações, possivelmente impedindo a realização de um diagnóstico que apontasse para problemas e causas relevantes. Uma abordagem por subsistemas do sistema gerencial e com a coleta de dados concentrada em setores-chave e indivíduos-chave, permitiu realizar o diagnóstico desejado.

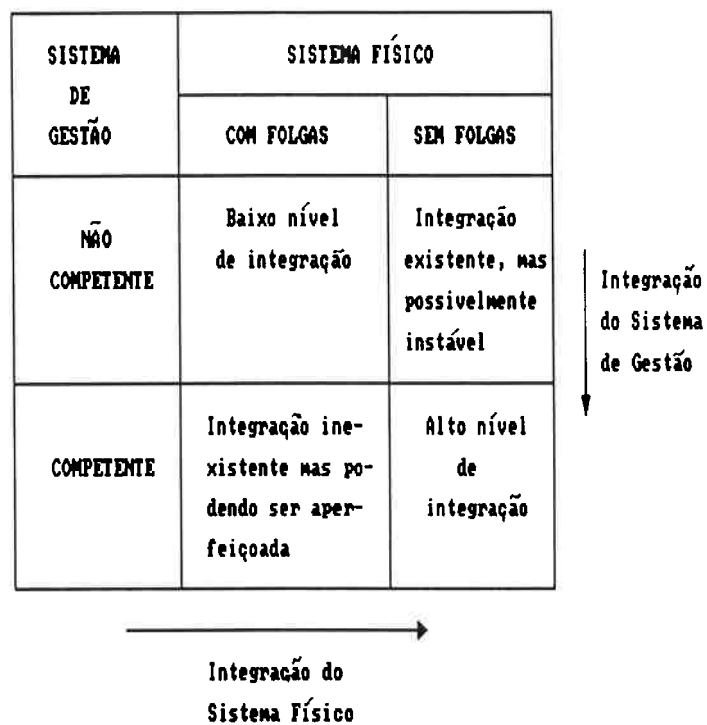
## 12. CONSIDERAÇÕES FINAIS E DESDOBRAMENTOS DO TRABALHO

Muita atenção tem sido dada, tanto na literatura sobre Engenharia e Administração da Produção como na prática das Empresas, às metodologias que tratam da tomada de decisão. Muito pouco foi feito para integrar essas metodologias, e, portanto, para coordenar as funções de decisão que as utilizam. O desequilíbrio que se nota é o seguinte: enquanto se dá quase toda a atenção às funções de decisão em si, quase nada se destina à sua interligação. O resultado é óbvio: o sistema de produção tende a criar folgas para simplificar a sua própria operação e o tratamento das mesmas pela gestão. Folgas (no sistema físico) representam proteção e simplificação. Elas, muitas vezes, vêm acompanhadas de falta de competência (no sistema de gestão). A Figura 12.1. sintetiza a consideração de folgas e de competência. O foco principal do presente trabalho recaiu sobre a integração do sistema de gestão. Embora isto não garanta a competitividade do sistema de produção, é condição necessária para tal.

Considerando o foco mencionado, há um certo número de assuntos que merecem ser aprofundados em pesquisas futuras. São eles:

- (a) Considerando a integração entre níveis de decisão, como deve ser determinado o número desses níveis, levando em conta as competências existentes no sistema, a

tecnologia de informação empregada e cada particular operação estudada. Além disso, para um certo número de níveis de decisão, de certos tipos de ambiente e de tecnologia e de uma certa capacidade de aprendizagem do sistema, qual é o mecanismo de coordenação mais adequado num dado momento e como ele deve evoluir/mudar com o tempo.



**FIGURA 12.1. - INTEGRAÇÃO DOS SISTEMAS DE GESTÃO E FÍSICO**

- (b) Na integração física, a determinação de quais interações entre operações serão consideradas relevantes e em quais níveis de decisão cada uma dessas interações deverá ser detalhada. Da mesma maneira que no item (a), também aqui cabe um detalhamento maior sobre como será feita a escolha dos mecanismos de

coordenação entre as operações e como será realizada a sua evolução temporal.

