

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

SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DA PRODUÇÃO
PARA PEQUENAS E MÉDIAS INDÚSTRIAS

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

CONSULTA LOCAL

Flávio Demori

Florianópolis, setembro de 1991.

SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DA PRODUÇÃO PARA PEQUENAS E MÉDIAS INDÚSTRIAS

FLÁVIO DEMORI

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de
"MESTRE EM ENGENHARIA"
Especialidade Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final
pelo Programa de Pós-graduação.



Prof. Francisco José Kliemann Neto, Dr.
Orientador

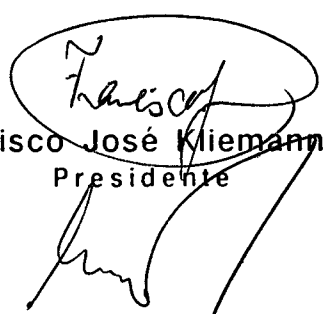


Prof. João Ernesto E. Castro, M. Eng.
Co-orientador

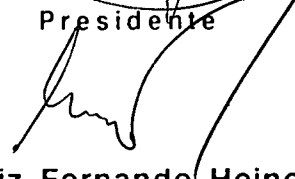


Prof. Neri dos Santos, Dr.
Coordenador do curso

Banca Examinadora:



Prof. Francisco José Kliemann Neto, Dr.
Presidente



Prof. Luiz Fernando Heineck, Dr.



Prof. João Ernesto E. Castro, M. Eng.

**Àqueles que acreditam que uma das funções
da Universidade é desenvolver ciência e
tecnologia em prol do bem estar da sociedade.**

Agradecimentos

À minha família pelo incentivo e apoio.

Ao Professor Francisco José Kliemann Neto pela orientação criteriosa, acompanhando a evolução e consolidação das idéias e conceitos embutidos no trabalho.

Ao Professor João Ernesto Escosteguy Castro pela contribuição dada ao trabalho e pela luta continuada na busca de condições tecnológicas e financeiras que permitam viabilizar o desenvolvimento do projeto de pesquisa sobre pequenas e médias indústrias, entre outros.

As colegas Mário Otávio Batalha e Renato Guimarães por suas contribuições, corporificadas nos trabalhos correlatos antecedentes a este e pela agradável convivência.

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

Aos demais professores, colegas e funcionários do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Resumo

As pequenas e médias indústrias (PMIs) contribuem de forma significativa para o desenvolvimento sócio-econômico do país. Contrapondo-se a esta realidade observa-se a falta de mecanismos de gestão adaptados à sua realidade.

Assim, este trabalho propõe um sistema integrado de gestão da produção que contempla as principais necessidades organizacionais das PMIs e se adapta às suas características operacionais.

Num primeiro momento, foi elaborado um fluxo de informações gerenciais que, a partir das principais necessidades organizacionais das PMIs, detectadas por uma pesquisa de campo, orientou a definição da estrutura e do conteúdo do sistema proposto.

Sua arquitetura comporta particularmente os sistemas de gestão dos estoques e de planejamento e controle industrial, os quais foram corporificados através da utilização de técnicas integradas de gestão.

Os procedimentos metodológicos que devem ser empregados para a implantação e operacionalização do sistema proposto, assim como os principais conceitos embutidos nas técnicas utilizadas, são apresentados ao longo do texto.

Abstract

The small and middle size industries (SMIs) contribute in a very significant way the social and economical development of the country. In contrast to this reality it is observed the lack of management mechanisms adapted to their reality.

In this way, this work suggests an integrated system in the management of production which considers the main organizational necessities of the SMIs and adapts itself to their operational characteristics.

At first, it was elaborated a managerial information flow which from the main organizational necessities of the SMIs, detected from a research, oriented the definition of the structure and contents of the proposed system

Its architecture contains particularly the systems of stock management and planning and industrial control, which were embodied through the use of integrated techniques of management.

The methodological procedures which have to be used for the implantation and operationalization of the proposed system, as well as the main concepts embeded in the used techniques, are presented through the text.

Sumário

1. Introdução	1
1.1. Origem do trabalho	1
1.2. Objetivo do trabalho	3
1.3. Justificativa do trabalho	3
1.4. Metodologia do trabalho	4
1.5. Estrutura do trabalho	5
1.6. Limites do trabalho	6
2. Sistema de Informações	7
2.1. Aspectos básicos da abordagem sistêmica	7
2.1.1. Definição de sistema	8
2.1.2. Classificação de sistemas	8
2.2. O problema da gestão de empresas industriais	10
2.3. Utilização do conceito de sistemas para gestão de empresas industriais	11
2.3.1. Sistemas de gestão	12
2.3.2. Principais propriedades dos sistemas empresariais	14
a. Capacidade de controle	15
b. Estabilidade	15
c. Adaptabilidade	16
d. Capacidade de aprendizagem	16

2.4. Proposição de um modelo simplificado para o sistema de informações gerenciais de empresas industriais	17
2.4.1. Fluxo de informações gerenciais	18
2.5. Considerações finais sobre sistemas de informação	32
3. Gestão da Produção das Pequenas e Médias Indústrias:a Busca de um Sistema Integrado	33
3.1. Características gerais das pequenas e médias indústrias	34
3.1.1. Análise histórica da evolução dos princípios que regulam a organização industrial	34
3.1.2. Importância das pequenas e médias empresas no mercado	36
3.1.3. Vantagens comparativas das pequenas e médias indústrias	37
3.1.4. Principais problemas afetos às PMIs	38
3.1.5. Considerações sobre a pequena e média indústria catarinense	39
3.2. A lógica de administração das pequenas e médias indústrias	41
3.3. Sistema integrado de gestão da produção proposto	43
3.3.1. Objetivo do sistema de gestão da produção integrado proposto	43
3.3.2. Abrangência do sistema proposto	43
3.3.3. Características gerais do sistema proposto	46
3.4. Aspectos gerais da implantação e operacionalização do sistema proposto	46
3.5. Técnicas de gestão da produção e de materiais utilizadas no sistema proposto.	47
3.5.1. Adaptabilidade das técnicas de gestão às necessidades das pequenas e médias indústrias	48
3.5.2. Apresentação genérica das técnicas de gestão da produção e dos materiais do sistema proposto	49
a. Método da Unidade de Esforço de Produção (UEP)	49
b. O método do planejamento das necessidades de materiais - MRP	51
c. O método da tecnologia da produção otimizada - OPT	52

d. O método Kanban	53
3.6. Considerações sobre as características definidas para o sistema proposto . .	54
4. Sistema Integrado de Gestão da Produção para Pequenas e Médias	
Indústrias	56
4.1. Processo de implantação do modelo integrado de gestão da produção para pequenas e médias indústrias	57
4.2. Itens de custo do setor de produção	58
4.3. Fórmulas para distribuição dos itens de custo aos produtos	61
4.4. Tempos dos produtos fabricados	63
4.5. Foto-índices dos itens de custo	67
4.6. Outros conceitos utilizados pelo método da Unidade de Esforço de Produção	68
4.6.1. Posto operativo	69
4.6.2. Potencial produtivo	69
4.6.3. Parâmetro de capacidade	70
4.6.4. Foto-índice do posto operativo	71
4.6.5. Produto-base	71
4.6.6. Foto-custo do produto-base	71
4.7. Implementação do Método da Unidade de Esforço de Produção	72
4.8. Ficha Técnica dos Produtos Fabricados	74
4.9. Sistema de gestão de estoques	77
4.10. Considerações finais sobre o processo de implantação do sistema proposto . . .	80
5. Metodologia para Operacionalização do Sistema Integrado de Gestão da Produção para Pequenas e Médias Indústrias	81
5.1. O processo de operacionalização do sistema integrado de gestão da produção para pequenas e médias indústrias	81
5.2. Operacionalização do sistema de gestão dos estoques	82
5.2.1. Controle de estoques utilizando métodos estatísticos	84
5.2.2. Alguns conceitos utilizados pelo método previsional de gestão dos estoques	86

a.	Previsão de consumo	86
b.	Demanda dependente e demanda independente	87
c.	Dimensão de tempo no planejamento das necessidades de materiais	87
5.2.3.	Controle de estoques utilizando método previsional	88
5.2.4.	Acompanhamento da movimentação de materiais	92
5.3.	Operacionalização do sistema de planejamento industrial	92
5.3.1.	O sistema de planejamento industrial proposto	95
5.3.2.	Análise da capacidade e dos níveis de atividade da fábrica	96
a.	Nível de atividade total	97
b.	Nível de atividade técnico	98
c.	Nível de atividade econômico	101
5.3.3.	Índices de ajuste relativos à utilização da capacidade produtiva	105
a.	Índice de ajuste técnico	106
b.	Índice de ajuste econômico	106
c.	Índice de ajuste global	107
5.3.4.	Planejamento da produção	108
5.3.5.	Parâmetros necessários à programação da produção	111
5.4.	Operacionalização do sistema de controle industrial	114
5.4.1.	O sistema de controle industrial proposto	114
5.4.2.	Mensuração e controle da produção	115
5.4.3.	Mensuração do desempenho do setor de produção	118
5.4.4.	Cálculo dos custos de produção dos produtos fabricados	120
5.4.5.	Formação do preço de venda dos produtos fabricados	124
a.	O método das rotações	124
b.	Formação do preço de venda	126
5.4.6.	Cálculo da lucratividade dos produtos fabricadosra	127
5.4.7.	Estabelecimento de orçamentos para produtos fabricados sob encomenda	128
5.5.	Considerações finais sobre o processo de operacionalização do sistema integrado de gestão da produção proposto	130

6. Conclusões e Recomendações para Futuras Pesquisas	131
6.1. Conclusões	131
6.2. Recomendações para futuras pesquisas	134
7. Referências Bibliográficas	136

Lista de Quadros

Quadro 1 - Situação do setor industrial brasileiro por tamanho de empresa	2
Quadro 2 - Exemplo de uma relação de itens de custo particularmente aplicável para empresas do setor metal-mecânico	62

Lista de Figuras

Figura 1 - Modelo conceitual de empresa industrial	12
Figura 2 - Sistema ultra-estável de Ashby	13
Figura 3 - Organograma funcional para pequenas e médias empresas industriais	19
Figura 4 - Sistema de informações gerenciais para uma empresa industrial	20
Figura 5 - Subsistema orçamento	21
Figura 6 - Subsistema pesquisa e planejamento estratégico	22
Figura 7 - Subsistema vendas	23
Figura 8 - Subsistema apoio	24
Figura 9 - Subsistema compras	25
Figura 10 - Subsistema administração de materiais	26
Figura 11 - Subsistema planejamento e controle da produção	27
Figura 12 - Subsistema custos	28
Figura 13 - Subsistema pessoal	29
Figura 14 - Subsistema finanças	30

Figura 15 - Subsistema Contabilidade	31
Figura 16 - Arquitetura do sistema proposto para PMIs	45
Figura 17 - Banco de dados de itens de custo do setor produtivo	59
Figura 18 - Banco de dados das fórmulas para distribuição dos itens de custo	64
Figura 19 - Tempos dos produtos fabricados	66
Figura 20 - Itens de custo do setor produtivo expressos em unidades monetárias	68
Figura 21 - Implementação do método da Unidade de Esforço de Produção	73
Figura 22 - Ficha técnica dos produtos fabricados	75
Figura 23 - Sistema de gestão de estoques	79
Figura 24 - Controle de estoques utilizando métodos estatísticos	85
Figura 25 - Método previsional de controle de estoques	89
Figura 26 - Exemplo da estrutura de um produto	91
Figura 27 - Exemplo de uma lista de materiais	91
Figura 28 - Processo de acompanhamento da movimentação de materiais	93
Figura 29 - Nível de atividade técnico	99
Figura 30 - Nível de atividade econômico	102
Figura 31 - Índices de ajuste relativos à utilização da capacidade produtiva da fábrica	105
Figura 32 - Planejamento da produção	110
Figura 33 - Parâmetros necessários à programação da produção	112
Figura 34 - Mensuração e controle da produção	116
Figura 35 - Medição do desempenho do setor de produção	119

Figura 36 - Operacionalização do método da UEP para cálculo dos custos de produção dos produtos	122
Figura 37 - Formação do preço de venda dos produtos fabricados	125
Figura 38 - Cálculo da lucratividade dos produtos fabricados	128
Figura 39 - Estabelecimento de orçamentos para os produtos fabricados sob encomenda	129

Capítulo 1

Introdução

1.1. Origem do trabalho

Na maioria dos países, principalmente nos do terceiro mundo, existe uma grande pulverização do setor industrial, que é constituído em grande parte por micros, pequenas e médias indústrias (MPMIs).

No Brasil, segundo a FIBGE [1980], as MPMIs perfazem aproximadamente 99% dos estabelecimentos, empregam 80% da mão-de-obra, contribuem com 72 % do valor dos salários pagos e geram 73% do valor de transformação industrial. Esses dados por si só são suficientemente expressivos, evidenciando, dessa forma, a importância das MPMIs dentro do contexto sócio-econômico do país.

A evolução imposta ao segmento industrial, deflagrada pelo aumento da competição entre as empresas, instigou a busca de uma melhor qualidade, a redução de custos, exigindo maior diversificação dos produtos e um alto nível de serviço aos clientes. Essa nova realidade tem fortes repercussões na forma de gerir os empreendimentos, a qual deve cada vez mais pautar-se na competência e no profissionalismo.

Logo, a melhoria dos processos de gestão em geral e de gestão da produção em particular mostra-se imprescindível para que as MPMIs possam sobreviver e competir dentro de um mercado altamente concorrencial.

As técnicas de gerenciamento da produção disponíveis na literatura especializada, em sua maior parte, possuem um enfoque genérico e de difícil implementação nas MPMIs, devido principalmente à escassez de recursos financeiros, humanos e organizacionais que empreendimentos desse porte enfrentam para acompanhar as constantes evoluções tecnológicas.

Assim, devido às características peculiares das MPMIs, existe a necessidade de propor-se um conjunto de técnicas de gestão que possam ser adaptadas às suas reais necessidades, viabilizando e/ou oportunizando um aumento da competitividade.

Partindo dessa constatação, este trabalho procura propor um sistema de gestão da produção simplificado, descentralizado e operacionalizável pelas pequenas e médias indústrias (PMIs)*, sendo que o mesmo será estruturado a partir dos resultados levantados por um diagnóstico das pequenas e médias indústrias realizado no Estado de Santa Catarina.

Convém ressaltar, ainda, que esta dissertação faz parte de uma proposta mais abrangente na área de pequenas e médias empresas, desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina e cuja finalidade maior é desenvolver tecnologias de produção que auxiliem o pequeno e médio empresário na busca de uma melhor qualidade e no aumento da produtividade industrial.

* A composição do setor industrial brasileiro pode ser visualizada no Quadro 1 a nível de estabelecimentos, pessoal ocupado, salários pagos e valor de transformação industrial. Este trabalho concentrar-se-á, particularmente, no segmento composto pelas PMIs.

Segmento	Estabelecimentos Industriais em %	Pessoal Ocupado em %	Salários pagos em %	Valor de Transformação Industrial em %
MICRO	80,58	19,24	8,35	8,20
PEQUENA	14,94	26,68	24,17	22,00
MEDIA	3,98	34,24	39,52	42,90
GRANDE	0,50	19,84	27,96	26,90

Quadro 1 - Situação do setor industrial brasileiro por tamanho de empresa

Fonte: FIBGE - Censo de 1980 / classificação segundo o número de pessoal ocupado

1.2. Objetivo do trabalho

Este trabalho objetiva elaborar um sistema integrado de gestão da produção para pequenas e médias indústrias, o qual deverá maximizar a relação benefício/custo do sistema, ao mesmo tempo em que minimiza a relação necessidades/disponibilidades. Utilizar-se-á, para este fim, informações levantadas no Estado de Santa Catarina através do diagnóstico anteriormente citado.

O trabalho levará em consideração as necessidades básicas de organização e informação das PMIs, a problemática da estrutura organizacional em geral e da gestão da produção em particular, a mentalidade empresarial, além da flexibilidade de implementação e operacionalização do sistema proposto, nesse tipo de empresa.

Um objetivo secundário deste trabalho consiste no aprofundamento da análise da adaptabilidade de algumas técnicas integradas de gestão da produção às reais necessidades das PMIs, e isto a partir da análise das verdadeiras necessidades de informação que elas apresentam.

1.3. Justificativa do trabalho

São dois pontos principais que justificam este trabalho: a importância das pequenas e médias indústrias no contexto econômico e social do país, e a necessidade de apoio técnico gerencial que estes estabelecimentos, na sua grande maioria, apresentam.

Existem diversos estudos, como Barros & Modenesi [1973], Barros [1978], Rattner [1985], dentre outros, que levantam o problema e discutem assuntos relativos à pequena e média empresa, desde a função do pequeno empreendimento como fator de contribuição ao desenvolvimento e crescimento econômico do país, até a sua função social. Também é fato que existe pouca bibliografia sobre técnicas de organização do setor produtivo direta e operacionalmente aplicáveis às PMIs.

Segundo dados da Secretaria da Fazenda do Estado de Santa Catarina, em 1984, as micros, pequenas e médias indústrias perfaziam 98,85% dos estabelecimentos,

empregaram 54,06% da mão-de-obra e geraram 34,21 % do valor de transformação industrial. Diante desse quadro, fica evidente a importância de concentrar esforços na pesquisa e desenvolvimento de novas sistemáticas de gestão mais adaptadas às características operacionais das PMIs, para que as mesmas tenham uma base de sustentação técnica.

Dessa forma, ter-se-á a Universidade cumprindo uma de suas funções precípua, qual seja, detectar junto à comunidade carências que possam ser supridas através do desenvolvimento de modelos tecnológicos adaptados às realidades nacional e regional. Um dos papéis principais da comunidade científica universitária é, de forma inequívoca, a criação e irradiação de tecnologias que possam ser aproveitadas pela sociedade local no qual ela se encontra inserida.

1.4. Metodologia do trabalho

Considerando que esta dissertação insere-se em um projeto de pesquisa na área das pequenas e médias empresas, desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, é interessante ressaltar que durante as etapas necessárias à elaboração do trabalho foram mantidas discussões e realizadas reuniões com integrantes de grupos e instituições de áreas afins, tais como Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e Pequenas Empresas - SEBRAE-SC; Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina - FIESC; e Secretaria da Indústria do Comércio e do Turismo do Estado de Santa Catarina - SEICT. Essa troca de idéias e experiências enriqueceu os trabalhos através das críticas e sugestões geradas nesse processo.

O grupo de trabalho, inicialmente, através da realização de uma pesquisa de campo junto às PMIs catarinenses, propôs-se a analisar quais as técnicas de gestão que as mesmas efetivamente utilizam para a administração de seus processos produtivos, além de coletar outros indicadores que permitiram uma sólida análise conjuntural.

De posse dessas informações, foram detectadas as principais deficiências da sistemática de gestão da produção, bem como suas causas, as necessidades organizacionais

prementes e o potencial tecnológico e humano disponível para absorver novos mecanismos de gestão.

Alicerçados nos resultados obtidos, técnicas disponíveis na literatura especializada foram estudadas, com o intuito de relacionar aquelas que melhor se adaptariam à estrutura organizacional das PMIs.

Finalmente, realizou-se um agrupamento sistemático e adaptativo das técnicas anteriormente estudadas, propondo um sistema integrado de gestão da produção capaz de atender as principais necessidades de informação do setor de produção das PMIs, detectadas durante a pesquisa de campo.

1.5. Estrutura do trabalho

Em seu primeiro capítulo, é introduzido o assunto objeto dessa dissertação, discutindo-se sua origem, objetivos e importância, bem como a metodologia empregada, a estrutura do relatório final e seus limites.

No capítulo 2 faz-se uma breve revisão dos conceitos de análise de sistemas e cibernética, enfocando sua utilização na área industrial. No final do capítulo, estrutura-se um sistema de informações gerenciais, detalhando-se particularmente o fluxo geral das informações de produção.

O capítulo 3 apresenta, num primeiro momento, os principais resultados obtidos pela pesquisa realizada junto às PMIs catarinenses^{*}. Nesse capítulo ainda é feita a definição dos parâmetros a serem abordados pelo sistema proposto, assim como sua arquitetura geral. Também são analisadas as técnicas integradas passíveis de serem utilizadas nesse modelo apresentando-se suas principais características e fundamentos^{**}.

* Compilados do livro: "A pequena e média indústria catarinense" [Batalha & Demori, 1990].

** Análise sucinta do trabalho "Adaptabilidade das técnicas integradas de gestão da produção às pequenas e médias indústrias" [Guimarães, 1990].

O detalhamento do procedimento de implantação do sistema integrado de gestão da produção proposto, segundo os vários subsistemas que o compõe, é apresentado no capítulo 4.

Já o capítulo 5 apresenta os procedimentos de operacionalização dos sistemas de administração de materiais, custos industriais e planejamento e controle da produção, os quais compõem no seu conjunto o sistema integrado de gestão da produção proposto.

Finalmente, as conclusões finais e recomendações para futuras pesquisas a serem desenvolvidas são apresentadas no capítulo 6.

1.6. Limites do trabalho

As informações sobre a problemática e necessidades organizacionais do setor produtivo restringem-se a dados obtidos junto as PMIs catarinenses, podendo as mesmas não representarem de forma consistente a realidade do universo das PMIs.

O modelo proposto abrange somente os sistemas de administração de materiais, custos industriais e planejamento e controle da produção, e é particularmente direcionado para empresas multiprodutoras que trabalham com produção intermitente repetitiva e/ou sob encomenda.

Finalmente, o desenvolvimento do sistema limita-se a sua parte lógica, ou seja, é definido o conjunto de informações necessárias, suas interrelações e principais procedimentos de cálculo. Operacionalmente, detalhou-se as atividades associadas ao planejamento e controle da produção, não tendo sido aprofundadas aquelas relativas à programação e sequenciamento no chão-de-fábrica. O desenvolvimento do sistema físico do modelo, obtido através da elaboração de formulários necessários a sua operacionalização manual ou informatizada, não faz parte do escopo do trabalho. Por consequência, este trabalho não faz a validação prática do modelo proposto.

Capítulo 2

Sistema de Informações

A abordagem sistêmica aplica-se no estudo e na determinação de sistemas de gestão. A sua utilização cria condições para evitar-se eventuais defeitos de concepção e de consolidação.

Por esta razão, utilizar-se-á a mesma no desenvolvimento deste trabalho, desde a elaboração do fluxo de informações até a concepção do sistema de gestão da produção propriamente dito, que é o objeto central desta dissertação.

Este capítulo discute o emprego da teoria dos sistemas, inicializando com sua definição e classificação, e enfocando posteriormente sua utilização na área empresarial, com ênfase no sistema ultra-estável de Ashby.

Buscando encontrar um modelo de sistema gerencial que satisfaça as necessidades organizacionais das empresas industriais, serão analisadas, utilizando-se elementos da cibernética, formas eficientes de gestão. Propor-se-á, então, um fluxo de informações gerenciais simplificado e integrado, baseado no conceito de unificação da produção.

2.1. Aspectos básicos da abordagem sistêmica

De maneira geral, pode-se dizer que a ciência, no passado, procurava explicar fenômenos observáveis isoladamente, limitando-se a uma análise das interações elementares.

Na ciência contemporânea surgem concepções de análise globalizada para estudo de fenômenos que não são inteligíveis, mediante a investigação isolada das partes e processos que os compõem [Bertalanffy, 1977]. Dentro deste contexto, a teoria geral dos sistemas, proposta inicialmente por L. V. Bertalanffy, resgata a interdisciplinaridade e a interrelação dos fenômenos científicos.

Nesse sentido, a noção de sistemas, amplamente utilizada na atualidade em diversas áreas do conhecimento, contribui decisivamente para viabilizar e otimizar a solução de problemas encontrados na organização e ordenação das partes que interagem dinamicamente dentro de objetos de estudo.

2.1.1. Definição de sistema

Segundo Chiavenato [1983] e Bio [1985], um sistema pode ser definido como sendo um conjunto de elementos dinamicamente relacionados, constituído de um todo orientado para consecução de objetivos comuns. Da definição acima, deve-se destacar duas características básicas, quais sejam, o objetivo e o globalismo.

Objetivo - Necessariamente o sistema deve ser orientado, através do relacionamento dinâmico das partes, a um objetivo que é, no limite, sua própria razão de ser [Chiavenato, 1983].

Globalismo - Ações de mudanças em um ou mais componentes do sistema produzirão alterações nos demais componentes, e isto devido ao dinamismo das relações a que os mesmos estão sujeitos. Assim, o sistema reagirá globalmente a qualquer alteração introduzida em um dos seus elementos em consequência da relação causa/efeito entre suas diferentes partes componentes [Chiavenato, 1983].

2.1.2. Classificação de sistemas

Os sistemas podem ser didaticamente classificados segundo diversos critérios, entre os quais cabe destacar-se:

1. Quanto ao grau de determinação

Sistemas determinados - são sistemas nos quais as partes interagem de maneira perfeitamente previsível, ou seja, as transformações que ocorrem entre as entradas e as saídas são determinadas e constantes no tempo, quando considerado um sistema tecnicamente estável [Chiavenato, 1983].

Sistemas indeterminados - um sistema é indeterminado quando não se consegue relacionar as transformações ocorridas com as entradas e as saídas, não se conhecendo, assim, a correspondência entre elas [Mélèse, 1973].

A grande maioria dos sistemas existentes são parcialmente determinados ou probabilísticos, não se conhecendo o valor de todas as variáveis de entrada e saída, nem todas as relações entre elas. Desta forma, pode-se prever probabilisticamente o que poderá acontecer em determinadas circunstâncias [Mélèse, 1973] [Chiavenato, 1983].

2. Quanto às suas similaridades e dissimilaridades

Sistemas físicos - são os sistemas compostos de objetos e coisas reais, tais como máquinas e equipamentos. Estes sistemas podem ser descritos quantitativamente a nível de desempenho [Chiavenato, 1983].

Sistemas abstratos - são os sistemas compostos de idéias, hipóteses, planos e conceitos. Estes não podem ser facilmente descritos de forma objetiva e/ou quantitativa.

3. Quanto ao seu posicionamento no meio-ambiente

Sistemas fechados - são aqueles que estão isolados do seu ambiente, ou seja, não são influenciados e nem influenciam o meio-ambiente no qual estão inseridos. Uma característica importante dos sistemas fechados é a variação sempre positiva da entropia, onde a ordem é continuamente destruída, tendendo à máxima desordem [Bertalanffy, 1977].

Sistemas abertos - são sistemas que estão em permanente relação com o ambiente,

sendo influenciados e/ou influenciando o mesmo. Como características dos sistemas abertos, pode-se citar a capacidade de crescimento, mudanças e adaptação ao ambiente e a possibilidade de competição com outros sistemas [Nascimento, 1972].

Os sistemas abertos, pelas suas características, nunca estarão em estado de equilíbrio, mas manter-se-ão em estado estacionário, evitando o aumento de entropia através da busca da ordem e da organização crescentes [Bertalanffy, 1977].

2.2. O problema da gestão de empresas industriais

Segundo Fayol, gerir é prever, organizar, coordenar e controlar. Ou seja, a gestão é a arte de prever o futuro, traçando planos de ação, constituindo o duplo organismo material e social da organização, fazendo-o funcionar interrelacionada e harmoniosamente, estabelecendo mecanismos de regulação e controle para atingir os objetivos colimados [Cantanhede, 1983].

As organizações, a partir do crescimento, diversificação e diferenciação, tornam-se complexas, visto que crescem os serviços oferecidos e o volume de informações necessário ao planejamento, execução e controle.

A gestão dessas organizações é impregnada de complexidade e de desafios. O estabelecimento e priorização dos objetivos, a definição da forma mais adequada para o empreendimento, a coordenação de esforços objetivando alcançar as metas traçadas, apresentam graus de dificuldade crescentes, na medida em que o horizonte de trabalho amplia-se, os meios disponíveis se multiplicam e o volume de informações necessárias aumenta.

Comparando-se as organizações industriais com as comerciais e de serviços de mesmo porte, pode-se afirmar que as primeiras são as mais complexas, pelo alto grau de variedade a que estão sujeitas.

Na medida que uma empresa industrial passa de monoprodutora a multiprodutora, a quantidade e qualidade de insumos, produtos, mão-de-obra e instalações crescem,

necessitando mecanismos de gestão condizentes com o aumento dessa complexidade, os quais possibilitarão o controle de sua evolução. Esse aumento de complexidade implica num aumento no volume de informações necessárias à efetiva gestão industrial.

Mecanismos que subdividem a estrutura organizacional em partes que coordenam atividades afins e as correlacionam entre si, tanto em redes quanto em níveis hierárquicos, facilitam a operacionalização do processo de gestão. Tem-se uma decomposição do problema global em subproblemas de mais fácil compreensão, mas não se elimina a necessidade de um grande volume de informações.

A representação em níveis hierárquicos contempla os níveis operacional, de gestão e institucional. O nível operacional é responsável pela execução cotidiana das tarefas determinadas pelo nível superior, a gestão, de maneira eficiente. O nível de gestão possui a função de adequar as decisões do nível institucional ao nível operacional, fixando objetivos realizáveis e compatíveis com os meios que dispõe, controlando sua execução. Já o nível institucional é responsável pela definição dos objetivos e das estratégias globais necessárias para atingi-los adequadamente [Mélèse, 1973].

A caracterização da empresa em rede ajuda a definir sua estrutura funcional, agrupando-a em funções similares ou afins. Uma estrutura funcional típica é composta por uma diretoria, à qual estão subordinadas as gerências de marketing, produção e administrativa/financeira, sendo que as mesmas são compostas de divisões, e estas por sua vez de seções. A estrutura organizacional acima descrita não é única; adaptações são feitas em função das necessidades e características de cada empresa.

2.3. Utilização do conceito de sistemas para gestão de empresas industriais

A empresa conceituada como um sistema é composta por múltiplas partes interligadas de modo complexo e em evolução sob ação do meio-ambiente, sendo orientada para um objetivo comum [Bio, 1985]. Ela comporta-se como um sistema aberto, caracterizado em parte por sistemas físicos (máquinas, equipamentos de transformação e insumos) e, em

parte, por sistemas abstratos (gestão do empreendimento), sendo em sua essência um sistema parcialmente determinado (ver Figura 1).

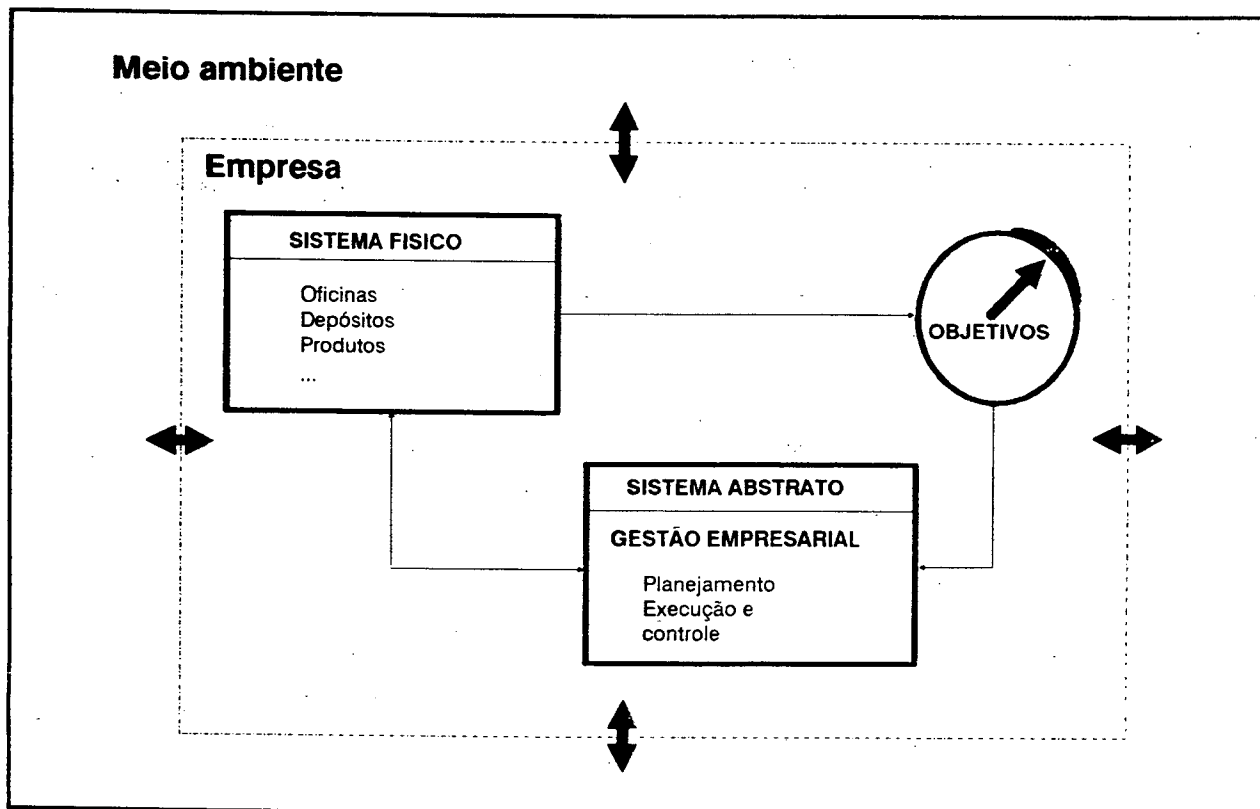


Figura 1 - Modelo conceitual de empresa industrial

Um sistema de gestão ultrapassa a idéia de um conjunto de regras que definem as diversas funções da empresa, para ser um conjunto de normas, procedimentos e meios que utilizam métodos capazes de direcionar a empresa rumo aos objetivos traçados. A utilização da teoria dos sistemas na gestão empresarial define, pela própria conceituação de sistemas, a filosofia utilizada no gerenciamento da organização. A abordagem sistêmica auxiliará a gestão através do reconhecimento e localização dos problemas, permitindo, desta forma, a correção dos desvios ou a reavaliação dos objetivos, e isto sempre que a evolução interna ou externa assim o exigir [Mèlèse, 1973].

2.3.1. Sistemas de gestão

A função dos sistemas de gestão é aumentar o domínio dos dirigentes sobre a fixação e o controle de metas, reduzindo a indeterminação e dando a esses dirigentes

melhores e mais efetivas possibilidades de administração. Para tanto, é necessário que os sistemas de gestão possuam mecanismos eficazes de planejamento, regulação e controle.

O sistema ultra-estável proposto por Ashby contempla as qualidades exigidas de um sistema de gestão. Conforme representado na Figura 2, ele é assim caracterizado por possuir dois níveis de estabilidade, sendo que o primeiro, o regulador, conduz à estabilidade atuando dinamicamente sobre as perturbações exteriores, e o segundo, o controle, ajusta o sistema através de modificações internas impostas ao regulador [Mélèse, 1973].

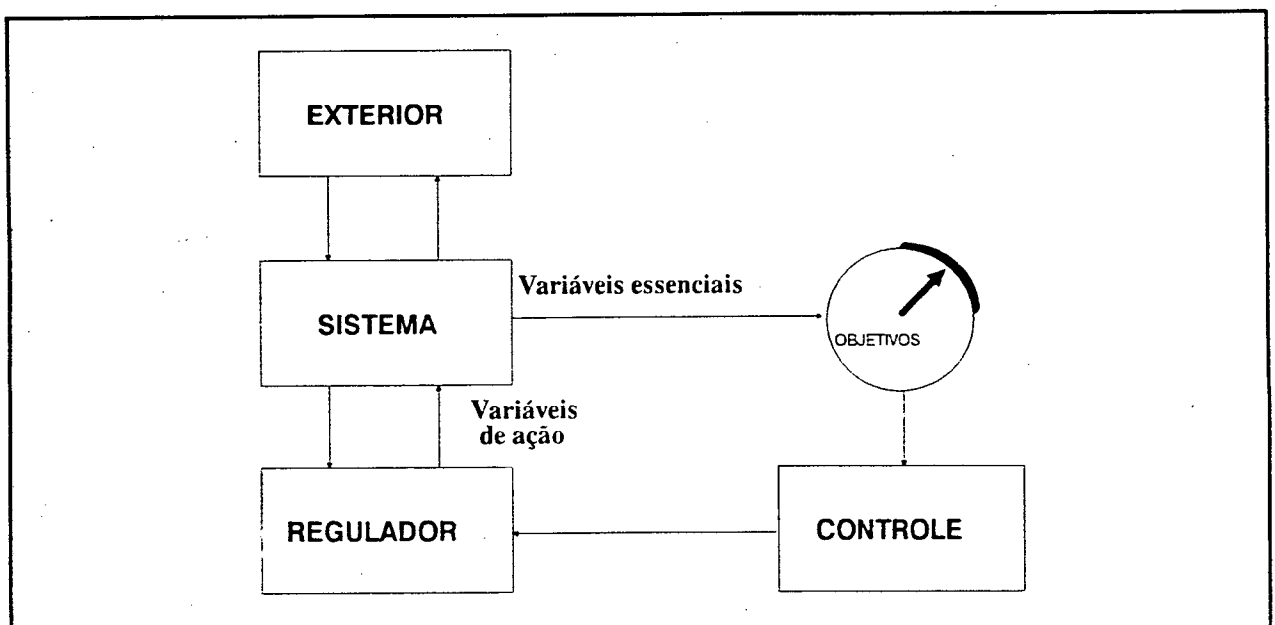


Figura 2 - Sistema ultra-estável de Ashby

Fonte: MÉLÈSE, Jacques. A gestão pelos sistemas. p. 205

Seu funcionamento pode ser descrito da seguinte forma: a partir da definição dos objetivos, o controle fixa parâmetros ao regulador. Este, por sua vez, age sobre o sistema, levando em consideração as perturbações exteriores, através das variáveis de ação. Na medida que o regulador consegue manter as variáveis essenciais dentro da faixa escolhida, o controle não age. Em caso contrário, o controle modifica o ajustamento do regulador, para assegurar os objetivos propostos. O regulador volta, então, a gerenciar as perturbações pela regulação das variáveis de ação. Na ocorrência de um novo desvio incontrolável pelo regulador, o controle entra mais uma vez em ação, e assim sucessivamente.

A seguir, descrever-se-á as partes componentes do sistema ultra-estável em análise.

Entradas - variáveis cujos valores são impostos ao sistema. Podem provir do meio exterior, sob forma de informações e perturbações, ou do gestor, através de variáveis de ação [Mélèse, 1973].

As variáveis de ação são consideradas regulações primárias, e visam obter o estado estacionário do sistema* pela interrelação dinâmica das partes envolvidas [Bertalanffy, 1977].

Saídas - são as variáveis que agem sobre o meio exterior, ou seja, sobre outros sistemas. Algumas destas variáveis são denominadas variáveis essenciais por serem úteis à determinação do bom funcionamento e da eficácia do sistema, quantificando e qualificando os objetivos propostos [Mélèse, 1973].

Regulação e controle - conduzem o sistema a atingir os objetivos estabelecidos.

A regulação interage dinamicamente com o sistema, adequando sua rota a partir das variáveis provindas do meio externo, utilizando-se, para tanto, das variáveis de ação [Mélèse, 1973].

O controle age no sistema por intermédio de dispositivos fixos, especialmente do tipo retroativo [Bertalanffy, 1977], visando reconduzi-lo aos objetivos estabelecidos pela modificação das variáveis de ação do regulador e/ou pela readequação dos próprios objetivos, quando necessário [Mélèse, 1973].

Em suma, a regulação age preventivamente, enquanto o controle age corretivamente, ambos buscando a consecução dos objetivos traçados.

2.3.2. Principais propriedades dos sistemas empresariais

O modelo exposto anteriormente é necessário, mas não suficiente, para garantir o domínio sobre a evolução a que estão sujeitos os sistemas empresariais. É necessário que

* Estado de equilíbrio dinâmico

o modelo seja acrescido de propriedades que assegurem o máximo de possibilidades a uma administração eficaz.

Mostrar-se-á, na sequência, a importância destas propriedades para a síntese, o equilíbrio e o sinergismo das decisões e ações a serem executadas.

a. Capacidade de controle

A capacidade de controle é exercida em função da maior ou menor complexidade dos sistemas.

A complexidade dos sistemas está diretamente relacionada com a variedade de estados possíveis, em função dos valores assumidos pelas variáveis de entrada e de saída. Desta forma, a medida de complexidade de um sistema é dada pela sua variabilidade [Mélèse, 1973].

A lei que relaciona a variedade e a capacidade de controle pode ser enunciada da seguinte forma: um sistema só poderá controlar outro sistema se o mesmo puder gerenciar toda a riqueza de possibilidades de estados do sistema a ser gerenciado [Mélèse, 1973].

O controle de todos os estados assumidos pelo sistema a ser controlado é irreal e improdutivo, devido à diversidade de possibilidades, que é uma característica dos sistemas complexos. A operacionalização do controle não deve ser nem excessivamente complexa nem simplória, havendo a necessidade de obter-se um equilíbrio dinâmico a partir do controle dos componentes essenciais, deixando os demais evoluírem segundo a lógica interna do sistema.

b. Estabilidade

A estabilidade não é, em si mesma, uma boa qualidade, pois apresenta uma adaptação imutável às influências externas. O sistema estável não responde convenientemente às variações das influências externas, mantendo-se, normalmente, com

o mesmo padrão de respostas.

A estabilidade leva ao equilíbrio estático dos sistemas, transformando-os em sistemas isolados, onde a variedade decresce, empobrecendo-os em possibilidades de estados e levando-os à imobilidade [Chiavenato, 1983].

No extremo oposto tem-se os sistemas instáveis, onde as modificações das entradas e saídas possuem alta frequência, impossibilitando, desta forma, a criação de zonas de estabilidade e levando o sistema a constantes improvisações, o que dificulta a fixação e consolidação de objetivos [Mélèse, 1973].

É necessária a incorporação conveniente da estabilidade aos sistemas, a fim de evitar os casos extremos citados. Deve-se garantir aos sistemas possibilidades de evolução, ao mesmo tempo que deve-se instituir zonas de estabilidade para mantê-los em equilíbrio dinâmico.

c. Adaptabilidade

A adaptabilidade é a propriedade que permite aos sistemas enfrentarem as situações evolutivas impostas pelo meio ambiente. Em um contexto dinâmico, um sistema não poderá sobreviver, a não ser que seja capaz de adaptar-se às modificações impostas pelo universo que o envolve [Mélèse, 1973].

As modificações provindas do universo exterior são caracterizadas pelo aumento da variedade, na forma de aumento das perturbações. É preciso, pois, que o sistema tenha possibilidade de aumentar a variedade do controle e da regulação paralelamente, tendo como objetivo final atingir novas zonas de estabilidade, assegurando a evolução e por conseguinte a adaptação [Mélèse, 1973].

d. Capacidade de aprendizagem

O estado de equilíbrio dos sistemas depende da velocidade em que se processam

as adaptações. A aprendizagem auxilia significativamente neste processo, através do acúmulo de experiência de efeitos passados da adaptação [Mélèse, 1973].

A aprendizagem consiste na adaptação das funções às possibilidades de reconhecimento das situações e escolhas, assim como da elaboração de parâmetros que permitam o julgamento e o progresso dos fatores analisados [Mélèse, 1973].

Os sistemas devem ser concebidos imbuídos de um processo dinâmico de adaptação e aprendizagem, concentrando-se esforços no desenvolvimento de uma estrutura flexível capaz de absorver evoluções impostas pelas constantes mutações do universo que o envolve.

2.4. Proposição de um modelo simplificado para o sistema de informações gerenciais de empresas industriais

A concepção da arquitetura de um sistema de informações define a eficiência do mesmo. Ela deve ser compatível com as propriedades fundamentais que um sistema deve possuir: a capacidade de controle; a estabilidade; a adaptação; e a capacidade de aprendizagem.

Nos extremos da concepção de uma arquitetura de sistemas gerenciais tem-se sistemas burocráticos, que possuem um demasiado grau de acoplamento e correlação entre as partes, tendo-se, no outro oposto, sistemas anárquicos, que são suborganizados e fracamente acoplados [Mélèse, 1973].

Um sistema burocrático não possuirá zonas de equilíbrio, devido ao alto grau de encadeamento das mudanças de estados. Qualquer perturbação em um dos elementos do sistema gera um desequilíbrio global. Assim, este sistema será praticamente instável e, a longo prazo, não adaptável, embora esteja, no curto prazo, em constante busca de adaptação. A aprendizagem não será possível, pois a variedade é tamanha que situações semelhantes dificilmente serão encontradas. No modelo de sistema burocrático, tudo age sobre tudo, sendo complexa ou até mesmo impossível sua gestão eficiente [Mélèse, 1973].

No extremo oposto, ter-se-á os sistemas anárquicos, nos quais a ligação entre os elementos é ínfima, não havendo troca de informações, ou havendo de forma lenta, através de circuitos longos. A organização do sistema é uma justaposição de subsistemas independentes e individualmente estabilizados, que não respondem de maneira conveniente às perturbações a eles submetidas. A adaptação manifesta-se lentamente, de forma localizada, e a aprendizagem torna-se rotina pela falta de dinamicidade do sistema [Mélèse, 1973].