- (c) Na integração ambiental, há três aspectos que poderiam ser explorados: (i) O comportamento nebuloso ("fuzzy") que alguns dos seus componentes podem apresentar, o que leva a se considerar fluxos de informação igualmente nebulosos para o sistema de produção e que deverão ser tratados de alguma forma; (ii) A dinâmica de mudanças no ambiente, levando a que alguns sistemas ora possam se situar no ambiente e ora possam ser considerados internamente à fronteira do sistema de produção analisado. Além disso, segundo certa dimensão (por exemplo qualidade) um sistema poderia ser considerado internamente à fronteira mencionada e, segundo outra dimensão (por exemplo preço) deva ser tratado como fazendo parte do ambiente; (iii) Quais alianças podem fazer com que o sistema de produção consiga uma vantagem competitiva relevante e como avaliá-las.
- (d) No caso da integração temporal, estabelecer critérios para selecionar entre as trajetórias básicas de aperfeiçoamento contínuo e "breakthrough", ou mesmo para combiná-las. Em qualquer um desses dois casos básicos de trajetória, como identificar as necessidades de acoplamento ao sistema tecnológico (Engenharia e P&D) e de que forma se mesclariam as competências do sistema tecnológico e as do sistema de produção.



- (e) Estando o sistema de produção integrado segundo as dimensões já analisadas, ele terá garantido uma condição necessária para ser competitivo. Caso a integração não esteja ocorrendo haverá alguma perda de competitividade. A questão que se coloca é a de como avaliar essa perda, quais as suas conseqüências em termos dos objetivos dos "stakeholders" e de que maneira realizar mudanças para fazer o sistema de produção evoluir no sentido de eliminar a causa da perda.
- (f) A análise da organização para se identificar problemas de integração a nível sistêmico feita no capítulo 11, permite aperfeiçoar o sistema de produção. Uma vez obtido esse aperfeiçoamento, a maneira de se retornar ao corte organizacional depende do estilo gerencial, da cultura organizacional, da forma de implementar os mecanismos de coordenação, etc. Um trabalho aqui demandado é o de identificar as principais variáveis a considerar na passagem do corte sistêmico para o organizacional e estudar a forma de articular tais variáveis.
- (g) O trabalho se concentrou no estudo dos Sistemas de Manufatura, não contemplando, portanto, os Sistemas de Serviço, cuja principal característica é a participação dos Clientes no processo de produção. A extensão do MIDO para tratar tais sistemas seria um importante estudo a realizar.

**ANEXO - DESCRIÇÃO DOS CASOS CITADOS NO TEXTO**

- **Caso 1 - PETROQUIM** - Empresa do setor Petroquímico. Opera a nível nacional. Adquire parte da matéria-prima utilizada no exterior e parte da sua produção é exportada. A empresa possui diversas unidades produtivas, havendo forte interação entre algumas dessas unidades produtivas. Estas interações ocorrem em função de fluxos de materiais existentes entre as mesmas. A empresa é administrada através de três departamentos - de comercialização, de produção e de transportes -, que têm atuação conflitante. A empresa desejava saber o porquê destes conflitos e como superá-los.
  
- **Caso 2 - VAREJEX** - Empresa de varejo, com diversas lojas, todas elas localizadas num só estado. Opera com dezenas de linhas de produtos, organizadas em grandes divisões, denominadas Unidades de Negócios, que tem certa autonomia quanto às suas compras, vendas, promoção e publicidade, e que são avaliadas segundo certos indicadores de resultado. A empresa notou que um de seus lemas - "No Varejex tem de tudo" - não era exatamente assim, isto é, ocorria, com certa freqüência, a ruptura dos estoques. A empresa queria entender o porquê da falta de itens em estoque e o que fazer para administrá-la.

- **Caso 3 - ELETRISA 1** - Uma das empresas públicas que atua na área de geração e distribuição de energia elétrica. O interesse da empresa estava voltado para o diagnóstico de um dos seus sistemas gerenciais de informação e de decisão. Um dificultador deste diagnóstico era o elevado número de setores e indivíduos envolvidos com o sistema.

- **Caso 4 - ALCOOLOG** - Uma grande empresa produtora de álcool, com duas unidades produtivas localizadas num mesmo estado tinha percebido o chamado "passeio do álcool". Tal passeio consiste no transporte (transferência) do álcool desde a destilaria que o produziu até uma base de distribuição que concentra a produção de várias destilarias, para daí ser distribuído aos postos de serviço que atendem ao consumidor final de combustível. O trajeto percorrido pelo álcool fica sendo maior que aquele que se teria caso o combustível fosse levado diretamente da destilaria para os postos de serviço. Há, no entanto, alguns aspectos a considerar que se contrapõem ao simples argumento da distância percorrida: (a) O custo de transferência por quilômetro é, em geral, menor que o de distribuição; (b) Para que o álcool possa ser deslocado da destilaria aos postos de serviço, precisa passar por uma base de distribuição (exigência legal) que poderia, em princípio, ser localizada ao lado da destilaria. Esta base exige um certo investimento. Na situação apresentada deve-se

considerar, pelo menos, os pontos de vista de três subsistemas: da empresa produtora, dos consumidores e da empresa distribuidora. A ALCOOLOG desejava saber qual o retorno do investimento em bases de distribuição e quais resultados seriam obtidos observando-se os outros dois pontos de vista.

- **Caso 5 - SERVPUB 1** - Empresa de serviço público, fornecedora de importante insumo para empresas em geral e para pessoas físicas. Atua a nível de um dos Estados do País. Na execução das suas operações, a empresa utiliza grande quantidade de pessoas. Como existe uma considerável dispersão geográfica (ao longo de todo o estado) dos locais onde são realizadas as operações, o contingente de pessoal também fica geograficamente disperso. Ocorre que uma parcela considerável da mão-de-obra da empresa trabalha a grande distância do seu local de moradia. Isto implica em custos elevados de deslocamento, além de uma probabilidade razoável de se ter atrasos ao trabalho. Por motivos legais, a empresa arca com uma parcela do custo de deslocamento. A situação é, evidentemente, inconveniente, tanto para os funcionários que se enquadram na situação descrita como para a SERVPUB 1. Agravando o fato, há que se considerar que uma parcela substancial dos funcionários citados tem renda baixa e moradia muito pobre. A empresa já tinha mudado o local de trabalho de funcionários onde isto era

possível. A questão colocada pela empresa era a seguinte: qual seria a economia líquida de transporte, se se alterasse o local de moradia dos funcionários, utilizando terrenos disponíveis da empresa como possibilidades de localização? Evidentemente, a economia de transporte obtida seria, ao menos em parte, reduzida, devido ao uso dos terrenos (que deveriam ser vendidos, com algum esquema de financiamento subsidiado aos funcionários) e à construção de moradias (que seriam adquiridas pelos funcionários, também com esquema de financiamento subsidiado). Havia interesse em se mensurar o impacto das mudanças na renda dos funcionários e nos custos da SERVPUB 1.

- **Caso 6 - SERVPUB 2** - Outra empresa de Serviço Público, que também fornece importante insumo para empresas em geral e para pessoas físicas. A empresa atua a nível de um Estado do País. A empresa possui, dispersos geograficamente pelo Estado, centros de operação, a partir dos quais fornece o insumo aos seus clientes. A interação entre a empresa e os clientes se dá em postos de atendimento que estão localizados junto aos centros de operação. Esta decisão de localização ocorreu tendo em vista economias de aglomeração que poderiam ser obtidas pela proximidade entre os centros de operação e os postos de atendimento. Notou-se, com o decorrer do tempo, que tal decisão deixava de considerar os custos de transporte

do cliente ao posto de serviço. A empresa estava interessada em rever a sua decisão, o que poderia levar à localização de novos postos e mesmo fechamento de certos postos existentes.