A viabilidade e a eficiência dos sistemas de gestão dependerão diretamente da elaboração de sistemas de informação gerenciais, os quais encontrar-se-ão necessariamente inseridos entre os dois extremos acima descritos.

A busca desse compromisso conveniente entre sistemas burocráticos e sistemas anárquicos vem ao encontro do objetivo principal deste trabalho, o qual visa desenvolver um sistema de gestão que seja ao mesmo tempo integrado e simplificado, de forma que sua operacionalização não tolha a visão global do empreendimento.

2.4.1. Fluxo de informações gerenciais

Considerando a necessidade de integração e simplificação do modelo a ser desenvolvido, apresentar-se-á uma proposta de sistema de informações gerenciais para empresas industriais onde, a partir das funções essenciais da empresa mostradas na Figura 3, identificar-se-ão os subsistemas básicos, procurando estabelecer as interações entre eles, visando a estruturação do fluxo de informações.

O sistema desenvolvido, representado graficamente na Figura 4, é composto por onze subsistemas, a saber:

- orçamento
- pesquisa e planejamento estratégico
- vendas

- apoio
- compras
- administração de materiais
- planejamento e controle da produção
- custos
- pessoal
- finanças
- contabilidade

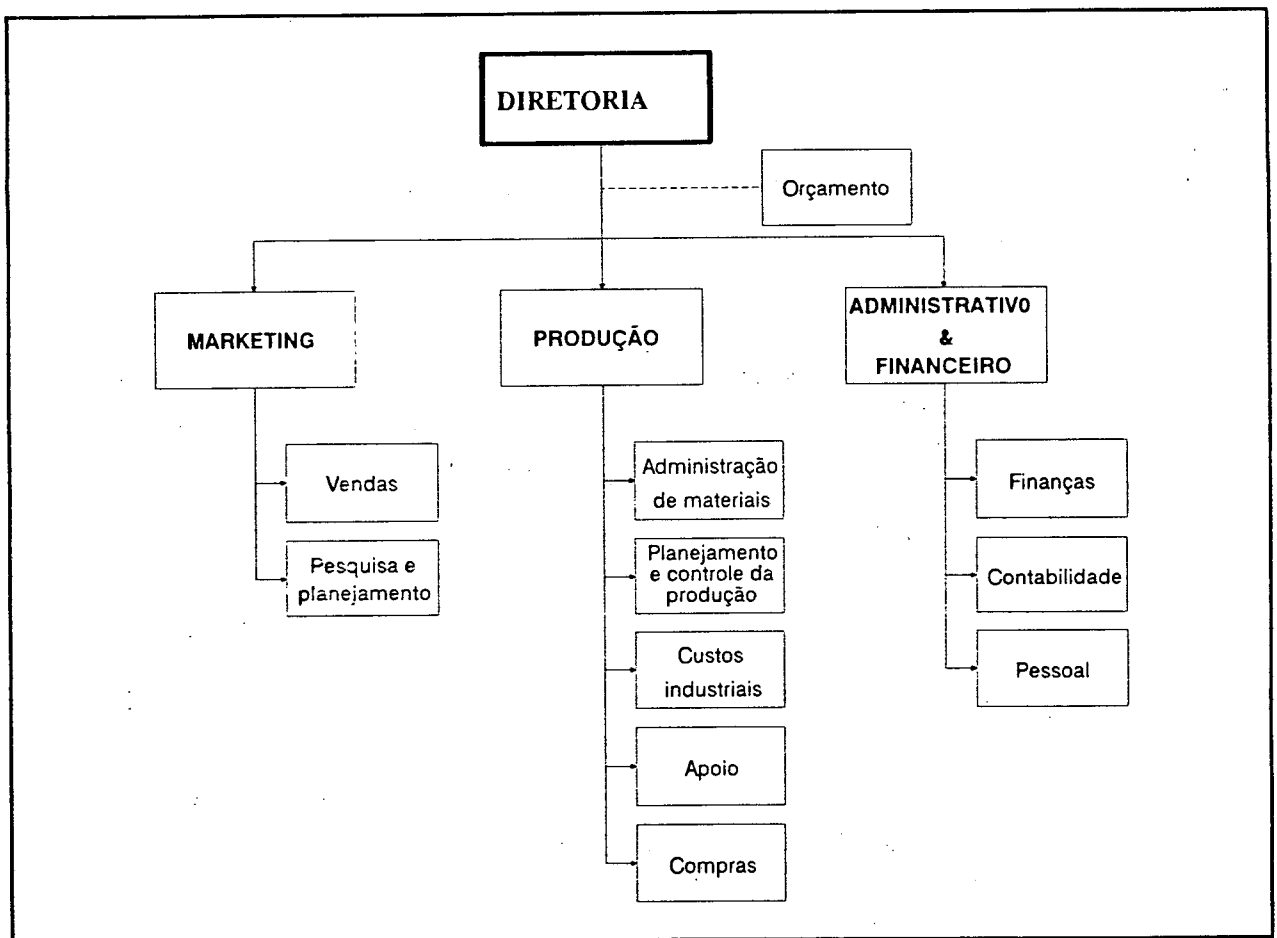


Figura 3 - Organograma funcional para pequenas e médias empresas industriais

A seguir, far-se-á uma breve análise de cada um dos subsistemas gerenciais definidos, explicitando-se as principais interações tanto das informações utilizadas quanto das geradas.

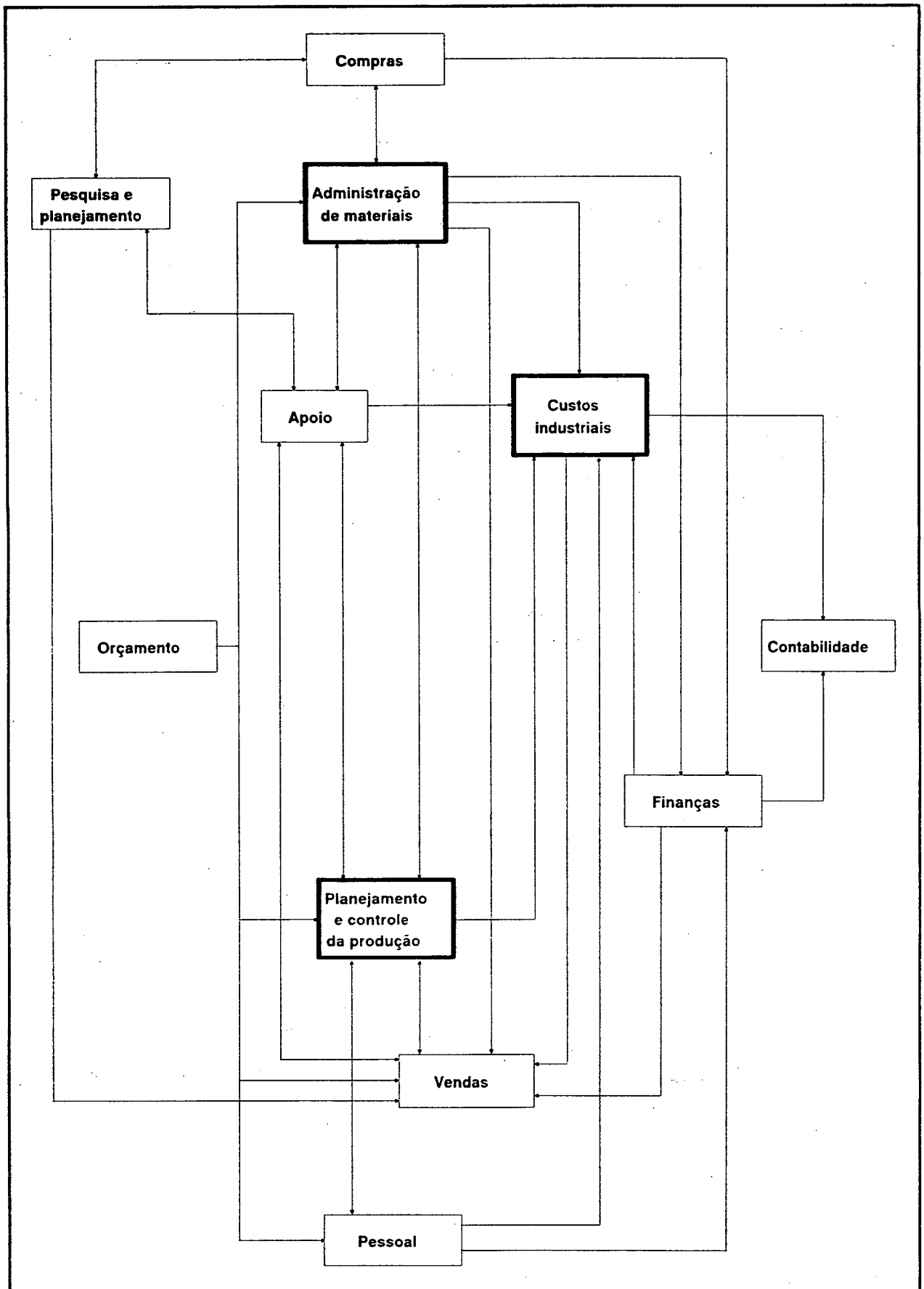


Figura 4 - Sistema de informações gerenciais para uma empresa industrial

O subsistema orçamento (Figura 5) recebe informações de caráter estratégico, gerando como saídas informações orçamentárias e políticas empresariais por área de responsabilidade e global.

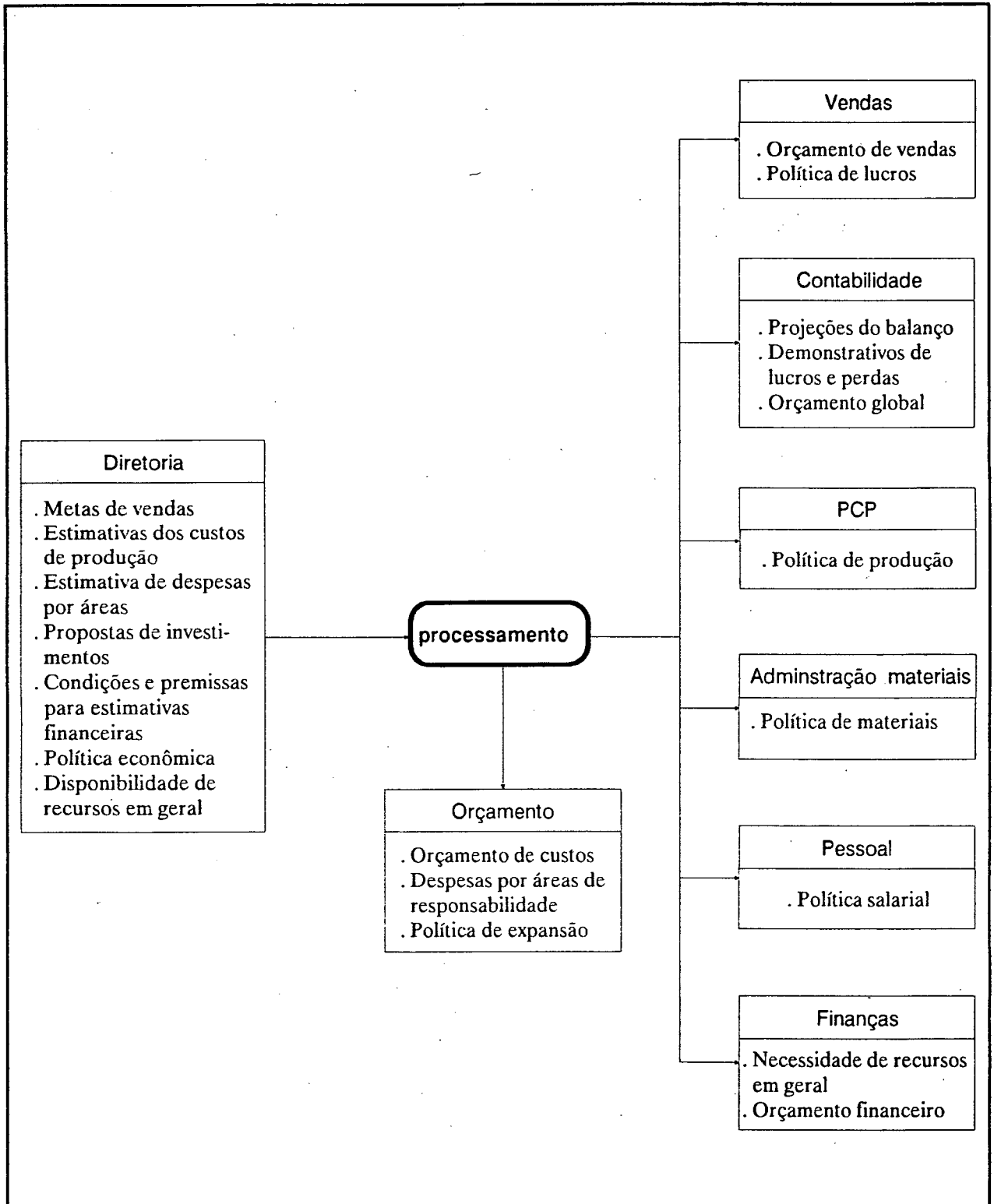


Figura 5 - Subsistema orçamento

Através de informações provenientes dos subsistemas PCP, apoio e compras, analisadas à luz das informações de mercado captadas pelo subsistema pesquisa e planejamento estratégico (Figura 6), este fornece ao subsistema de apoio informações úteis à realização de análises tecnológicas e de viabilidade econômico/financeira, ao desenvolvimento de novos produtos, além de repassar ao subsistema vendas uma radiografia do comportamento de mercado frente aos produtos comercializados pela empresa e frente a possíveis modificações no padrão de consumo dos clientes.

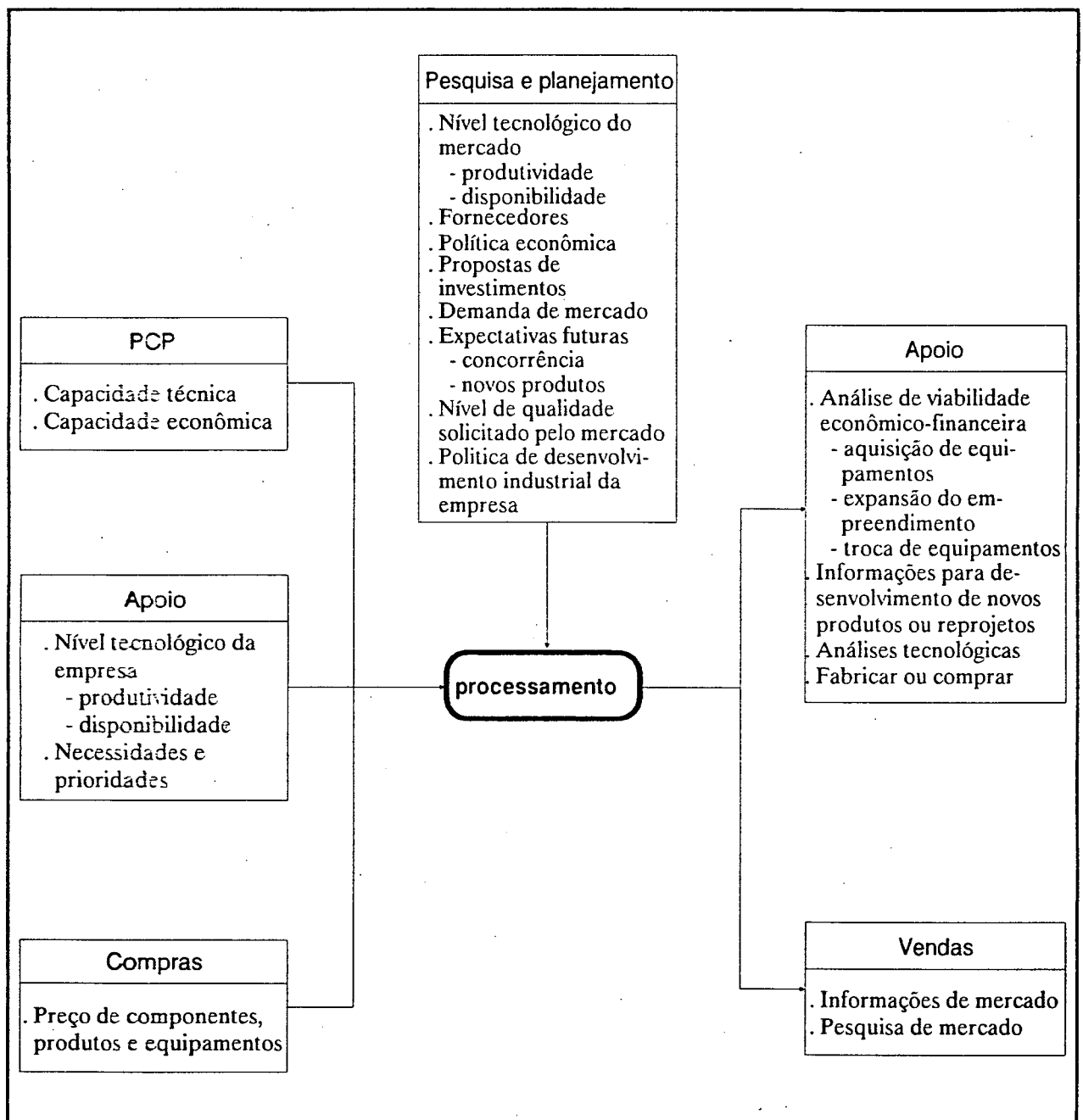


Figura 6 - Subsistema pesquisa e planejamento estratégico

O subsistema vendas (Figura 7) mantém relação com um grande grupo de subsistemas pelo fato de estar na interface empresa/mercado. Vendas recebe informações providas do meio interno, tais como: nível de estoques, custos de produção, capacidade técnica, novos produtos, etc., e outras providas do ambiente externo, tais como: informações de mercado, vendas efetuadas, clientela, etc.. Através dessas informações de entrada, geram-se saídas que alimentam o processo produtivo e as próprias vendas, garantindo a continuidade da empresa no tempo.

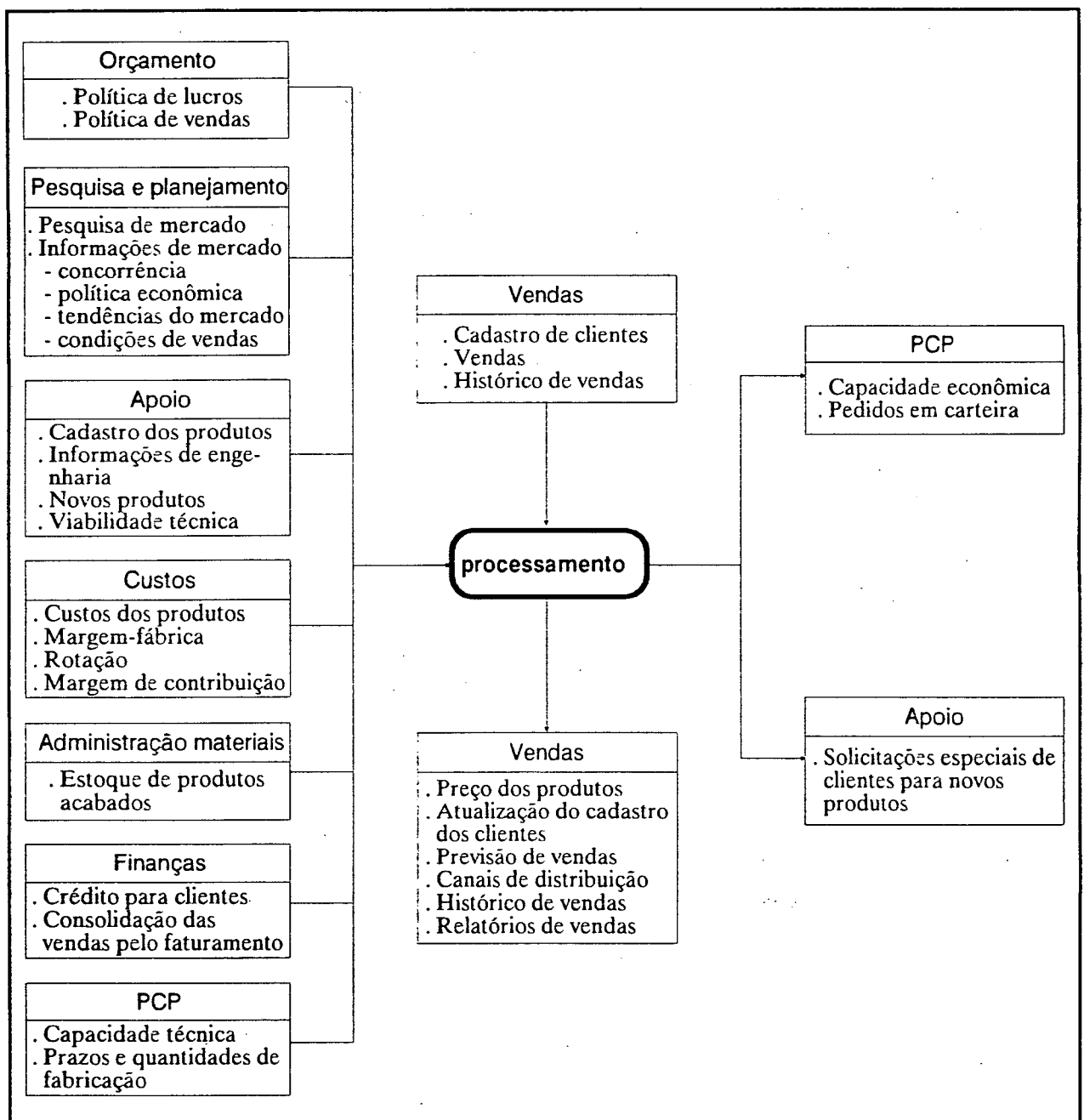


Figura 7 - Subsistema vendas

O subsistema apoio (Figura 8) é encarregado de várias funções específicas com características de atividades meio, a saber: leiaute, movimentação de materiais, controle de qualidade, engenharia, manutenção e tempos & métodos. Ele fornece informações a outros subsistemas objetivando viabilizar a produção da fábrica e auxiliar a gestão empresarial, fornecendo-lhes dinamicamente novos produtos, processos e equipamentos.

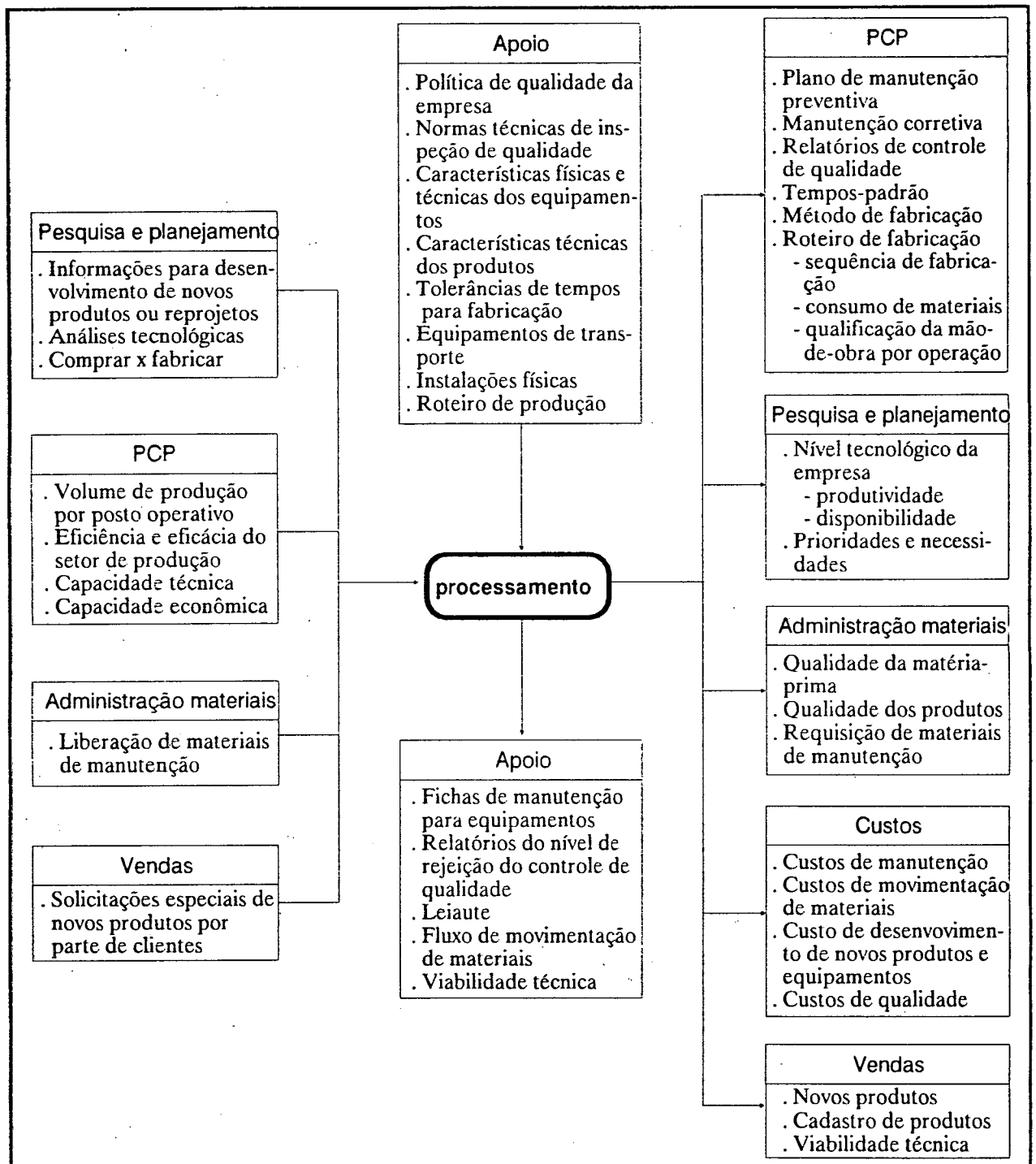


Figura 8 - Subsistema apoio

O subsistema compras (Figura 9) é o responsável pela aquisição dos materiais que viabilizarão a fabricação dos produtos da empresa. Compras recebe informações de mercado do subsistema pesquisa e planejamento estratégico, além de informações sobre as necessidades de materiais em geral do subsistema de administração de materiais. Executa internamente o controle das aquisições, fornecendo uma retroalimentação aos subsistemas de administração de materiais e de finanças.

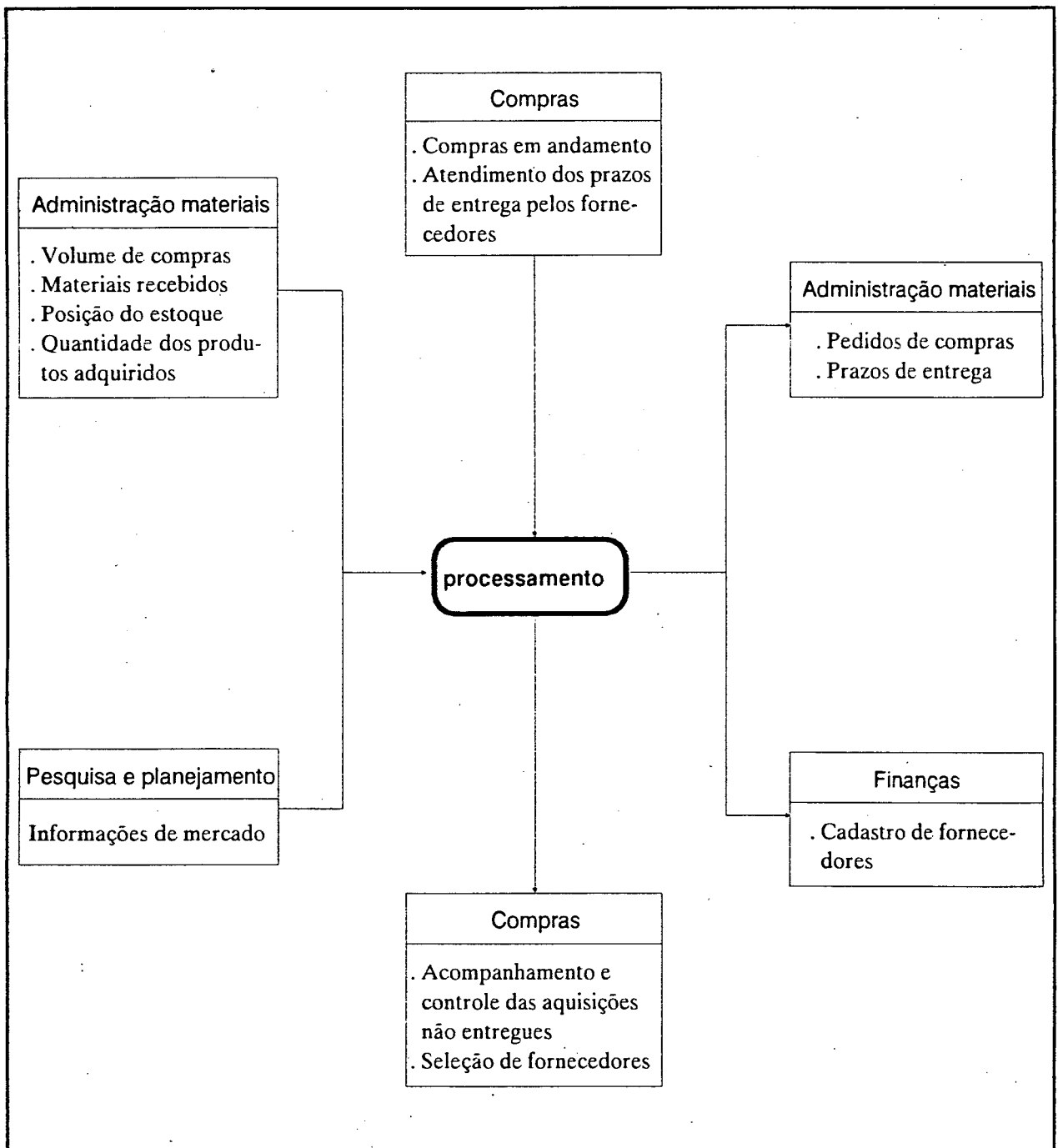


Figura 9 - Subsistema compras

O subsistema administração de materiais (Figura 10) gerencia tanto os materiais a serem utilizados, direta ou indiretamente nas atividades operacionais, como também os produtos acabados e sua expedição. Considerando que a principal função de uma empresa industrial é transformar matérias-primas em produtos acabados, as atividades deste subsistema se revestem de particular importância, fazendo com que ele interaja fortemente com a maioria dos demais subsistemas, recebendo e/ou fornecendo-lhes informações.

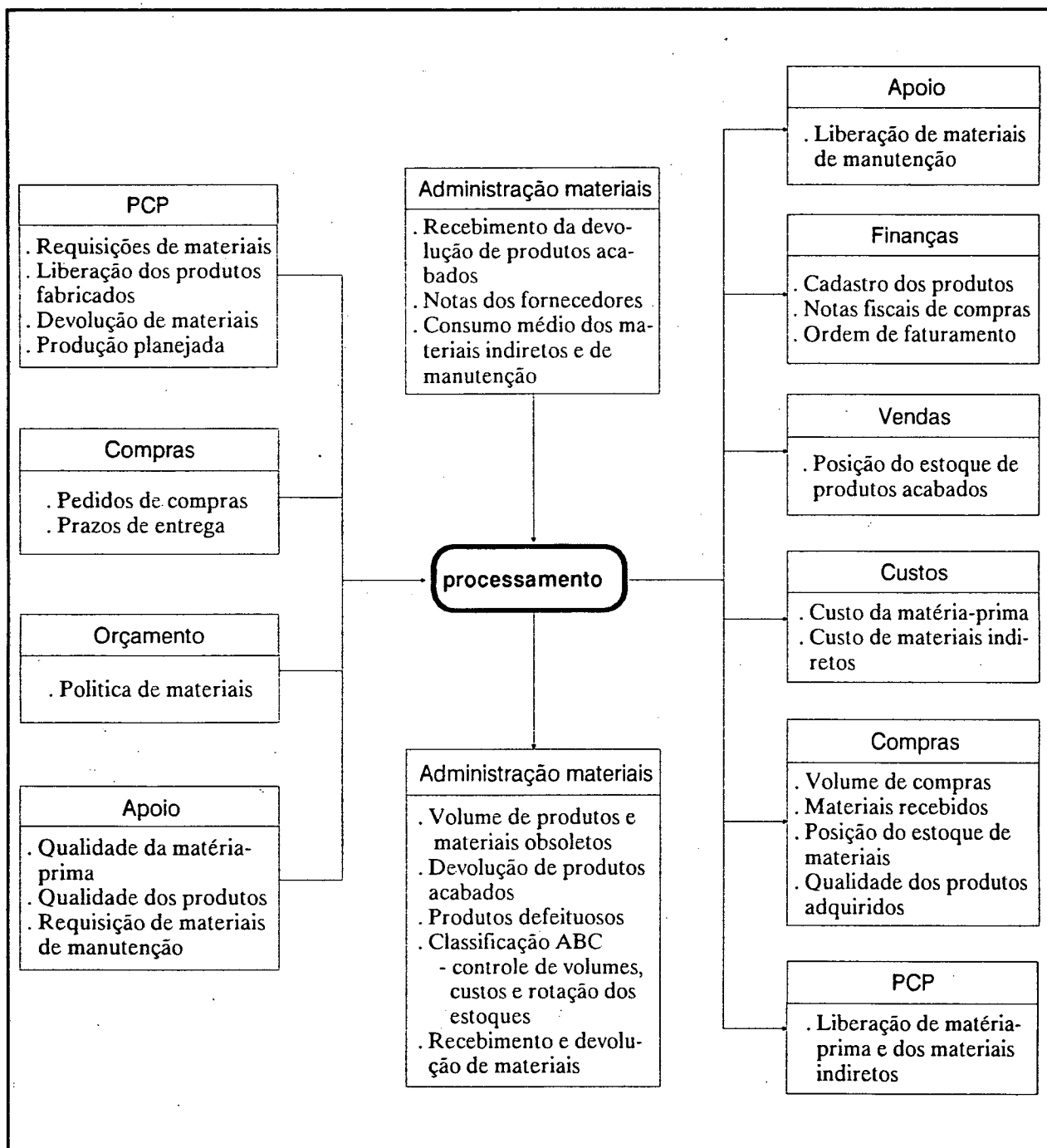


Figura 10 - Subsistema administração de materiais

O subsistema PCP (Figura 11) pode ser definido como o cérebro do setor produtivo, coordenando as atividades de planejamento, programação e controle da produção, através das informações geradas pelo próprio subsistema e pelos subsistemas pessoal, apoio, orçamento, administração de materiais e vendas. As saídas do PCP viabilizam a obtenção dos custos dos produtos, determinam a capacidade produtiva para vendas e fornecem informações para os subsistemas de apoio, materiais e pessoal, as quais são necessárias para administrar o processo produtivo.

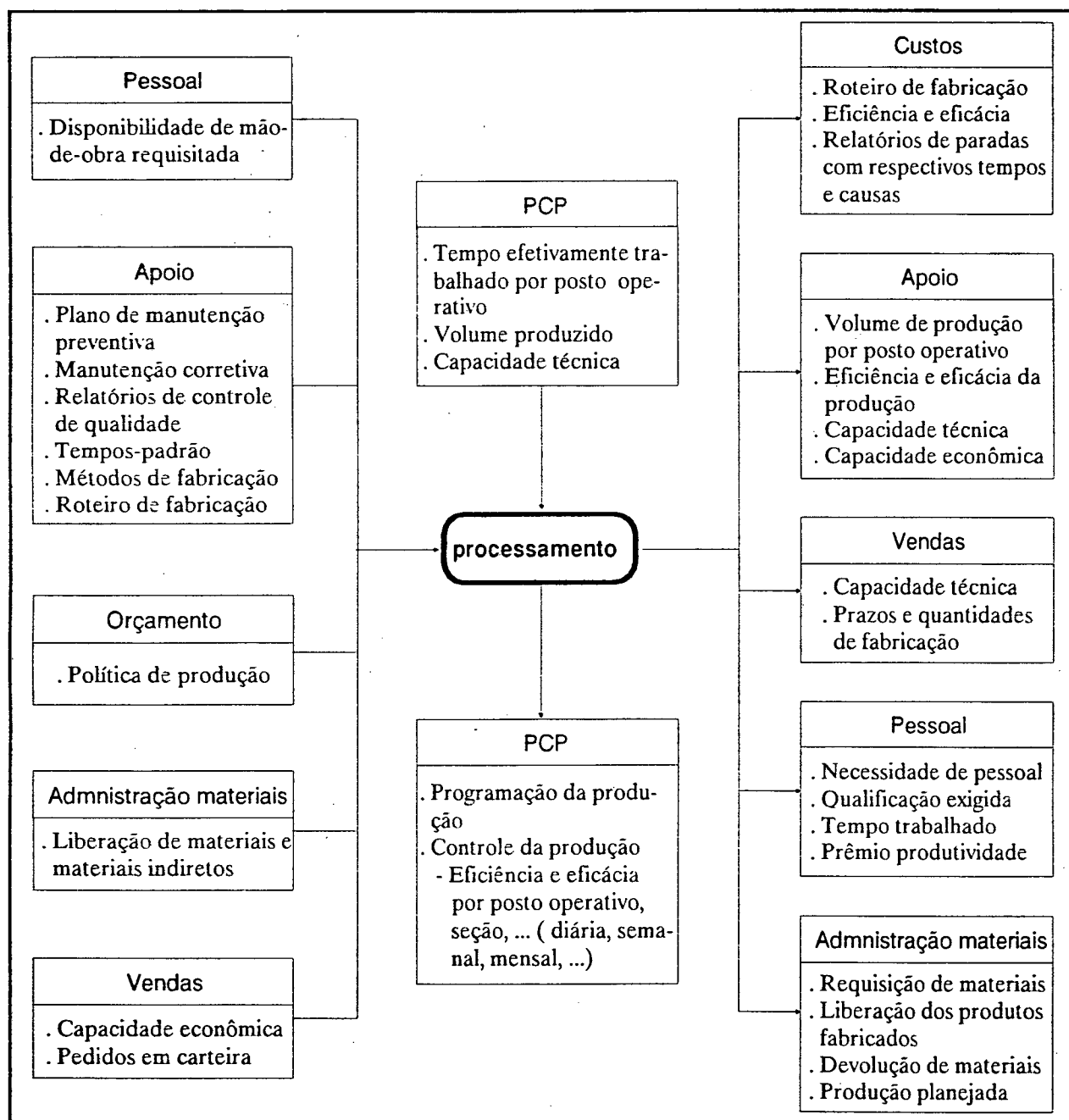


Figura 11 - Subsistema planejamento e controle da produção

O subsistema custos (Figura 12) tem como principal função determinar os custos dos produtos fabricados. Para tanto, necessita informações de todos os itens de custos, bem como das despesas de estrutura. Necessita ainda informações complementares que possibilitem alocar os custos diretos aos produtos, e gera no próprio subsistema os critérios de rateio para alocação dos custos indiretos de fabricação. Em função das informações de entrada, obtém-se a estrutura de custos, os custos dos produtos e as variações dos custos ao longo do tempo, entre outras saídas.

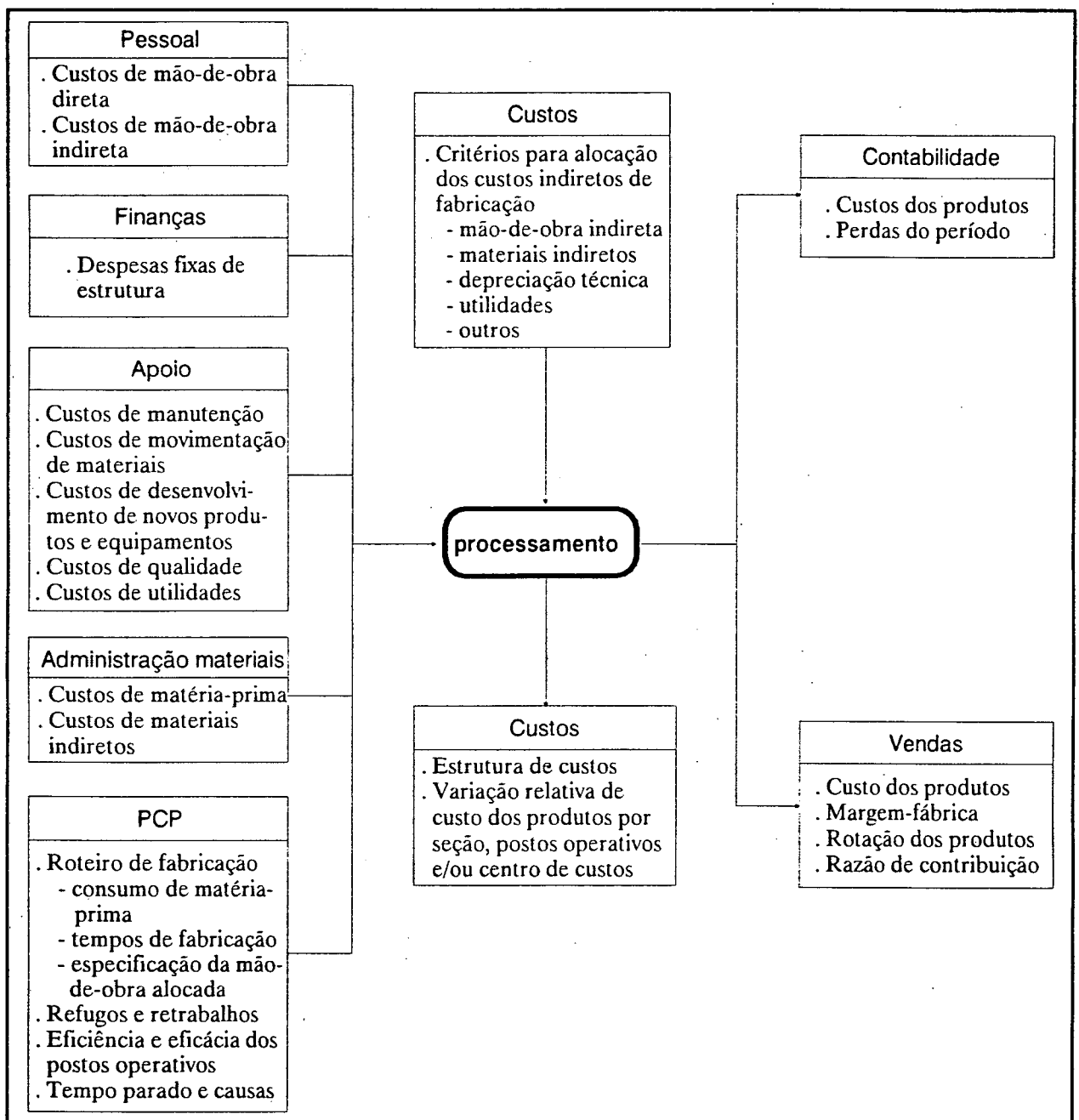


Figura 12 - Subsistema custos

O subsistema pessoal (Figura 13) é responsável pelos recursos humanos da empresa, e dentre suas funções está o recrutamento, seleção e treinamento da mão-de-obra, a confecção da folha de pagamento e o cálculo do custo da mão-de-obra. As entradas que possibilitam as saídas citadas provêm dos subsistemas orçamento, PCP, finanças, bem como do próprio subsistema pessoal.