- **Caso 7 - ORANGEST** - Empresa produtora de sucos de frutas, principalmente de sucos de laranja. Quase toda a produção da empresa está voltada para o mercado externo. Este mercado pode ser segmentado em algumas categorias conforme a qualidade do produto final demandada pelos clientes. Para atingir as qualidades demandadas, há a necessidade de se misturar dois ou mais tipos de sucos. Isto ocorre em função, basicamente, da distribuição da qualidade do suco das laranjas ao longo da safra. A qualidade do suco é medida, predominantemente, pela variável denominada "ratio", que mede a acidez do suco. Um "ratio" baixo significa um suco ácido. Um "ratio" médio significa um suco doce e um "ratio" alto significa um suco quase passado. No início da safra o suco apresenta "ratio" baixo, no meio da safra ele é médio e, no final, ele é alto. Daí, pode-se perceber que não é possível atender a demanda a partir unicamente das laranjas colhidas ao longo da safra pois, num mesmo mês, todos os segmentos de mercado demandam sucos. Isto faz com que a empresa tenha que estocar sucos de vários "ratios" para misturá-los com outros obtidos ao longo da safra e, então, atender à demanda. Um ponto fundamental é

deixar para a próxima safra um conjunto de sucos em estoque para atender a demanda desde o início da safra. Vale notar que, dentro de certas restrições técnicas, o "ratio" resultante da mistura de dois sucos de "ratios" diferentes é igual à média ponderada dos "ratios" dos sucos correspondentes, tendo como pesos as quantidades de sucos. A decisão de mistura dos sucos era tomada manualmente e empiricamente, o que acarretava custos elevados de operação para a empresa. Exemplificando: pelo fato de não se "olhar" para o futuro quando da elaboração de um programa de produção, alguns sucos obtidos eram entamborados e levados para câmaras frias, localizadas junto à própria fábrica ou a grande distância da fábrica, em instalações de terceiros. Às vezes, percebia-se que tais sucos eram necessários para obter outras qualidades de produtos, sem que a empresa tivesse outras alternativas para atender os clientes. Nestes casos, os sucos eram transportados de volta para a fábrica, eram desentamborados e, então, utilizados em novas misturas. Percebeu-se, ainda, que o processo de decisão atual confundia decisões de planejamento e decisões de programação da produção. A empresa decidiu investir num estudo para o desenvolvimento de um modelo para auxiliar no processo de decisão de misturar sucos de laranja de forma a atender ao mercado consumidor com mínimo custo, dadas as disponibilidades de sucos para misturas.

- **Caso 8 - ELETRISA 2** - Como no Caso 3 aqui também temos uma empresa da área de geração e distribuição de energia elétrica. Uma das responsabilidades da empresa é a instalação e a manutenção de medidores de energia elétrica. Os medidores em utilização podem sofrer avarias. Nestes casos, o medidor avariado é retirado de uso e encaminhado para um determinado setor da ELETRISA 2 que terá de tomar a seguinte decisão sobre o medidor: repará-lo ou substituí-lo. Tal decisão era costumeiramente tomada com base no bom-senso, através de uma observação externa do medidor. A ELETRISA 2 notou que tal procedimento poderia levar a erros grosseiros com perda econômica para a empresa. Foi, então, decidido desenvolver um modelo para a tomada de decisão sobre medidores avariados.
  
- **Caso 9 - BIOTEC** - Uma certa espécie vegetal que permite obter diversos produtos para consumo alimentar (p.ex. óleo) tem sido cultivada com uma tecnologia que leva a uma certa produtividade. Tal cultura tem sido disseminada pelo País e sua importância crescido. Recentemente, identificou-se a possibilidade de aumentar a produtividade da cultura através do uso de um certo inoculante, obtido por processo biotecnológico. Para transformar essa possibilidade em realidade, havia a necessidade de se realizar um certo conjunto de pesquisas relativas à produção, à armazenagem, ao transporte e à



aplicação do inoculante. Estas pesquisas seriam realizadas mediante investimentos por parte do Governo. Por outro lado, podem gerar benefícios, pois com o aumento da produtividade da cultura pode-se conseguir uma redução de custo unitário da mesma. A questão colocada pelo Governo era: do ponto de vista social é atrativa a realização das pesquisas?