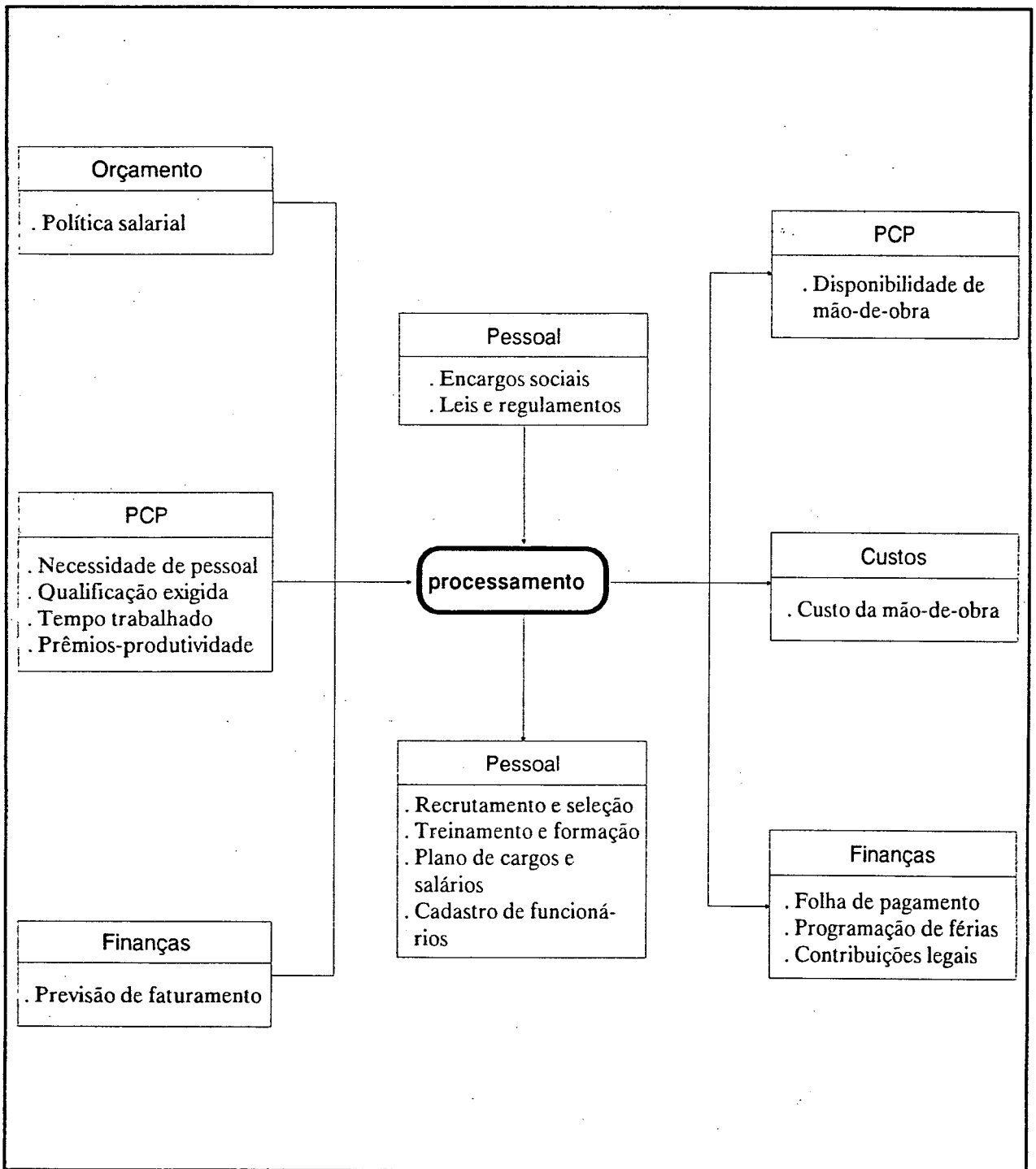


Figura 13 - Subsistema pessoal

O subsistema finanças (Figura 14) concentra todas as atividades monetárias: pagamento dos funcionários, pagamento de fornecedores, faturamento dos produtos vendidos, financiamentos, etc. Para executar suas atividades, além das informações geradas no próprio subsistema, o mesmo recebe informações dos subsistemas de compras, vendas, pessoal, orçamento e administração de materiais. O subsistema finanças repassa informações sobre faturamento, despesas de estrutura realizadas, além de outras informações úteis à contabilidade fiscal.

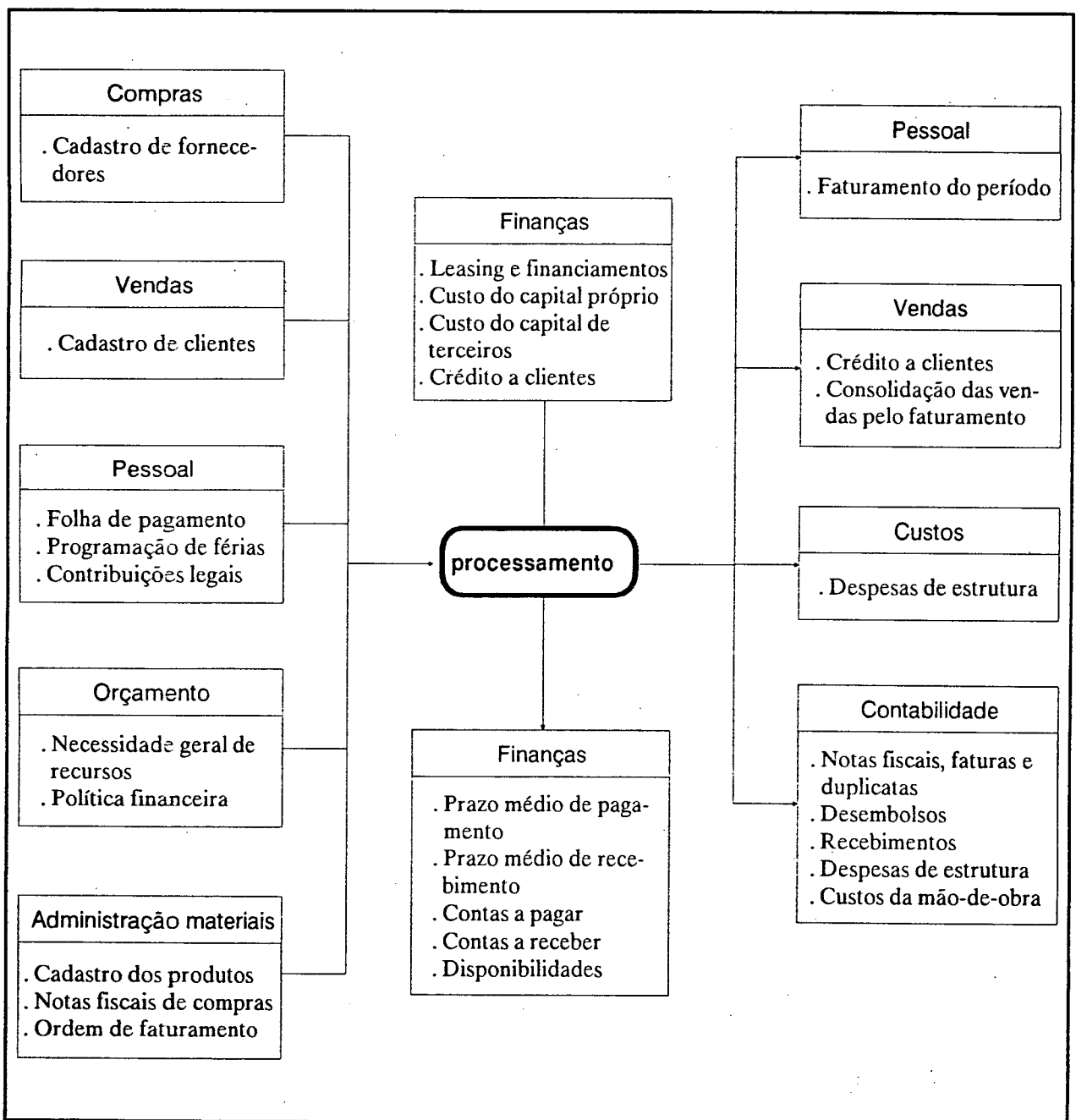


Figura 14 - Subsistema finanças

O subsistema contabilidade (Figura 15) tem por função quantificar e qualificar o funcionamento da empresa contabilmente, atendendo às exigências legais do fisco. Recebe informações de despesas, desembolsos e receitas, possibilitando a elaboração e envio à diretoria dos demonstrativos financeiros com as devidas análises, bem como de relatórios comparativos entre os valores orçados e aqueles efetivamente realizados.

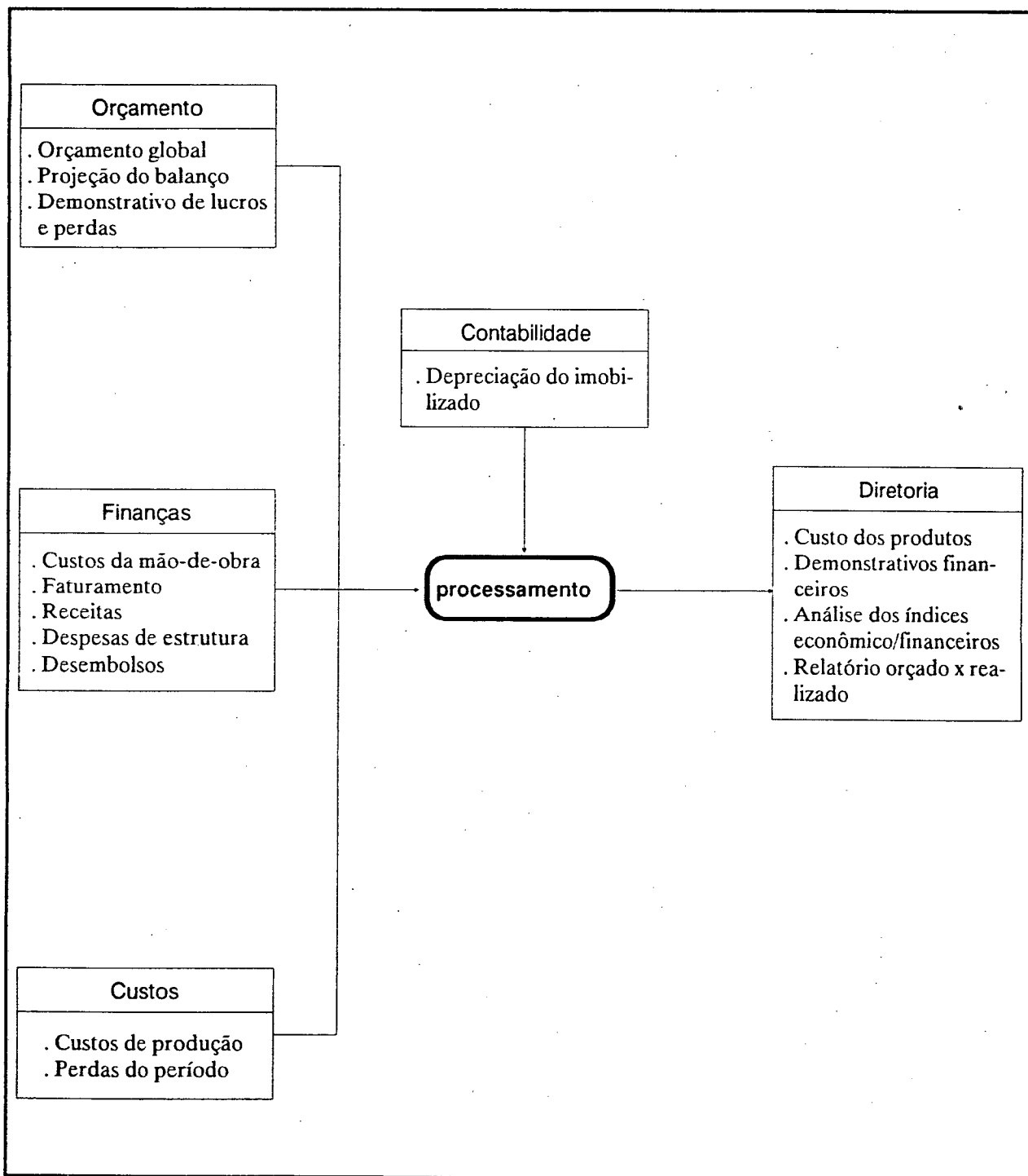


Figura 15 - Subsistema Contabilidade

2.5. Considerações finais sobre sistemas de informação

A atividade de planejamento das ações a serem realizadas é, em grande parte, responsável pelo sucesso do processo de implantação e operacionalização do sistema de gestão. O efetivo conhecimento das variáveis envolvidas no problema permite mapear as interrelações entre os vários subsistemas existentes e como consequência determinar-se suas importâncias relativas.

Nesse particular, a abordagem sistêmica se traduz num instrumento apropriado para representar a empresa sob o prisma gerencial. Permite, através da elaboração do fluxo de informações, particionar a organização em vários subsistemas e identificar a rede de informações representada por suas interrelações.

Outro aspecto importante da teoria de sistemas é a forma pela qual relaciona as atividades de planejamento com as atividades de regulação e controle. Ela permite, num processo dinâmico, comparar os objetivos traçados aos resultados obtidos, prevendo, caso necessário, a adoção de ações visando reconduzir o sistema ao estado de equilíbrio.

A abordagem sistêmica foi utilizada para determinação do fluxo de informações gerenciais para empresas industriais, sendo que o mesmo balizará a concepção e o desenvolvimento do sistema integrado de gestão da produção para PMIs, proposto neste trabalho.

Capítulo 3

Gestão da Produção das Pequenas e Médias Indústrias: a Busca de um Sistema Integrado

Desde os primórdios da humanidade, verifica-se a preocupação com o desenvolvimento e aplicação de técnicas de gestão com o intuito de acompanhar a evolução tecnológica dos processos produtivos do setor industrial. Essa evolução é marcada pela passagem da abordagem empírica e rudimentar à abordagem científica, com a utilização dos princípios filosóficos que vão desde o "just-in-case" até o "just-in-time".

Contudo, constata-se um viés, consolidado nas últimas décadas, no desenvolvimento de sistemas de gestão. Os esforços, majoritariamente, foram direcionados à grandes fábricas, marginalizando o processo gerencial a ser utilizado nas PMIs, as quais não obstante representam parcela significativa do segmento industrial.

Existe a necessidade premente de concentrar esforços no desenvolvimento de sistemas de gestão compatíveis com as necessidades operacionais das PMIs, adaptando-os às características das mesmas.

Na busca de um sistema integrado de gestão da produção para as PMIs é necessário analisar sua forma e conteúdo à luz de suas necessidades, além de delinear suas características no tocante aos processos de coleta e tratamento das informações necessárias à sua implementação, a fim de torná-lo operacional dentro do contexto sócio-econômico em que estão inseridas essas indústrias.

3.1. Características gerais das pequenas e médias indústrias

3.1.1. Análise histórica da evolução dos princípios que regulam a organização industrial

O desenvolvimento de técnicas e de novos processos produtivos, é fruto da adaptação à realidade conjuntural das várias fases da evolução econômica e social da humanidade.

As atividades humanas consistiam, no princípio, da exploração da natureza em busca de elementos necessários à subsistência. O advento da agricultura, primeira forma racional de utilização da natureza, substituiu a extração simples por uma técnica rudimentar, iniciando uma vida social essencialmente rural [Cantanhede, 1983]. A produção ficava limitada às necessidades de pequenos grupos, verticalizando-se para atingir a auto-suficiência.

Surgem, a partir do excedente de produção de algumas comunidades e da busca de um melhor padrão de vida, o mercantilismo e o artesanato. Entretanto, até meados do século XVIII, a economia essencialmente rural mantém as condições de vida sempre precárias e as organizações sociais evoluem lentamente [Cantanhede, 1983].

A partir da segunda metade do século XVIII ocorre um ponto de inflexão na curva representativa da evolução industrial com a invenção da máquina a vapor e as consequentes aplicações à indústria que dela se originaram. Nasce a Revolução Industrial e a sociedade passa por uma ruptura abrupta, saindo da fase artesanal e ingressando na industrialização.

O mundo, a partir da Revolução Industrial, experimenta uma evolução acentuada dos processos e métodos de fabricação, passando por sucessivas fases evolutivas frente às novas exigências da sociedade. Com o crescente aumento da população, principalmente nas áreas urbanas, ocorre uma explosão do consumo de bens, gerando a necessidade de uma produção em larga escala. Surgem, nesta fase e com o intuito de aumentar a produtividade, os princípios da divisão do trabalho e da racionalização do processo produtivo, ocorrendo ainda a transferência do esforço braçal ao esforço mecânico [Cantanhede, 1983].

Com o aumento da competição no setor industrial, o enfoque passa ser a qualidade e a redução dos preços dos bens produzidos, instigando o surgimento de uma nova fase de aperfeiçoamento dos processos de produção, com a transferência da habilidade e do pensamento da mão-de-obra para as máquinas. Surgem as máquinas semi-automáticas e automáticas, iniciando-se as produções em série e contínua [Cantanhede, 1983].

A criação do computador, em meados do século XX, revoluciona o processo de industrialização. Permite grandes aperfeiçoamentos e avanços tecnológicos, efetivando a automatização dos processos produtivos, gerando um novo ponto de inflexão na curva representativa da evolução industrial, com um gradiente muito mais acentuado do que aquele do trecho anterior.

A evolução industrial foi acompanhada, "pari passo", pela evolução dos sistemas de gestão. Em diferentes estágios de complexidade, até meados do século XX, os sistemas de gestão industrial buscavam soluções baseadas na lógica de um mercado onde a demanda esteve sempre maior que a oferta. Ou seja, os sistemas de gestão enfocavam a produção sob a ótica da empresa que desenvolve produtos e os oferece ao mercado. Essa abordagem de gestão é comumente denominada de "filosofia de produção tradicional", ou "Just-in-case" [Guimarães, 1990].

O aumento da competitividade industrial e o desenvolvimento de processos automatizados e flexíveis inverteu a lógica anteriormente definida. A oferta começou a igualar-se e até superar a demanda, exigindo maior diversificação dos produtos, alto nível de serviços aos clientes, maior qualidade e menor custo dos produtos fabricados. Os ciclos de vida dos produtos ficam cada vez mais curtos, impondo processos de fabricação flexíveis e a eliminação de atividades que não agregam valor aos produtos.

Esta nova expectativa imposta pelo mercado está provocando mudanças substanciais na forma de gerir os empreendimentos. Adaptando-se a essa nova realidade surgiu neste final de século a filosofia de produção denominada de "Just-in-time" [Guimarães, 1990].

O segmento industrial deve acompanhar a constante evolução tecnológica, a fim de oferecer novos produtos e serviços que atendam dinamicamente as necessidades do

mercado consumidor. Para acompanhar essas novas tecnologias de produção é necessário desenvolver e adaptar sistemas de gestão que consigam controlar as variáveis essenciais do processo produtivo.

A busca de soluções específicas para os vários segmentos homogêneos do parque fabril pode contribuir para simplificar essa tarefa, viabilizando o aumento da produtividade industrial e possibilitando, dessa forma, oferecer produtos de qualidade a um preço compatível.

3.1.2. Importância das pequenas e médias empresas no mercado

O papel que as pequenas e médias empresas (PMEs) assumem no contexto econômico é de fundamental importância, atuando como captadoras e catalisadoras das mudanças mercadológicas, não só nos países em desenvolvimento, como nos países desenvolvidos.

A formação e o desenvolvimento destas empresas proporciona oportunidades para a dinamização da economia, descentralizando o capital, criando novos empregos e regionalizando a produção industrial.

A flexibilidade das PMEs, aliada à sua natural predisposição para inovações, permite que elas sejam agentes de mudanças, ocasionando o aparecimento de novos serviços e produtos [Ferrari, 1983]. As PMEs possuem a capacidade de se adaptarem ágil e eficientemente aos vários contextos, respondendo com rapidez às flutuações do mercado, devido principalmente à simplicidade de suas estruturas produtiva e organizacional.

Como já foi dito, as pequenas e médias empresas, pelas próprias características de atenderem, em grande parte, demandas regionais, normalmente não justificam grandes instalações e proporcionam a descentralização dos setores industriais, desempenhando uma função de complementaridade relativamente aos grandes grupos empresariais. A coexistência "pacífica" com as grandes empresas é atribuída à ocupação, pelas PMEs, de nichos de mercado que não justificam economias de escala, contribuindo de forma

significativa para o desenvolvimento global da economia.

Além disso, a importância das PMEs no contexto econômico mundial é notória. Em países industrializados, como EUA, Alemanha, Japão, Inglaterra e outros, a presença das PMEs serve como importante fator de desenvolvimento industrial e absorção de mão-de-obra [Barros, 1978].

No Brasil, segundo a FIBGE, as PMEs em 1980, apesar de representarem somente 6,43% do número de estabelecimentos*, contribuíram com 43,24% dos empregos gerados, 58,19% do valor dos salários pagos e com 58,83% do valor da produção nacional.

Especificamente no setor industrial, as PMIs representam 18,92% do total de estabelecimentos**, geram 60,92% dos empregos, são responsáveis por 63,69% do montante de salários e geram 64,90% do valor de transformação industrial nacional.

Enfim, a própria existência das PMEs está respaldada, relativamente, na hipótese da complementaridade aos grandes conglomerados empresariais, na flexibilidade com que respondem às flutuações de mercado e na pré-disposição que possuem à inovações, tornando-se agentes de modernização tecnológica [Gonçalves, 1976].

3.1.3. Vantagens comparativas das pequenas e médias indústrias

O desenvolvimento de um parque de PMIs possui um elenco de vantagens que viabilizam um modelo econômico racional, possibilitando um desenvolvimento homogêneo, descentralizado e democratizado, melhorando as condições de vida da população.

As PMIs, devido às características de suas estruturas administrativa e produtiva, absorvem mais mão-de-obra e possuem uma maior produção por capital investido quando comparadas às indústrias de maior porte [Barros, 1978]. Como já foi dito, elas possuem

* Em uma análise global, deve-se considerar a potencialidade das microempresas, que representam 93,37% do total de estabelecimentos, em atingir o patamar de pequena empresa.

** As microempresas industriais (até 19 empregados) representam 80,58% do total de estabelecimentos e possuem um grande potencial de transformar-se em pequenas indústrias.

uma importante ação de complementaridade aos grandes grupos empresariais, atuando em nichos de mercado, regionalizando as atividades industriais, promovendo, desta forma, um desenvolvimento mais homogêneo do setor industrial no seu todo.

Além disso, a criação de novos pequenos e médios empreendimentos resulta no desenvolvimento de um empresariado brasileiro que se utiliza de técnicas e que propõe soluções melhor adaptadas às efetivas necessidades nacionais. Estas empresas promovem a criação de tecnologia e uma pauta diversificada de produtos a serem oferecidos aos mercados interno e externo [Batalha & Demori, 1990].

A flexibilidade na adaptação a novas condições de mercado transformam as PMIs em agentes catalisadores de mudanças, acelerando o processo de consolidação do conjunto da comunidade empresarial. Nesse sentido, a solidificação do parque industrial composto pelas PMIs gera, a nível macroeconômico, uma divisão e conseqüente redução do risco empresarial, possibilitando o atingimento de um sistema econômico mais estável [Batalha & Demori, 1990].

3.1.4. Principais problemas afetos às PMIs

Devido às características peculiares das PMIs, elas estão vulneráveis à crônica instabilidade da política econômica e à própria natureza do modelo de desenvolvimento do país. Aliado a estes parâmetros, os próprios métodos utilizados pelos administradores das PMIs contribuem para encorpar o volume de problemas que são característicos dessas empresas [Batalha & Demori, 1990].

A mentalidade empresarial e a falta de formação administrativa dos dirigentes apresenta-se como fator limitante ao equilíbrio e crescimento das PMIs nacionais. O excesso de centralização das decisões e a natural impossibilidade dos pequenos empresários administrarem a globalidade da empresa, acarretam o aparecimento e a evolução de um elenco de vícios e distorções de toda ordem [Barros, 1978].

Ademais, verifica-se que, comumente, decisões de capital importância para a empresa são tomadas com base apenas na intuição do empresário, não se utilizando para tanto

informações e dados estatísticos pertencentes ao acervo e experiência da própria empresa.

O processo de seleção da mão-de-obra, via de regra, não obedece a critérios técnicos. A dificuldade em contratar e manter pessoas especializadas é função da impossibilidade de manter-se uma estrutura de cargos e salários. Não raro, as PMIs atuam como formadoras de mão-de-obra especializada para empresas maiores.

A inadequação dos métodos de produção adotados e a ineficiência dos equipamentos industriais são, também, problemas observados nas pequenas e médias empresas.

Além disso, o desconhecimento de técnicas mais avançadas de trabalho, como estudo de tempos e movimentos, abordagem racional dos estrangulamentos físicos e da movimentação de materiais, contribui para a existência de um elevado grau de ociosidade, gerando também perdas substanciais dos materiais processados e, conseqüentemente, elevando os custos de produção [Barros, 1978].

A falta de um processo de planejamento e controle adaptado às características e necessidades das PMIs não permite uma distribuição racional do trabalho, inviabilizando ainda o controle de estoques, de qualidade e do processo produtivo.

Conclue-se, então, que a reduzida capacidade empresarial dos dirigentes das PMIs, aliada à falta de mecanismos de gestão adaptados às reais necessidades das mesmas, torna-os temerosos de adotar uma administração racional em suas empresas, pecando, sobretudo, pela excessiva centralização do poder, e daí comprometendo consideravelmente a dinâmica de funcionamento dessas empresas.

3.1.5. Considerações sobre a pequena e média indústria catarinense

O Estado de Santa Catarina, pelas próprias condições de colonização e pelas características delineadas em seu processo de consolidação da estrutura industrial é considerado, a nível nacional, o espaço físico ideal para criação e desenvolvimento de pequenas e médias indústrias.

Como já foi dito, o desenvolvimento do modelo de gestão a ser proposto será

pautado nas informações coletadas junto aos pequenos e médios industriais de Santa Catarina, que estão compiladas no livro "A pequena e média indústria em Santa Catarina" [Batalha & Demori, 1990]. Com o intuito de delinear o referencial utilizado na definição da composição do modelo a ser proposto, algumas considerações sobre as PMIs catarinenses estão sintetizadas a seguir.

A atividade industrial catarinense é relativamente antiga, sendo que o empresariado soube aproveitar as potencialidades de cada microrregião. Possivelmente devido às condições de colonização e à geografia do Estado, o início do processo industrial deu-se nas microrregiões próximas ao litoral: Colonial de Joinville; Colonial de Blumenau; Carbonífera; Colonial do Rio do Peixe; e Planalto de Canoinhas, formando núcleos de industrialização onde, na atualidade, concentra-se a maior parcela industrial do Estado [Batalha & Demori, 1990].

A pequena e média indústria em Santa Catarina representa uma parcela significativa do setor industrial. Em 1984, segundo dados da Secretaria da Fazenda do Estado de Santa Catarina, elas eram responsáveis por 16% do número de estabelecimentos, 30,7% do valor de transformação industrial e absorviam 43,7% da mão-de-obra industrial.

Atualmente, a economia catarinense, apesar de diversificada e de congregar inúmeros tipos de indústria, concentra-se em alguns setores industriais. Destacam-se em participação os setores do mobiliário (17,85%), madeira (16,89%), vestuário (11,90%), metalúrgico (11,57%) e alimentos (9,50%). Vale salientar, ainda, o aglutinamento de empresas que desenvolvem atividades semelhantes em determinadas microrregiões. A microrregião do Planalto de Canoinhas concentra 66,5 % do setor mobiliário. Os ramos metalúrgico, mecânico e vestuário representam 51,3% das PMIs da microrregião Colonial de Joinville. Na microrregião Colonial de Blumenau, os ramos madeireiro, têxtil e do vestuário são responsáveis por 39,8% do total de PMIs da região, sendo que destas 20% são indústrias do vestuário. Finalmente, na microrregião carbonífera 52,5% das PMIs estão ligadas aos setores do vestuário, alimentos e minerais não metálicos [Batalha & Demori, 1990].

Além dessas considerações de caráter quantitativo, Batalha & Demori [1990] teceram considerações qualitativas sobre as PMIs catarinenses, algumas das quais serão

apresentadas a seguir.

A presença das PMIs ajuda a explicar algumas características sócio-econômicas de Santa Catarina. A variada pauta industrial dos produtos gerados no Estado e a ausência de grandes metrópoles industriais que levam, quase sempre, ao surgimento de bolsões de miséria, são algumas destas características.

Além disso, houve a criação de um modelo industrial homogêneo e bem delineado por características regionais, em função do processo de formação e evolução das PMIs catarinenses. Esse processo foi baseado na estrutura familiar, sem a presença expressiva de multinacionais.

Apesar dessas virtudes, as PMIs catarinenses apresentam sérios problemas de organização interna. A excessiva informalidade na estrutura organizacional e a centralização das decisões geram problemas na gestão destes empreendimentos. A ausência de sistemas de custeio efetivos inibem a penetração no mercado pela ineficiência na determinação correta das margens de lucro. A falta generalizada de sistemas de planejamento e controle de produção, aliada a leiautes inadequados provoca, entre outras coisas, desperdício de capital de giro, atrasos na entrega de produtos, ociosidade e má distribuição da estrutura instalada.

Existe a necessidade premente de desenvolver, para as PMIs, processos de gestão adaptados às suas culturas e que auxiliem na administração de seus sistemas produtivos. É de singular importância, também, proporcionar às PMIs o acesso às modernas técnicas de gerenciamento da produção adaptadas às suas reais necessidades, as quais devem ser pautadas na simplicidade, agilidade e facilidade de implantação.

3.2. A lógica de administração das pequenas e médias indústrias

As tentativas de profissionalização e organização da gestão das pequenas e médias indústrias esbarram em dois problemas concretos: a mentalidade empresarial conservadora dos donos dessas empresas e a falta de sistemas adequados às características e ao porte das PMIs.

A mentalidade empresarial, fruto da falta de informação e formação dos dirigentes

das PMIs, é fator limitante ao crescimento e organização deste segmento industrial.

Além disso, o fato da maioria das PMIs possuir, no seu processo de criação, empreendedores, detentores do conhecimento técnico para a fabricação de um ou mais produtos, tende a fortalecer o setor produtivo em detrimento do setor administrativo. Os pequenos e médios industriais, em sua maioria, são essencialmente técnicos, não possuindo formação nas áreas financeira, mercadológica e administrativa. Como consequência, o processo de gestão é centralizado, informal e intuitivo.

A partir do crescimento dos empreendimentos, o volume e a diversidade de informações crescem proporcionalmente. A falta de um maior preparo dos dirigentes impede que estas informações sejam tratadas de forma sistematizada através de mecanismos de controle adequados implementados e que haja uma descentralização do processo de gestão. Desta forma, a ingerência ou a má gerência acarreta problemas de toda ordem, ocasionando crises cíclicas com altos e baixos nos resultados operacionais.

As reais necessidades de informações na gestão das indústrias estão diretamente associadas a sua estrutura e ao volume e diversificação dos produtos fabricados. As pequenas indústrias possuem normalmente estruturas administrativa e de produção pequenas, além de um pequeno volume de produção, necessitando de um sistema de informações enxuto e de fácil compreensão. A partir do crescimento das indústrias, os controles deverão ser mais detalhados, possibilitando a geração de um maior volume de informações para a tomada de decisões.

Enfim, a questão não está em qual o tamanho ideal para organizar-se formalmente a gestão industrial, mas sim na forma como será feita esta organização. Micros, pequenas, médias e grandes indústrias devem possuir sistemas de planejamento e controle de suas ações, os quais devem ser compatíveis com o volume de produção e suas estruturas administrativa e de produção.

3.3. Sistema integrado de gestão da produção proposto

A organização do setor produtivo através da utilização de técnicas adaptadas ao

porte das indústrias é requisito fundamental ao efetivo gerenciamento do empreendimento. A coleta e tratamento de dados, relativos às variáveis essenciais a serem controladas, possibilita o planejamento e a tomada de decisões respaldadas em argumentos concretos, abandonando-se, desta forma, o empirismo frequentemente utilizado nesses processos.

A construção de um modelo de gestão da produção para PMIs deve considerar, então, as necessidades básicas de informações, a estrutura fabril e administrativa e o grau de adaptabilidade às reais condições técnicas de implantação e operacionalização.

3.3.1. Objetivo do sistema de gestão da produção integrado proposto

Fazendo uma análise conjuntural verifica-se, grosso modo, que muitas das pequenas e médias indústrias têm condições de dar um salto, tanto quantitativo quanto qualitativo, na direção do enriquecimento de suas atividades. Para tanto, não são necessários somente a operosidade dos empresários e o seu senso de oportunidade mercadológica. É imprescindível que as indústrias estejam municiadas com instrumental básico de técnicas que permitam uma gestão ágil e eficiente, além de condizente com suas disponibilidades financeiras e de pessoal [Batalha & Demori, 1990].

O sistema desenvolvido tem por objetivo prover as PMIs de um conjunto de técnicas de gestão da produção adaptadas ao seu contexto estrutural técnico-administrativo. O modelo deverá permitir, desta forma, o sistemático gerenciamento de seu sistema produtivo, gerando informações e subsídios para tomada de decisões pautadas na ótica da administração científica.

3.3.2. Abrangência do sistema proposto

O modelo integrado proposto neste trabalho abrange particularmente os subsistemas de custeio da produção, administração de materiais e planejamento e controle da produção. Estes três subsistemas constituem o centro da gestão do setor produtivo, e suas implantações e operacionalizações são estratégicas para o efetivo conhecimento da evolução dos indicadores industriais.

A implantação destes subsistemas obrigará as PMIs a criarem uma estrutura formal de administração da produção, organizando outros subsistemas periféricos na medida que informações venham a ser necessárias. A opção pela criação de um modelo integrado de gestão da produção baseado nos três subsistemas mencionados acima está respaldada na pesquisa realizada recentemente por Batalha & Demori [1990]. O resultado da pesquisa realizada por esses autores constata que, em média, 51,5% das PMIs que responderam ao questionário possuem dificuldades operacionais no setor de produção, seguido pelo setor de Recursos Humanos, com 39%, e pelo setor financeiro, com 35,7%.

Em busca de um detalhamento das necessidades organizacionais do setor de produção, Batalha & Demori [1990] questionaram o pequeno e médio industrial sobre quais as atividades que consideram prioritárias para o processo de organização interna do setor produtivo.

As respostas diferiram de setor para setor, mas o planejamento e controle da produção e os sistemas de custeio são, indiscutivelmente, considerados prioritários pelas PMIs. Em média, 71,6% das PMIs elegeram o planejamento e controle de produção como atividade prioritária de organização. Melhores ou mais efetivos sistemas de custeio representam 54,2% dos anseios de organização das PMIs.

A organização de outras atividades, em menor grau, também é considerada necessária, tais como controle de qualidade (42,4%), planejamento industrial (24,8%), administração de materiais (23,3%) e padronização dos processos de fabricação (21,4%).

A opção do sistema proposto pela operacionalização das atividades de planejamento e controle da produção e custos industriais reflete as duas principais necessidades organizacionais detectadas pela pesquisa. Já, a atividade de administração de materiais foi incorporada ao sistema pela forte interdependência desta com relação as duas primeiras. Não é possível operacionalizar as atividades de custeio industrial e planejamento e controle da produção sem a efetiva gestão do processo de controle e movimentação dos materiais necessários à fabricação dos produtos.

A Figura 16 mostra as entradas e saídas do sistema proposto, as quais serão detalhadas nos capítulos 4 e 5 desse trabalho.

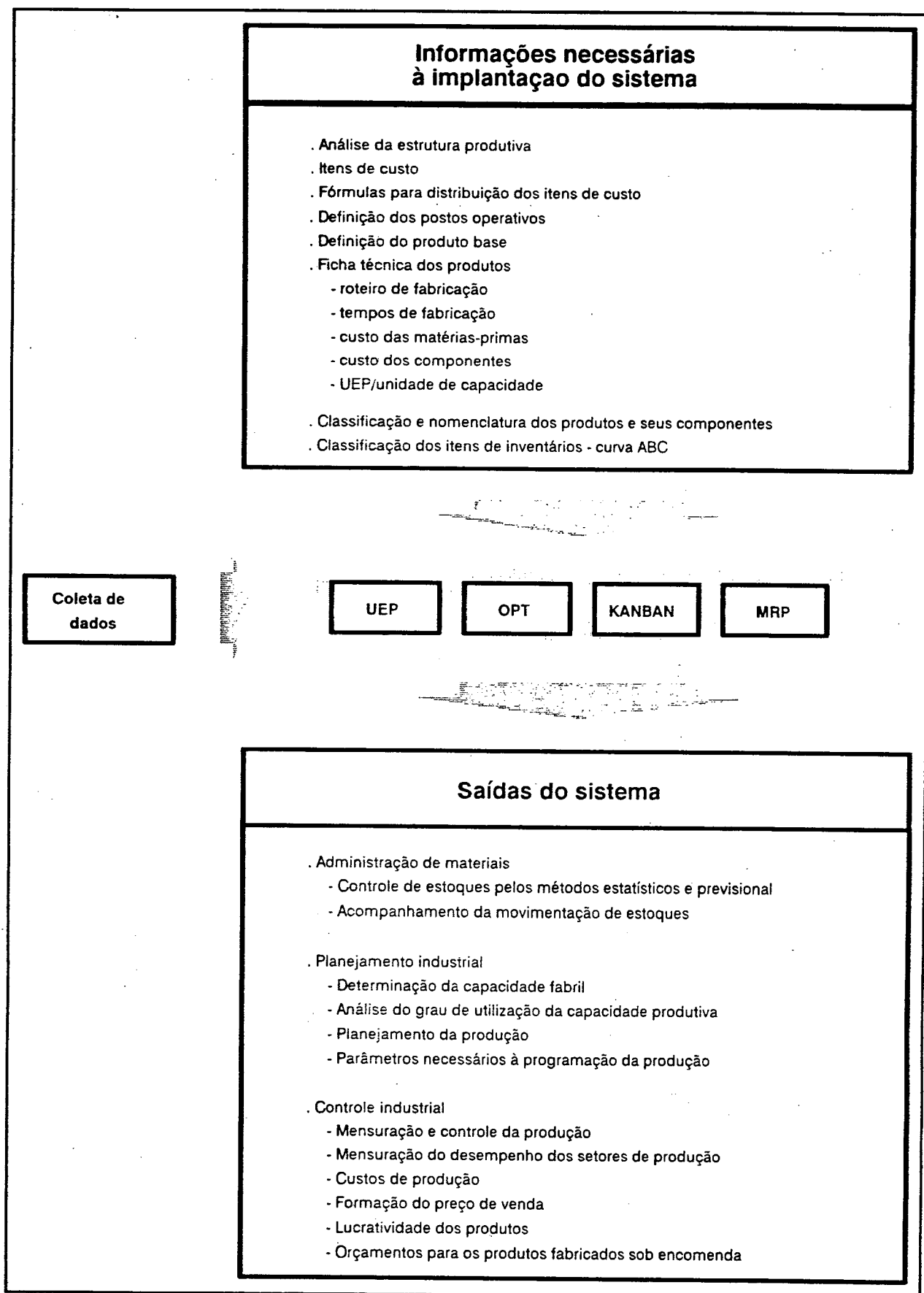


Figura 16 - Arquitetura do sistema proposto para PMIs

3.3.3. Características gerais do sistema proposto

Este trabalho objetiva desenvolver um sistema integrado de gestão da produção, genérico e flexível, o qual deverá possuir algumas características básicas, a saber:

- Capacidade de absorção das informações que possibilite flexibilidade na definição da precisão atribuída ao sistema a ser implantado;
- Simplicidade na definição das informações necessárias, bem como de seu grau de detalhamento;
- Particionamento do conjunto de informações em unidades homogêneas e independentes, simplificando o processo de coleta das mesmas;
- Estruturação do sistema prevendo níveis de detalhamento dos itens especificados, visando facilitar a sua implantação;
- Alta adaptabilidade ao contexto dinâmico imposto pelo meio-ambiente; e
- Elevado grau de aprendizagem através de acúmulo das informações, obtidas a cada implantação, em biblioteca de dados.

3.4. Aspectos gerais da implantação e operacionalização do sistema proposto

Devido às características peculiares das PMIs, o modelo de gestão proposto apresenta um alto grau de simplicidade e funcionalidade. O volume e o grau de detalhamento das informações contempladas no sistema devem ser adequados às necessidades definidas pelas características das empresas.

Na medida em que se busca um modelo simplificado em sua execução, torna-se necessário garantir sua consistência, construindo-o com uma base de informações que reflita a estrutura produtiva da organização. Contudo, o grau de detalhamento e o volume de informações necessárias podem inviabilizar a simplicidade do processo de implantação, necessitando, para tanto, de um apoio externo.

Finalmente, é mister que a operacionalização do modelo proposto seja simples,

possibilitando seu gerenciamento com a utilização dos poucos recursos humanos e financeiros existentes nas PMIs.

3.5. Técnicas de gestão da produção e de materiais utilizadas no sistema proposto.

As duas grandes linhas filosóficas que regem os atuais sistemas de administração da produção e dos materiais, quais sejam, a filosofia just-in-case (tradicional) e a filosofia just-in-time (justo-a-tempo) não são mutuamente exclusivas, podendo coexistir nas várias áreas de uma mesma empresa. Isto porque, entre outras razões, suas aplicações devem considerar eventuais limitações de capacidade produtiva, a natureza dos processos produtivos, a tecnologia utilizada, o "mix" de produção e a natureza da demanda [Antunes JR., et. al., 1989].

Utilizando uma simbologia gráfica, pode-se situar as duas correntes filosóficas em extremos opostos de uma linha contínua, definindo-as como filosofias puras. Os seus conceitos são operacionalizados pela aplicação de técnicas que estão dispostas entre esses extremos, em função da maior ou menor adequabilidade da empresa aos princípios das mesmas.

As diversas técnicas que operacionalizam as filosofias de gestão, delineadas acima, podem ser classificadas em dois grupos: técnicas de gestão que procuram controlar todas as variáveis essenciais do complexo sistema produtivo, e técnicas de gestão que induzem a diminuição da variabilidade do sistema físico de produção reduzindo, desta forma, a variedade de estados a serem controlados.

A operacionalização de técnicas que buscam o controle de todos os estados assumidos pelo sistema de produção é irreal e improdutiva, devido à diversidade de possibilidades que caracteriza os sistemas complexos (ver seção 2.3.2.).

Sabendo-se que a eficiência do sistema de gestão só será alcançada na medida em que o mesmo puder controlar todas as variáveis essenciais do sistema de produção a ser

gerenciado, e considerando a complexidade do mesmo, é necessário, num primeiro esforço, racionalizar e simplificar o modelo conceitual do sistema de produção e utilizar, posteriormente, técnicas compatíveis com essas adaptações realizadas, buscando um equilíbrio dinâmico através do controle dos componentes essenciais, deixando os demais evoluírem segundo a lógica interna do sistema.

A aplicação sinérgica de técnicas que operacionalizam os princípios filosóficos de administração da produção e dos materiais busca encontrar uma solução otimizada. Devido às características e os objetivos delineados para o sistema a ser proposto, buscar-se-á a utilização de técnicas simples e integradas, procurando combinar convenientemente técnicas do tipo MRP, OPT, UEP e Kanban, buscando simplificar, simultaneamente, o modelo conceitual do processo produtivo e seu processo de implantação e operacionalização.

3.5.1. Adaptabilidade das técnicas de gestão às necessidades das pequenas e médias indústrias

A bibliografia disponível sobre técnicas de gestão aplica-se, na maioria dos casos, a grandes indústrias, devido à complexidade e ao grau de detalhamento contidos nessas técnicas.

Os grandes empreendimentos normalmente possuem recursos técnicos, humanos e financeiros para implementarem em suas plantas industriais as técnicas compiladas na bibliografia, o mesmo não ocorrendo com as PMIs. A complexidade dos sistemas, não adaptados às características operacionais das PMIs, aliados ao baixo nível de formação do "staff" gerencial e ao alto custo operacional para contratação de especialistas, tendem a inviabilizar a aplicação destas técnicas.

Existe, então, a necessidade de adaptar-se as técnicas de gestão da produção às características e necessidades das PMIs, permitindo, desta forma, a utilização de modelos gerenciais adequados ao ambiente gerencial próprio das mesmas.

Guimarães [1990] discute a questão da adaptabilidade das técnicas integradas de

gestão às PMIs, analisando particularmente as técnicas MRP, MRPII, OPT, Kanban e UEP, e comparando-as com as necessidades das PMIs diagnosticadas por Batalha & Demori [1990].

De acordo com ele, as técnicas de gestão estudadas são adaptáveis às PMIs segundo suas lógicas conceituais. A lógica de administração de materiais, a lógica do gerenciamento dos gargalos de produção, a lógica da unificação da produção, a lógica da programação feita no chão-de-fábrica em função das necessidades do mercado, são características necessárias a qualquer modelo de gestão que se proponha a dar subsídios a uma administração pautada em princípios científicos.

A seguir, far-se-á uma breve descrição das principais características operacionais das técnicas citadas e analisadas por Guimarães [1990].

3.5.2. Apresentação genérica das técnicas de gestão da produção e dos materiais do sistema proposto

a. Método da Unidade de Esforço de Produção (UEP)

O método da UEP, originalmente idealizado por Perrin [1962], baseia-se na unificação da produção, utilizando para isso a noção abstrata de dispêndio de energia no tempo (trabalho) para quantificar a transformação de matérias-primas em produtos acabados. O trabalho, elemento comum a todas atividades desenvolvidas no processo de transformação industrial, serve de elemento homogeneizador das multiplicidades de operações e atividades realizadas na fábrica. Sua utilização permite a determinação dos custos industriais, servindo também para viabilizar as ações de planejamento e controle da produção.

A concepção do método da UEP fundamenta-se em três princípios básicos: princípio do valor agregado, princípio das relações constantes e princípio das estratificações, que impingem características diferenciais de outros métodos e solidificam sua base de sustentação teórica, comprovada analiticamente por Bornia [1988].

Partindo do pressuposto de que as matérias-primas participam como elementos passivos, o método da UEP utiliza-se da idéia de que a agregação de valor dentro do processo industrial é função do trabalho realizado sobre as mesmas na sua transformação em produtos acabados.

Os esforços de produção, quais sejam o esforço do material, o esforço do capital e o esforço da mão-de-obra possuem, na essência, a mesma natureza. Sua aplicação aos produtos ou serviços de uma empresa dá-se sob diferentes formas e em diferentes intensidades no processo de manufatura, devido às características técnico-econômicas das diversas seções produtoras da fábrica (postos operativos).

O método da UEP afirma que as relações entre as diferentes intensidades de trabalho das operações elementares* permanecem constantes no tempo. Não havendo mudanças tecnológicas na fábrica, é possível relativizar os potenciais produtivos dos postos operativos e garantir que estas relações manter-se-ão constantes ao longo do tempo.

A operacionalização da medição e conseqüente relativização dos esforços de produção dos potenciais dos vários postos operativos** é feita utilizando a noção material de custos técnicos. Assim, na prática, o valor do esforço de produção corresponde ao custo técnico das atividades.