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ACKOFF, Russell L. **Creating the Corporate Future**. New York, John Wiley & Sons, 1981.
- . "Presidents' Symposium: OR, a post mortem". **Operations Research**, 35 (3):471-474, 1987.
- ACKOFF, Russell L.; EMERY, Fred E. **On Purposeful Systems**. London, Tavistock Publications, 1972.
- ALCALAY, J. A.; BUFFA, E. S. "A Proposal for a General Model of a Production System". In: BUFFA, E. S. (ed.) **Readings in Production and Operations Management**. Sydney, John Wiley & Sons, 1966, pp.36-52.
- AOKI, M. "Toward an Economic Model of the Japanese Firm". **Journal of Economic Literature**, vol. 28, pp.1-27, March, 1990.
- BARROSO, S. E. G.; ELLENRIEDER, A. R. von. **Programação Linear**. Rio de Janeiro, Almeida Neves, 1971.
- BATES, Constance S. "Mapping the Environment: an operational environmental analysis model". **Long Range Planning**, 18 (5):97-107, 1985.
- BEISCHEL, M. E.; SMITH, K. R. "Linking the Shop Floor to the Top Floor". **Management Accounting**, Oct. 1991, pp.25-29.
- BOLWIJN, P.T.; KUMPE, T. "Manufacturing in the 1990's - productivity, flexibility and innovation". **Long Range Planning**, 23 (4):44-57, 1990.

- BOYD, D. F. "Enterprise Models: a new management technique". **Industrial Management Review**, vol. 8, 1966, pp.55-70.
- BUHEL, A.; BREUIL, D.; DOUMEINGTS, G. "Comparison of Design Methodologies - characteristics and deficiencies". In: HÜBNER, H. **Production Management Systems**. Amsterdam, North-Holland, 1984, pp.17-31.
- BUFFA, Elwood; SARIN, Rakesh K. **Modern Production/Operations Management**. 8.ed. John Wiley & Sons, 1987.
- BURCH, J. G.; GRUDNITSKI, G. **Information Systems - theory and practice**. 5.ed. Singapore, John Wiley and Sons, 1989.
- CHASE, Richard B.; GARVIN, David A. "The Service Factory". **Harvard Business Review**, Jul./Aug. 1989, pp.61-69.
- CHECKLAND, Peter. **Systems Thinking, Systems Practice**. Chichester, England, John Wiley & Sons, 1981.
- . "From Optimizing to Learning: a development of systems thinking for the 1990's". **Journal of the Operational Research Society**, 36 (9):757-67, 1985.
- CHECKLAND, Peter; SCHOLLES, Jim. **Soft Systems Methodology in Action**. Chichester, England, John Wiley & Sons, 1990.
- CLARK, Kim B.; HAYES, Robert H.; WHEELWRIGHT, Steven E. **Dynamic Manufacturing**. Free Press, 1988.
- CROSBY, P. B. **Qualidade é Investimento**. Rio de Janeiro, José Olympio, 1984.

- CHURCHMAN, C. W. **The Design of Inquiring Systems: basic concepts of systems and organization.** New York, Basic Books, 1971.
- . **Introdução à Teoria dos Sistemas.** 2. ed. Petrópolis, Vozes, 1972.
- COLQUHOUN, G. J.; BAINES, R. W. "A Generic IDEFO Model of Process Planning". **International Journal of Production Research**, 29 (11):2239-2257, 1991.
- DAFT, Richard L.; LENGEL, Robert H. "Organizational Information Requirements, Media Richness and Structural Design". **Management Science**, 32 (5):554-71, May 1986.
- DAVIS, Gordon B.; OLSON, Margrethe H. **Management Information Systems - conceptual foundations, structure and development.** 2.ed. McGraw-Hill, 1985.
- DEMING, W. E. **Quality, Productivity and Competitive Position.** Massachusetts Institute of Technology, 1982.
- DESANCTIS, Gerardine; GALLUPE, Brent. "Group Decision Support Systems: a new frontier". In: SPRAGUE Jr., Ralph H. and WATSON, Hugh J.(ed.) **Decision Support Systems - putting theory into practice.** 2.ed. 1989. pp.259-71.
- DRUCKER, Peter F. "The Emerging Theory of Manufacturing". **Harvard Business Review**, May/Jun. 1990, pp.94-102.
- EMERY, F. E.; TRIST, E. L. "Socio-technical Systems". In: CHURCHMAN, C. W. & VERHULST, M. (eds.) **Management Science Models and Techniques**, vol. 2, Pergamon, 1960, pp.83-97.