Para a determinação dos custos das atividades, o método da UEP utiliza o princípio das estratificações. De acordo com esse princípio, quanto maior for a alocação de itens de custos imputáveis diretamente ao produto, maior será a precisão obtida.

A aplicação do método da UEP homogeneiza a produção transformando empresas multiprodutoras em empresas monoprodutoras e simplifica o processo de gestão industrial possibilitando, desta forma, o planejamento e controle da fábrica de forma ágil e fácil,

* operação elementar de trabalho, segundo Perrin [1962], consiste na operação com condições definidas de forma precisa, permitindo sua reprodução com a mesma base de dados, obtendo-se o mesmo resultado.

** Potencial produtivo - Capacidade de um posto operativo de gerar trabalho, através dos vários esforços de produção empregados na transformação de matérias-primas em produtos acabados.

assim como a determinação dos custos dos produtos fabricados.

b. O método do planejamento das necessidades de materiais - MRP

O MRP (Materials Requirements Planning) é uma técnica que permite coordenar o consumo e obtenção dos materiais necessários no processo de manufatura, para que se cumpram os programas de entregas dos produtos com um mínimo de estoques [Guimarães, 1990]. A técnica MRP permite uma abordagem da gestão de materiais sob a ótica previsional, considerando a demanda dos vários componentes como sendo dependente dos produtos finais fabricados.

O advento do computador exerceu papel relevante para a utilização do MRP. A partir da década de 60, com a proliferação da informática, foram desenvolvidos, principalmente nos USA, vários sistemas computacionais imbuídos da lógica MRP.

O uso do MRP implica numa extensa base de informações que inclui, a princípio:

- Informações sobre todos os itens de estoque de matérias-primas e materiais auxiliares utilizados no processo de fabricação.
- Informações sobre as estruturas dos produtos fabricados, especificando os itens componentes e suas respectivas quantidades.
- A posição atualizada dos itens em estoques, contendo tanto as quantidades quanto disponibilidades.
- Tempos de ressuprimento dos itens necessários à fabricação dos produtos.

O MRP permite, fazendo uso de ferramentas capazes de tratar o volume de dados que representam as informações acima, aumentar a coordenação entre o consumo e a obtenção dos itens, restringindo, assim, a formação de estoques de caráter antecipatório [Guimarães, 1990].

A partir da demanda futura de produtos acabados, o MRP sugere a emissão de ordens de produção e de compras, respondendo, então, às questões relativas a "o que",

"quanto" e "quando" produzir ou comprar, de modo a atender às necessidades de materiais em quantidades e prazos [Guimarães, 1990].

A adequação do fluxo de insumos ao processo operacional da organização através de um planejamento das necessidades de materiais que empregue técnicas previsionais do tipo MRP, contribui para o aumento da eficácia no processo de gestão industrial, minimizando a formação de estoques de matérias-primas, produtos acabados e materiais obsoletos e diminuindo, desta forma, atividades que não agregam valor aos produtos.

c. O método da tecnologia da produção otimizada - OPT

O OPT foi desenvolvido pelo físico israelense Eliyahu M. Goldratt, estando fundamentado em conceitos de programação linear e permitindo a simulação de ambientes fabris.

Os preceitos do OPT são o aumento da taxa na qual o sistema gera dinheiro através das vendas (*throughput*), a minimização das necessidades de inventários e a redução das despesas operacionais, visando o aumento do lucro líquido, a maior rentabilidade dos investimentos e um incremento no fluxo de caixa da organização.

A diferenciação do OPT relativamente aos demais métodos de gestão da produção é que ele reconhece que são os gargalos produtivos que fornecem o ritmo das atividades fabris, a partir do que concentra seus esforços na identificação e administração desses gargalos.

A implementação do OPT fundamenta-se em nove regras fundamentais (mandamentos) e um lema, definidos por Goldratt [1989] e apresentados abaixo:

- Balancear o fluxo, não a capacidade;
- As restrições do sistema determinam o nível de utilização dos recursos não críticos;
- Ativar-se um recurso não é sinônimo de utilizar-se eficazmente o mesmo;

- Uma hora perdida em um gargalo de produção é uma hora perdida no sistema como um todo;
- Uma hora economizada em uma operação não-gargalo é uma miragem;
- Os gargalos determinam o volume total de produção e também o inventário;
- O lote de transferência não deve, e muitas vezes não pode, sempre ser igual ao lote de processamento;
- O tamanho dos lotes de processo devem ser variáveis e não fixos;
- Obter um programa examinando todas as restrições simultaneamente e não sequencialmente.

Lema: A soma dos ótimos locais não é igual ao ótimo global do sistema.

A dinâmica de funcionamento das empresas industriais, caracterizada pelas constantes flutuações do "mix" e do volume dos produtos fabricados, com uma conseqüente variação na utilização dos recursos de produção, exigem mecanismos que possibilitem a determinação e o eficiente gerenciamento dos gargalos produtivos, de forma a atingir a otimização do processo fabril. O OPT apresenta-se como uma boa alternativa para gerenciar esse processo.

d. O método Kanban

O método Kanban, idealizado em meados da década de 50 por Taichi Ohno, constitui-se basicamente numa técnica de programação e controle da produção, operacionalizada através da movimentação de cartões ou de outro mecanismo do tipo visual.

Desenvolvido, originariamente, para operacionalizar os princípios do JIT, no que se refere à programação e controle da produção, o método Kanban trabalha sobre a lógica de "puxar" a produção a partir das necessidades do mercado.

O Kanban é um instrumento eminentemente operacional, pouco interferindo nas atividades de planejamento da empresa. Suas características permitem a descentralização

do poder e responsabilidades do controle da produção, transferindo-os aos supervisores da fábrica e aos operários das linhas de produção [Guimarães, 1990].

A utilização do Kanban, dentro da lógica de reduzir, ao máximo, os desperdícios no processo de manufatura, permite a regulação do fluxo de produção, desencadeando o processo de fabricação em fluxo inverso (da montagem até a matéria-prima) no momento que se configuram as necessidades de produtos, subconjuntos, peças, e tudo isso nas quantidades requeridas. Assim, permite um controle visual ao longo das etapas de fabricação, reduz o fluxo e o volume de materiais em fabricação, conseguindo identificar irregularidades no processo e apontando correções imediatas.

Em sua operacionalização, o método Kanban utiliza, basicamente, dois tipos de cartões: o cartão de movimentação e o cartão de produção. Os Kanbans de movimentação circulam entre as estações de trabalho, juntamente com as peças a serem fabricadas, executando um serviço de processamento de informações. Já os Kanbans de produção são utilizados apenas nos centros de produção onde as peças são fabricadas, autorizando a produção de forma a repor o que foi retirado, constituindo-se então, num dispositivo de controle da produção.

A simplicidade, o auto-controle, o baixo custo de implantação e operação, além da obtenção de um ambiente transparente na visualização do fluxo e dos níveis de inventário do processo produtivo, fazem do Kanban um instrumento de alto grau de utilização potencial nas pequenas e médias indústrias.

3.6. Considerações sobre as características definidas para o sistema proposto

As características definidas para o sistema integrado de gestão da produção permitem a racionalização dos esforços despendidos na coleta e tratamento das informações necessárias à sua implantação, além de contribuir para o aumento da confiabilidade dos resultados obtidos advindos de sua operacionalização. Tais fatores são função do processo de consolidação das informações, realizado através de bases homogêneas e únicas para

cada categoria de informação.

Na sequência do trabalho apresenta-se o sistema integrado de gestão da produção proposto, baseado nas características definidas nesse capítulo. Será apresentado um conjunto de fluxogramas detalhando-se suas utilizações, os processos de cálculo e as interrelações das informações essenciais necessárias ao efetivo funcionamento do sistema. Nesse processo far-se-á uso das técnicas e/ou lógicas inerentes às técnicas integradas apresentadas na seção 3.5.2. desse capítulo.

Capítulo 4

Sistema Integrado de Gestão da Produção para Pequenas e Médias Indústrias

A compatibilidade do sistema de gestão com as características da estrutura produtiva da empresa determinará sua eficácia enquanto instrumento capaz de dar respostas, em tempo real, para a tomada de decisões a nível de planejamento e controle do empreendimento.

O processo de implantação do sistema de gestão da produção é, em grande parte, responsável pelo sucesso de sua efetiva operacionalização e pela confiabilidade dos resultados obtidos pela mesma. Por isso, esse processo deve ser metodologicamente planejado através da definição das informações essenciais necessárias à sua efetivação, assim como dos mecanismos utilizados para a coleta e tratamento dessas informações.

O processo de implantação do sistema integrado de gestão da produção para as pequenas e médias indústrias procura adaptar as técnicas disponíveis na literatura às necessidades das indústrias em questão, agrupando as informações necessárias em conjuntos homogêneos e facilitando, dessa forma, a sua coleta.

A consolidação da implantação do sistema é feita através do agrupamento sistemático e racional dos dados coletados, utilizando-se, para tanto, de mecanismos que possibilitem o domínio sobre a evolução a que estão sujeitos os sistemas empresariais, tais como a capacidade de aprendizagem, a adaptabilidade e a simplicidade.

4.1. Processo de implantação do modelo integrado de gestão da produção para pequenas e médias indústrias

O processo de obtenção das informações, necessárias à implantação do sistema proposto, foi definido de modo a se ter uma implantação agil, bem como, facilitar as possíveis revisões a serem feitas.

O sistema permite o acúmulo de informações através da utilização de bibliotecas de dados dos itens de custos, fórmulas de distribuição dos custos e fichas técnicas criando, dessa forma, mecanismos que estimulam a capacidade de aprendizagem através da utilização de dados históricos.

A arquitetura desenvolvida para o sistema, nos diversos processos de coleta das informações necessárias à sua implantação, confere-lhe alta flexibilidade. O sistema adapta-se a vários segmentos industriais a partir da definição das características específicas de cada setor. A adaptabilidade do sistema contempla, ainda, reavaliações internas a partir de modificações impostas pelo meio-ambiente como, por exemplo, mudanças tecnológicas.

O sistema proposto utiliza em seu bojo o método da Unidade de Esforço de Produção que unifica conceitualmente o processo produtivo e diminui sensivelmente o conjunto de variáveis a serem controladas no setor de produção, simplificando, em consequência o processo de operacionalização do sistema de gestão.

Balizado pelas características acima descritas, o processo de obtenção das informações necessárias à implantação do sistema incia-se com a definição dos itens de custos do setor de produção e de suas fórmulas para distribuição. Paralelamente, deve-se definir os roteiros de fabricação e os tempos-padrão dos produtos fabricados.

Posteriormente, o sistema calcula os itens de custos expressos em valor monetários por unidade de capacidade a partir da coleta de dados referenciados a uma data-base.

As informações anteriormente coletadas e seus desmembramentos, além do

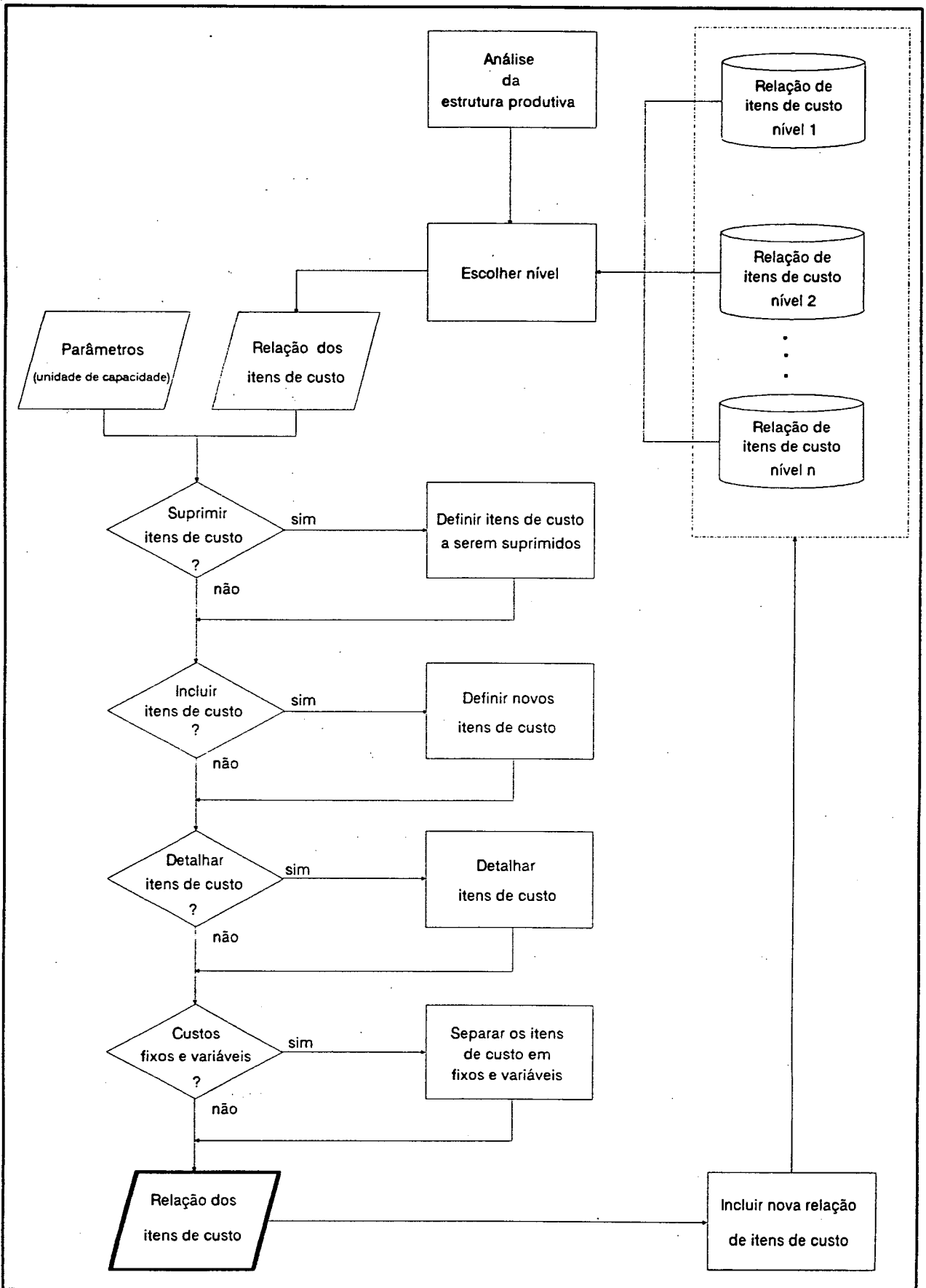


Figura 17 - Banco de dados de itens de custo do setor produtivo

Buscando-se a sistematização e racionalização do processo de coleta e utilização dos itens de custo relativos aos vários segmentos industriais, o sistema utiliza a idéia de bibliotecas de dados, possibilitando a organização dessas informações através da definição de várias combinações de itens de custo com diferentes graus de detalhamento. A biblioteca de itens de custo, num primeiro instante, conterà informações pré-definidas baseadas em coletas "in-loco" nos vários setores industriais e, posteriormente, a estrutura da biblioteca de dados dará suporte às adaptações a serem realizadas na implantação do sistema às indústrias.

O processo de definição da estrutura dos itens de custo iniciar-se-á com a seleção de uma relação de itens que melhor se adaptem ao ramo de atividade e à estrutura produtiva da empresa a ser analisada.

A partir da relação de itens de custo selecionada e da definição dos seus parâmetros, desencadeia-se o processo de ajustes: supressão de itens de custo não contemplados pela estrutura de produção; inclusão de itens de custo ausentes da relação escolhida; e detalhamento dos itens de custo que necessitem de um maior e mais efetivo controle, obtidos através de seu desmembramento.

O sistema oferece, também, a opção de subdivisão dos custos em fixos e variáveis. Essa separação é facilitada pela possibilidade de atribuição de percentuais para as partes fixas e variáveis.

Em decorrência do método de alocação de custos utilizado pelo sistema proposto (UEP - Unidade de Esforço de Produção), os itens de custo serão convenientemente subdivididos em dois níveis:

Itens de custo gerais - são aqueles cujos custos podem ser imputados a vários postos operativos e com diferentes intensidades, em função do seu grau de utilização.

Itens de custo específicos - referem-se àqueles associados especificamente a determinados postos operativos.

Constarão da biblioteca de dados somente os itens de custo gerais, com graus de

detalhamento compatíveis com a necessidade de informações, a disponibilidade de dados e a estrutura produtiva dos diversos setores onde o sistema poderá ser implantado. Os itens de custo específicos serão imputados diretamente aos postos operativos, quando da definição dos mesmos.

Com o objetivo de explicitar a forma da biblioteca de dados dos itens de custo, mostrar-se-á no Quadro 2, a título de exemplo, uma relação de itens de custo particularmente aplicável a empresas do setor metal-mecânico.

Após serem efetivados os ajustes, obter-se-á uma nova relação de itens de custo adaptada às necessidades da indústria em questão. A relação obtida será incorporada à biblioteca de dados e servirá de subsídio para efetivar a implantação do sistema, podendo, também, sofrer novos processos de ajuste a partir de necessidades futuras.

A lógica envolvida na obtenção dos itens de custo simplifica a implantação do sistema proposto. Permite a racionalização dos esforços envolvidos no processo, evitando a duplicação das informações necessárias à consecução do sistema. O processo de coleta das informações fica mais organizado, direcionando o usuário na busca de soluções adaptadas ao seu contexto.

A médio e longo prazos, a partir de sucessivas implantações, a biblioteca de dados será enriquecida, permitindo, desta forma, a lapidação do processo de coleta e utilização das informações catalogadas.

4.3. Fórmulas para distribuição dos itens de custo aos produtos - Figura 18

Os custos representativos da estrutura de produção das indústrias devem ser distribuídos aos produtos na medida de sua efetiva utilização. Para tanto, além do conhecimento exato dos vários itens de custo envolvidos no processo de transformação industrial, também é necessário definir mecanismos, fórmulas e bases de rateio que façam sua distribuição fidedigna para os vários produtos fabricados.

Mão-de-obra
Mão-de-obra direta
. mão-de-obra direta nível I
. mão-de-obra direta nível II
.
. mão-de-obra direta nível N
Mão-de-obra indireta
. mão-de-obra indireta nível I
. mão-de-obra indireta nível II
.
. mão-de-obra indireta nível N
Encargos sociais
Encargos e benefícios sociais das mãos-de-obra direta e indireta
Depreciação técnica
Depreciação técnica de máquinas e equipamentos
. máquina I
. máquina II
.
. máquina N
Depreciação técnica das instalações elétricas
Depreciação técnica da fábrica
Manutenção
Manutenção de máquinas e equipamentos
Manutenção elétrica
Manutenção da fábrica
Utilidades
Energia elétrica
Água
Vapor
.
.
Outras utilidades
Materiais de consumo geral

Quadro 2 - Exemplo de uma relação de itens de custo particularmente aplicável para empresas do setor metal-mecânico

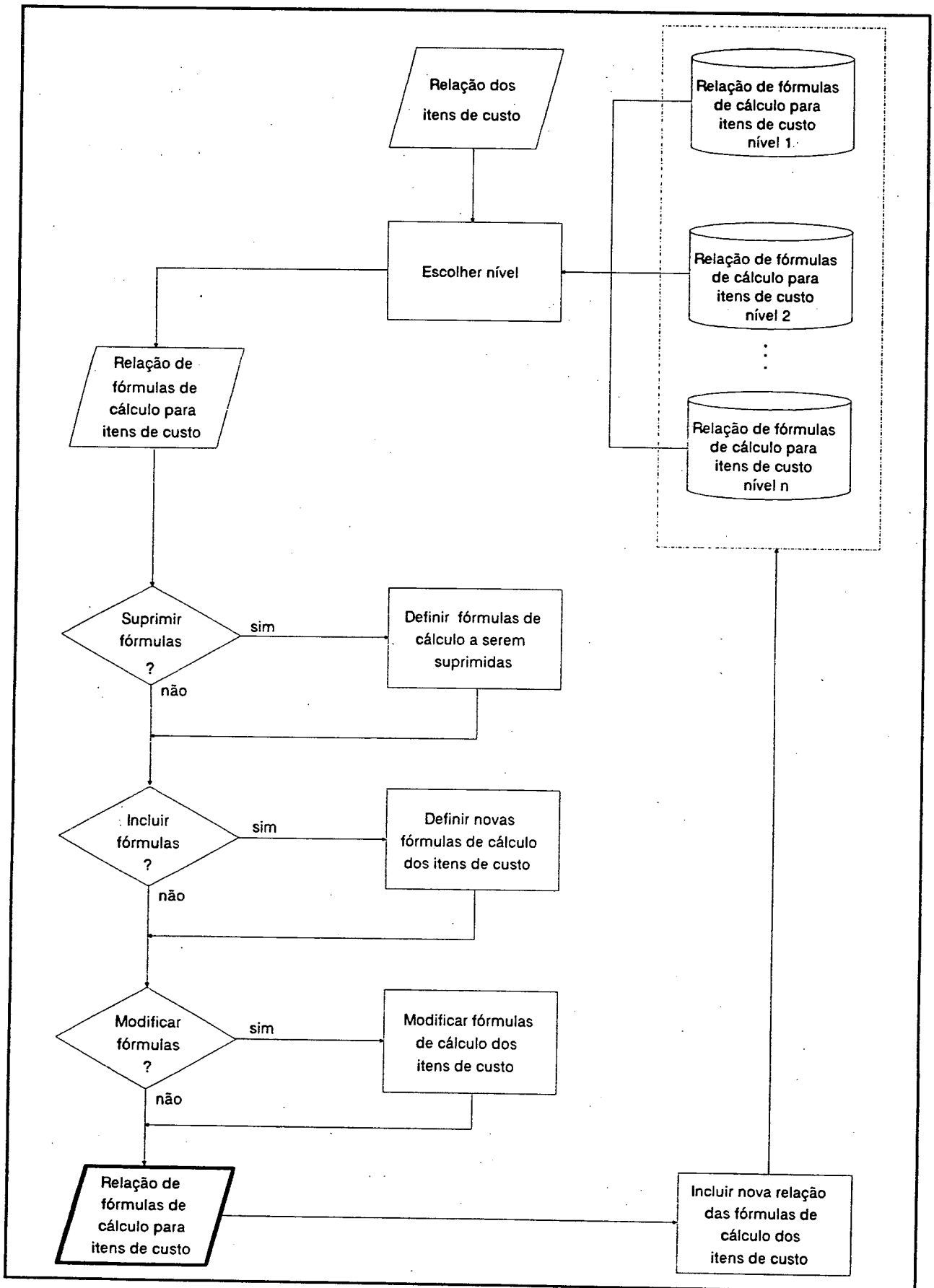


Figura 18 - Banco de dados das fórmulas para distribuição dos itens de custo

dos custos industriais e para a realização de orçamentos para produtos fabricados sob encomenda, bem como para efetivação do controle de produção.