- EMERY, F. E.; TRIST, E. L. "The Causal Texture of Organizational Environments". **Human Relations**, 18:21-32, 1965.
- ESOGBUE, A. O. "Dynamic Programming, Fuzzy Sets, and the Modeling of R&D Management Control Systems". **IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics**, 13(1):18-30, jan/feb, 1983.
- FEIGENBAUM, Armand V. **Total Quality Control**. 3.ed. McGraw-Hill, 1983.
- FINE, Charles H.; HAX, Arnolde C. "Manufacturing Strategy: a methodology and an illustration". **Interfaces**, 15 (16): 28-46, Nov./Dez. 1985.
- FORRESTER, J. W. **Industrial Dynamics**. Cambridge, The MIT Press, 1961.
- . **Principles of Systems**. Cambridge, Wright-Allen Press, 1973.
- FORTUNA, Ronald M. "Quality of Design". In: HUGE, Ernest C. (ed.) **Total Quality: an executive's guide for the 1990's**. Homewood, Ill., Richard D. Irwin, 1990.
- GALBRAITH, Jay R. **Designing Complex Organizations**. Addison-Wesley, 1973.
- . **Organization Design**. Addison-Wesley, 1977.
- GALBRAITH, Jay R.; SCHOEMAKER, Paul J. H. "Technology and Organizational Design: a managerial assessment". In: HAX, Arnolde C. (ed.) **Studies in Operations Management**. North-Holland, 1978.

- GALBRAITH, Jay R.; KAZANJIAN, Robert K. **Strategy Implementation - structure, systems and process**. 2.ed. West Publishing Co., 1986.
- GOAL/QPC - **Cross-Functional Management** - Methuen, Ma. GOAL/QPC, 1990.
- HAUSER, John; CLAUSING, Don. "The House of Quality". **Harvard Business Review**, May/Jun. 1988, pp.63-73.
- HAX, Arnolde C.; CANDEA, Dan. **Production and Inventory Management**. Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall, 1984.
- HAYES, Robert H. "Strategic Planning-Forward in Reverse?" **Harvard Business Review**, Nov./Dez. 1985, pp.111-9.
- HENDERSON, John C.; SIFONIS, John G. "The Value of Strategic IS Planning: understanding consistency, validity and IS markets". **Management Information Systems Quarterly**, Jun. 1988, pp.187-200.
- HILL, Terry. **Production/Operations Management**. 2.ed. Cambridge, Prentice Hall, 1991.
- HÖHN, Siegfried. "How Information Technology is Transforming Corporate Planning". **Long Range Planning**, 19 (4):18-30, 1986.
- HOWARD, Ronald A. "Knowledge Maps". **Management Science**, 35 (8):903-22, Aug. 1989.
- HOWARD, Ronald A.; MATHESON, James E. **Influence Diagrams**. Menlo Park, CA, SRI International, 1980.
- ISHIKAWA, Kaoru. **What is Total Quality Control? The Japanese Way**. Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall, 1985.

- JOHNSON, L. A.; MONTGOMERY, D. C. **Operations Research in Production Planning, Scheduling and Inventory Control.** New York, Wiley, 1974.
- JONES, C. **Strategic Supply Chain Management.** 5<sup>th</sup> International Conference of the Operations Management Assoc., England, Jun., 1990. 13pp.
- JONES, C.; CLARK, J. "Effectiveness Framework for Supply Chain Management". **Computer Integrated Manufacturing Systems**, 3 (4):196-206, Nov. 1990.
- JONES, Lyn M. "Defining Systems Boundaries in Practice: some proposals and guidelines". **Journal of Applied Systems Analysis**, 9:41-55, 1982.
- JURAN, J. M. **Juran na Liderança pela Qualidade.** São Paulo, Pioneira, 1990.
- KANTER, Rosabeth M. "When Giants Learn Cooperative Strategies". **Planning Review**, 18 (1):15-22, 1990.
- KARMAKAR, Uday. "Getting Control of Just-in-Time". **Harvard Business Review**, Sep/Oct. 1989, pp.122-131.
- KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P. "Disaggregation in Manufacturing and Service Organizations: survey of problems and research". In: RITZMAN, L.P. et alii (eds.) **Disaggregation Problems in Manufacturing and Service Organizations.** Martinus Nijhoff, 1979, pp.11-31.
- LASDON, L. S. **Optimization Theory for Large Systems.** London, MacMillan, 1970.

- LAWRENCE, Paul R.; LORSCH, Jay W. **Organization and Environment - managing differentiation and integration.** Homewood, Ill., Richard D. Irwin, 1969.
- LEME, Ruy A. S. **Contribuições à Teoria da Localização da Indústria.** São Paulo, Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo, 1965.
- LIANG, Ting-Peng. "Model Management for Group Decision Support". **Management Information Systems Quarterly**, dec. 1988, pp.667-680.
- MCCANN, Joseph E.; FERRY, Diane. "An Approach for Assessing and Managing Inter-Unit Interdependence", **The Academy of Management Review**, 4 (1):113-9, Jan. 1979.
- MALONE, T. W.; ROCKART, J. F. "Computers, Networks and the Corporation". **Scientific American - Special Issue: "Communications, Computers and Networks"**, 1991, pp.92-9.
- MEAL, Harlan. "Putting production decisions where they belong". **Harvard Business Review**, Mar./Apr., 1984, pp.102-11.
- MERCHANT, Kenneth. "The Control Function of Management". **Sloan Management Review**, Summer 1982, pp.43-55.
- MESAROVIC, M. D.; MACKO, D.; TAKAHARA, Y. **Theory of Hierarchical, Multilevel, Systems.** New York, Academic Press, 1970.
- MINTZBERG, Henry. "Structure in 5's: a synthesis of the research in organization design". **Management Science**, 26 (3):322-39, Mar. 1980.



- MINTZBERG, Henry. "The Structuring of Organizations". In: QUINN, J. B.; MINTZBERG, Henry; JAMES, R. M. (eds.) **The Strategy Process - concepts, contexts and cases**. Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall, 1988, pp.276-303.
- . "Beyond Five". In: QUINN, J. B.; MINTZBERG, Henry; JAMES, R. M. (eds.) **The Strategy Process - concepts, contexts and cases**. Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall, 1988, pp.663-71.
- MUTHER, Richard. **Systematic Layout Planning**. 2.ed. Boston, Mass., Cahners Books, 1976.
- NAISBITT, John; ABURDENE, Patricia. **Re-inventing the Corporation**. Warner Books, 1985.
- NAYAK, P. R.; DRAZEN, E.; KASTNER, G. "The High Performance Business: accelerating performance improvement". **Prism**, Arthur D. Little, first quarter, 1992, pp.5-29.
- NAYLOR, T. H. **Corporate Planning Models**. Reading, Addison-Wesley, 1979.
- NEMHAUSER, G.L. **Introduction to Dynamic Programming**. John Wiley & Sons, 1966.
- PARK, Chan S.; SON, Young K. "An Economic Evaluation Model for Advanced Manufacturing Systems". **The Engineering Economist**, 34 (1):1-26, Fall 1988.
- PERSSON, Göran. **Toward a Production - Management Theory: I> Theoretical Foundation in Production Management**. Oslo, Bedriftsøkonomist Institute, 1976.

- PORTER, M. E. **Competitive Strategy: techniques for analyzing industries and competitors.** New York, Free Press, 1980.
- PORTER, M. E.; MILLAR, V. E. "How Information Gives you Competitive Advantage". **Harvard Business Review**, Jul./Aug. 1985, pp.149-160.
- PRAHALAD, C. K.; HAMEL, G. "The Core Competence of the Corporation". **Harvard Business Review**, May/Jun. 1990, pp.79-91.
- REISMAN, A.; BUFFA, E. S. "A General Model for Production and Operations Systems". In: BUFFA, E. S. (ed.) **Readings in Production and Operations Management.** Sydney, John Wiley & Sons, 1966, pp.53-71.
- RICHARDSON, P.; GORDON, J. "Measuring Total Manufacturing Performance". **Sloan Management Review**, Winter, 1980, pp.47-58.
- RITZMAN, L. et al. (eds.) **Disaggregation - problems in manufacturing and service organizations.** Martinus Nijhoff, 1979.
- ROCKART, John F. "Chief Executives Define Their Own Data Needs". **Harvard Business Review**, Mar./Apr. 1979, pp.81-93.
- ROCKART, John F.; SHORT, James E. "IT in the 1990's: managing organizational interdependence". **Sloan Management Review**, Winter, 1989, pp.7-17.

- SENGE, P. M. "The Leader's New Work: building learning organizations". **Sloan Management Review**, Fall, 1990, pp.7-23.
- SEWELL, G. "Management Information Systems for JIT Production". **OMEGA**, 18 (5):491-503, 1990.
- SHACHTER, Ross D. **Evaluating Influence Diagrams**. Department of Engineering - Economic Systems, Stanford University, Stanford, CA, 1984.
- SHANK, John K.; GOVINDARAJAN, Vijay. "Making Strategy Explicit in Cost Analysis: a case study". **Sloan Management Review**, Spring, 1988, pp.19-29.
- SILVER, E. A.; PETERSON, R. **Decision Systems for Inventory Management and Production Planning**. 2.ed. New York, John Wiley & Sons, 1985.
- SKINNER, W. "Manufacturing - missing link in corporate strategy". **Harvard Business Review**, May/June 1969, pp.136-145.
- . **Manufacturing in the Corporate Strategy**. New York, Wiley, 1978.
- SPRAGUE JR., Ralph H. "A Framework for the Development of Decision Support Systems". In: SPRAGUE JR., Ralph H. & WATSON, Hugh J. (eds.) **Decision Support Systems - putting theory into practice**. 2.ed. 1989, pp.9-35
- STALK JR., George. "Time - the next source of competitive advantage". **Harvard Business Review**, Jul./Aug. 1988, pp.41-51.

- SULLIVAN, L. P. "Quality Function Deployment". **Quality Progress**, June 1986, pp.39-50.
- TATMAN, Joseph A.; SHACHTER, Ross D. "Dynamic Programming and Influence Diagrams". **IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics**, 20 (2):365-379, Mar./Apr. 1990.
- TERSINE, Richard. **Principles of Inventory and Materials Management**. 3.ed. New York, Elsevier Science, 1988.
- THOMPSON, James D. **Organizations in Action - social science bases of administrative theory**. McGraw-Hill, 1967.
- VICTOR, Bart; BLACKBURN, Richard S. "Interdependence: an alternative conceptualization". **The Academy of Management Review**, 12 (3):486-498, Jul. 1987.
- VOLLMANN, T. E.; BERRY, W. L.; WHYBARK, D. C. **Manufacturing Planning and Control Systems**. 2.ed. Richard D. Irwin, 1988.
- WETHERBE, James C. "Executive Information Requirements: getting it right". **Management Information Systems Quarterly**, Mar. 1991, pp.51-65.
- WINOGRAD, T. "Where the Action Is". **Byte**, 13 (13):256A-258, 1988.
- ZACCARELLI, Sergio; FISCHMANN, Adalberto; LEME, Ruy A. S. **Ecologia de Empresas - um estudo do ambiente empresarial**. São Paulo, Atlas, 1980.