Percebe-se que os mecanismos básicos de gestão da produção são dependentes dos tempos-padrão de fabricação. Dessa forma, fica evidente a necessidade de se utilizar mecanismos para medição dos tempos de fabricação, a fim de que os mesmos possam fornecer informações confiáveis à gestão do processo produtivo.

O sistema proposto define somente o fluxo de informações para a determinação dos tempos-padrão, não comportando, portanto, a determinação de mecanismos para a coleta e tratamento dos tempos de fabricação. As técnicas de determinação de tempos-padrão são abundantes na literatura especializada, tornando-se necessário optar por aquelas que se adaptem às condições operacionais das indústrias em questão.

A partir da relação dos produtos fabricados e da análise da estrutura produtiva define-se o roteiro de fabricação. Entende-se, aqui, por roteiro de fabricação a determinação da sequência de produção dos produtos especificando-se, cronologicamente, todas as operações de fabricação a que os produtos são submetidos, e em quais equipamentos estas operações são realizadas. É importante, nessa fase, especificar as operações que poderão ser realizadas em mais de um equipamento, definindo-se ainda os roteiros de produção alternativos, e possibilitando assim a otimização do nível de atividade técnica e econômica quando da determinação do plano de produção.

A partir do roteiro de fabricação, os produtos fabricados serão divididos em dois grupos: produtos fabricados sob encomenda e produtos de fabricação repetitiva.

Para os produtos de fabricação repetitiva far-se-á a cronoanálise, determinando os tempos-padrão de fabricação. O sistema, para este grupo de produtos, prevê a possibilidade de reavaliação dos tempos coletados a fim de atualizá-los, caso seja necessário, devido a mudanças no processo de fabricação ou no ritmo de trabalho.

Para o grupo de produtos fabricados sob encomenda, o sistema apresenta as alternativas de medição da produção em tempos reais e a de estimativa dos tempos de

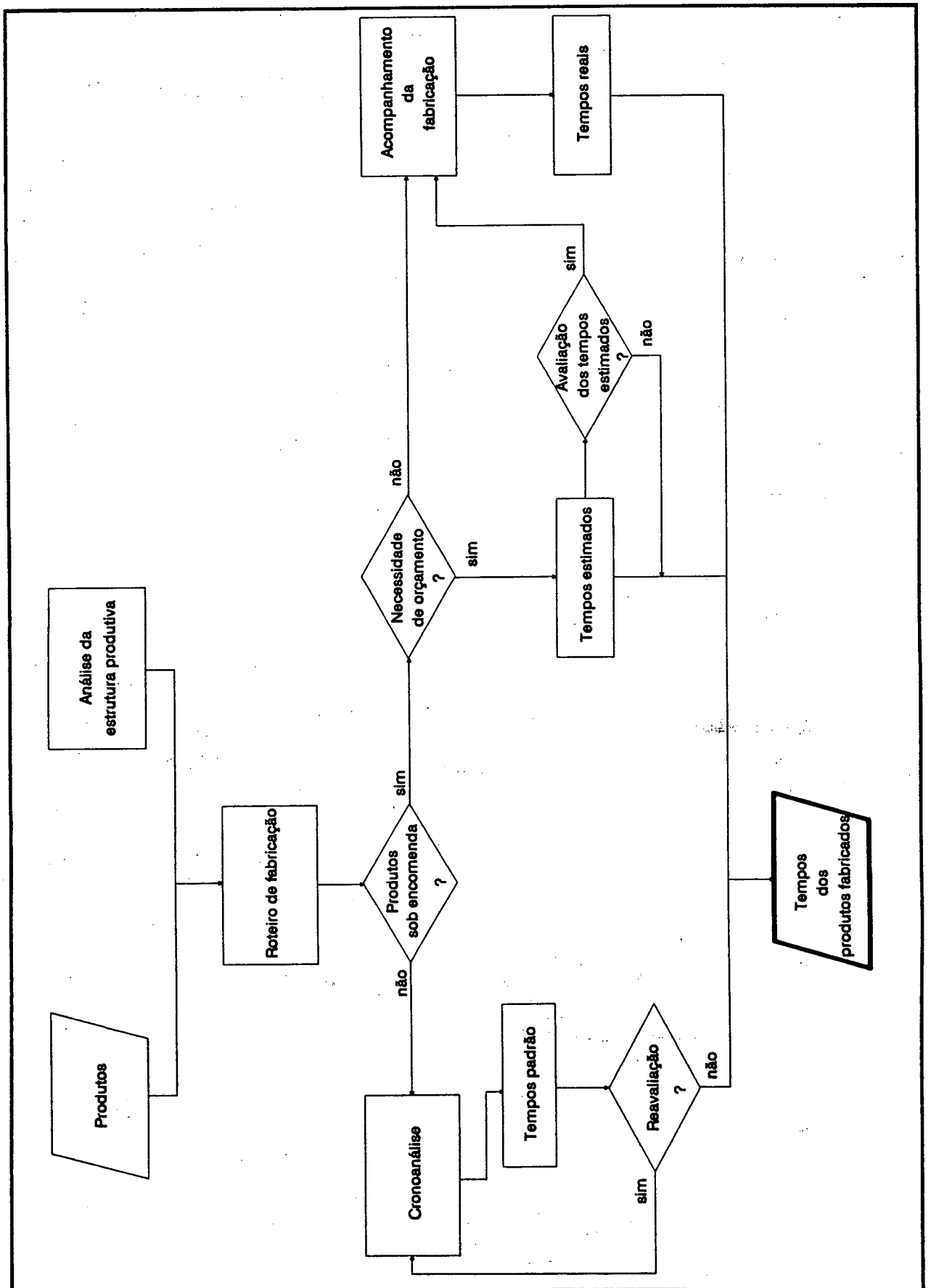


Figura 19 - Tempos dos produtos fabricados

fabricação. Em função disso, quando os produtos sob encomenda necessitarem de orçamentação, num primeiro instante, faz-se a estimativa de consumo de tempo baseada em critérios pré-estabelecidos. Havendo necessidade de avaliação dos tempos estimados para determinação dos custos efetivos de fabricação, faz-se a tomada de tempos reais, através do acompanhamento da produção. A determinação dos tempos dos produtos fabricados sob encomenda, caso não haja necessidade de orçamentação, é feita através do acompanhamento das operações de fabricação, medindo-se os tempos efetivamente consumidos.

As alternativas incorporadas pelo sistema na determinação dos tempos dos produtos fabricados traz flexibilidade à coleta e ao tratamento dos tempos, adaptando-se a processos produtivos diferenciados. Além da flexibilidade que o sistema oferece, a sua arquitetura organiza e sistematiza o processo de determinação dos tempos de fabricação.

4.5. Foto-índices dos itens de custo - Figura 20

Utilizando a lógica anteriormente definida, de particionamento das informações em conjuntos homogêneos e independentes com o intuito de simplificar o processo de coleta e tratamento das informações, o sistema possibilita a monetização dos itens de custo referenciados a uma unidade de capacidade de produção (tempo, volume, massa, ...).

Os itens de custo, isoladamente, representam medidas da capacidade potencial de geração de trabalho expressas em valor. Dessa forma, é factível determinar o potencial produtivo dos itens de custo vinculando-os a uma unidade de capacidade fixa e passível de comparação. O foto-índice dos itens de custo é o instrumento que permite essa quantificação do consumo técnico parametrizado pelo trabalho potencial.

A partir das informações dos itens de custo e das fórmulas de cálculo obtidas através dos procedimentos definidos nas Figuras 17 e 18, respectivamente, o sistema determinará o foto-índice dos itens de custo. A coleta de dados, obedecendo as especificidades embutidas nas fórmulas de cálculo dos itens de custo, deverá ser referenciada a uma data-base para manter a equivalência dos valores no tempo. A quantificação dos

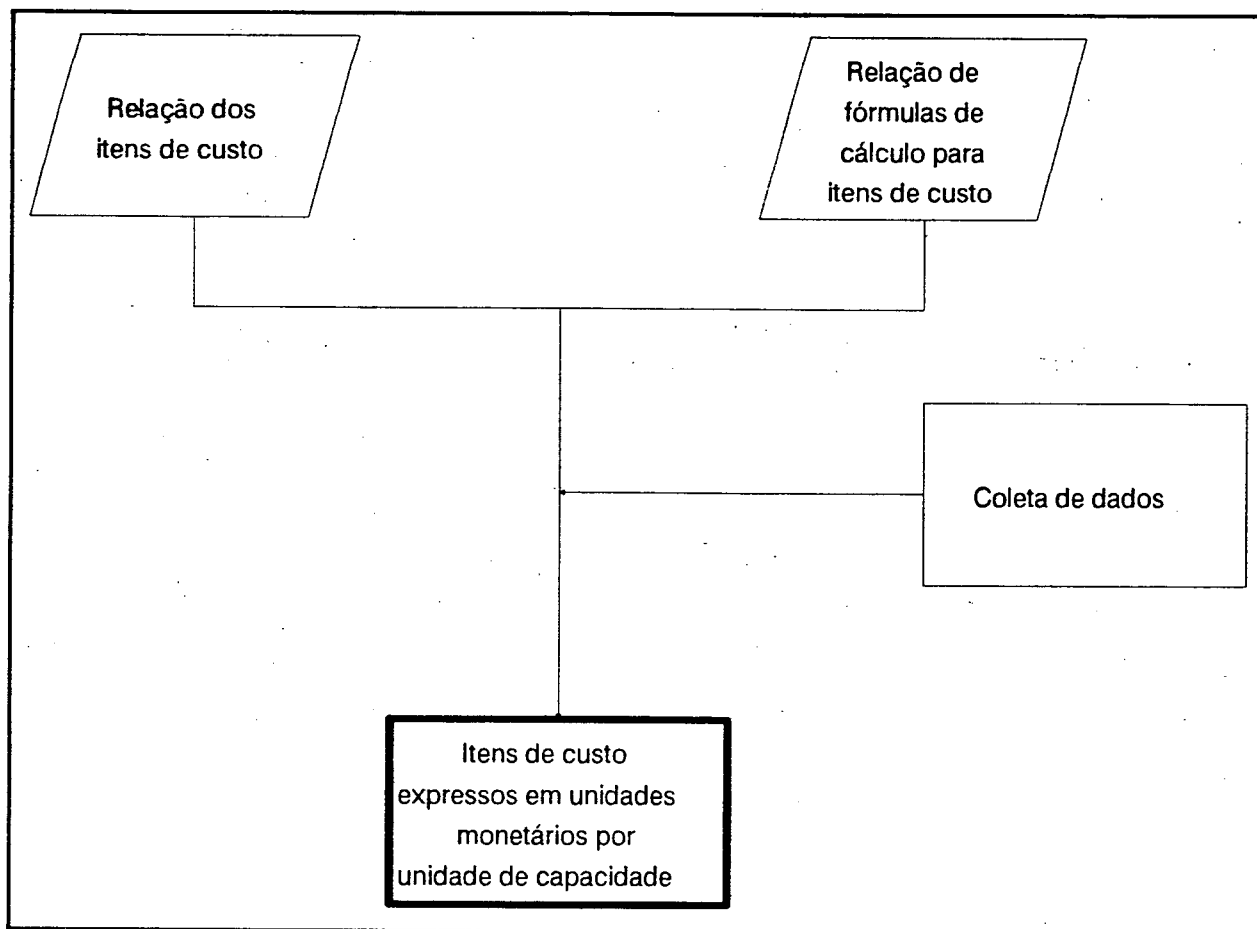


Figura 20 - *Itens de custo do setor produtivo expressos em unidades monetárias*

foto-índices dos itens de custo é feita de modo independente dos postos operativos para os itens genéricos, pois estes tratam de valores potenciais com critérios de alocação fixos e definidos. Para os itens de custo específicos, o sistema somente determinará os foto-índices após a definição dos postos operativos.

O processo proposto pelo sistema permite a determinação dos foto-índices dos itens de custo genéricos, criando uma base de informações para posterior alocação aos postos operativos na medida de sua utilização potencial e definindo assim, os foto-índices dos postos operativos.

4.6. Outros conceitos utilizados pelo método da Unidade de Esforço de Produção

O método da Unidade de Esforço de Produção (UEP), dentro do sistema integrado

de gestão da produção proposto para pequenas e médias indústrias, fornecerá subsídios teóricos para a determinação de custos industriais em particular e para o controle da produção em geral. O método baseia-se no conceito de unificação do processo produtivo através da noção abstrata do trabalho despendido na transformação de matérias-primas em produtos acabados. A seguir, serão detalhados alguns conceitos utilizados pelo método da UEP.

4.6.1. Posto operativo

O processo de transformação industrial é composto de várias operações de fabricação. Teoricamente, elas podem ser subdivididas em operações elementares de trabalho, de forma que possam ser reproduzidas obtendo-se sempre os mesmos resultados a partir de uma mesma base de dados. Ou seja, a capacidade de gerar trabalho embutida nas operações elementares é perfeitamente definida e constante.

Partindo dessa concepção teórica, define-se um posto operativo como sendo apenas uma operação elementar de trabalho, ou um conjunto destas operações de mesma natureza. Na prática, deve-se considerar também a exequibilidade na definição dos postos operativos, devido ao volume de informações requeridas e ao seu alto custo de obtenção. Desta forma, define-se as operações elementares práticas de trabalho, cuja homogeneidade é difícil de ser melhorada para a relação precisão/custo de obtenção das informações exigidas para a operação do sistema. Efetivamente, os postos operativos representam as unidades básicas de produção, e são responsáveis por transferir seus esforços de produção, por unidade de capacidade, aos diversos produtos que deles se utilizam [Antunes JR., 1988].

4.6.2. Potencial produtivo

A transformação de matérias-primas em produtos requer diversos tipos de esforços de produção, tais como esforço material, esforço do capital, esforço humano, etc.. Tendo os esforços de produção a característica da homogeneidade, pode-se afirmar que embora com diferentes intensidades, os produtos consomem esforços de produção de mesma

natureza nos seus respectivos processos de fabricação [Antunes JR., 1988].

Portanto, produtos aparentemente diferentes poderão ser comparados e adicionados entre si fazendo-se uso da noção de esforço de produção podendo-se, dessa forma, determinar o esforço de produção total da fábrica [Antunes JR., 1988].

Os esforços de produção estão associados diretamente aos elementos geradores dos mesmos, os postos operativos, através dos foto-índices dos itens de custo. Aos diferentes esforços de produção disponíveis em um posto operativo, por unidade de capacidade, denomina-se de potencial produtivo parcial. Devido a sua homogeneidade, esses potenciais podem ser somados obtendo-se, assim, os potenciais produtivos dos postos operativos e, pelo seu somatório, a capacidade produtiva total da empresa.

4.6.3. Parâmetro de capacidade

Cada posto operativo possui um potencial produtivo que, quando utilizado, consome esforços de produção de forma proporcional ao parâmetro de capacidade considerado.

Esses parâmetros são unidades físicas que expressam a capacidade de produção, podendo sua unidade de medida ser o tempo, o volume, a massa, etc.. Iarozinski Neto [1989] salienta que a escolha dos parâmetros deve seguir as orientações básicas descritas a seguir:

- permanecer imutáveis no tempo;
- refletir o mais fielmente possível a incidência dos custos técnicos;
- facilitar a distribuição dos custos técnicos de transformação aos postos operativos;
- relacionar-se proporcionalmente à capacidade de produção do posto operativo.

A utilização do tempo como parâmetro de capacidade satisfaz essas orientações básicas na maioria das situações.

4.6.4. Foto-índice do posto operativo

A valorização dos esforços de produção, no método da UEP, é feita utilizando-se a noção de custos técnicos. Devido à homogeneidade dos esforços de produção e da constância de suas relações no tempo pode-se determinar um índice instantâneo que meça o custo da geração de trabalho relativizado a um parâmetro de capacidade, chamando-o de foto-índice.

O foto-índice de um posto operativo é o somatório dos foto-índices dos itens de custo genéricos e específicos que dele fazem parte. Para tanto, é necessário que todos os foto-índices dos itens de custo estejam relativizados a um mesmo parâmetro de capacidade, bem como referenciados a uma mesma data-base [Antunes JR, 1988].

4.6.5. Produto-base

O método da UEP utiliza um produto-base como relativizador para o cálculo das UEPs consumidas na fabricação dos produtos. O produto-base é um instrumento capaz de distribuir as variações, provocadas pelo aumento diferenciado dos itens de custo ao longo do tempo, entre os postos operativos, bem como reduzir as variações percentuais do valor em UEPs dos produtos [Bornia, 1988].

Para que o produto-base alcance seu objetivo, ele deve ser representativo da estrutura produtiva da fábrica. O produto-base pode ser um produto real, uma combinação de produtos reais ou mesmo um produto fictício que passe pelo maior número de postos operativos, ou pelos mais significativos.

4.6.6. Foto-custo do produto-base

Durante as várias etapas do processo de fabricação as matérias-primas serão transformadas em produtos absorvendo esforços de produção e, conseqüentemente, custos.

O foto-custo do produto-base é o somatório desses custos técnicos parciais absorvidos

durante seu processo de fabricação. Seu valor é obtido pelo somatório das multiplicações dos foto-índices dos postos operativos pelo tempo que o produto-base consome nestes postos.

O foto-custo do produto-base dará origem à unidade de esforço de produção, sendo a mesma definida como sendo o esforço necessário, quantificado pelos custos técnicos, para fabricar uma unidade do produto-base (ou algum múltiplo conveniente) em condições normais de funcionamento e tudo isso no momento de implantação do método. [Iarozinski Neto, 1989] [Antunes JR., 1988].

4.7. Implementação do Método da Unidade de Esforço de Produção - Figura 21

A implementação do método da UEP requer a definição do grau de detalhamento das informações necessárias, a fim de torná-lo compatível com a estrutura produtiva da empresa.

Num primeiro instante, para definir os postos operativos da indústria deve-se considerar três parâmetros: a precisão/custo de obtenção das informações; a precisão/custo de operação do sistema; e a estrutura produtiva.

O grau de detalhamento dos parâmetros acima descritos está vinculado à necessidade de informações para análise e controle. Um detalhamento excessivo acarretará um volume grande de informações a serem coletadas e gerenciadas, necessitando mão-de-obra especializada e uma estrutura organizacional pesada. Por outro lado, a simplificação excessiva levará a obter-se informações imprecisas, podendo ocasionar erros grosseiros no processo de tomada de decisões que envolvam a complexa gestão da produção em empresas industriais multiprodutoras.

A partir da definição das relações precisão/custo de obtenção das informações e de operação do sistema, baseada na análise da estrutura produtiva, é necessário, para determinação dos postos operativos, a definição do grau de detalhamento das operações de trabalho e o agrupamento em operações semelhantes apoiando-se para isso no conceito

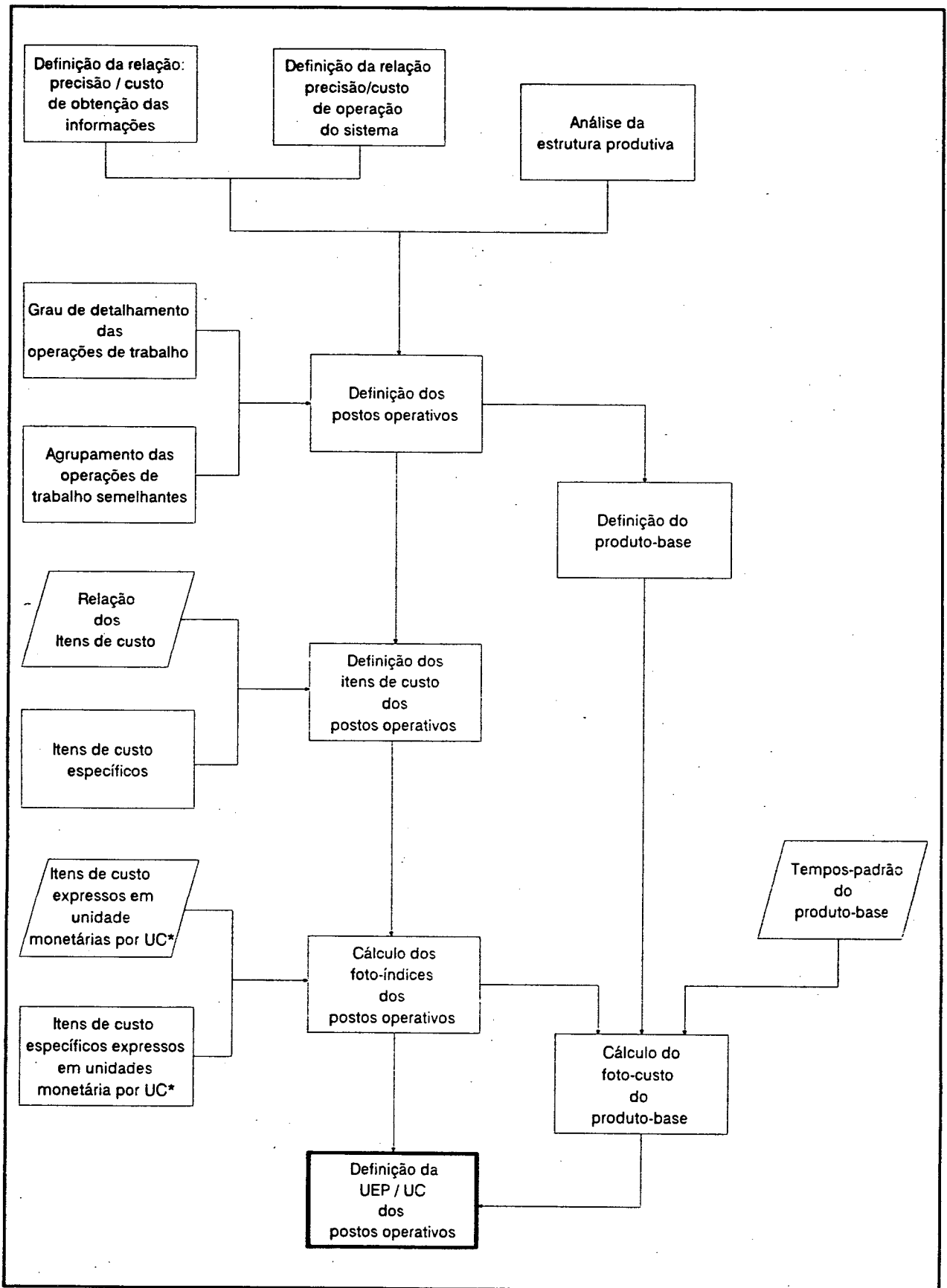


Figura 21 - Implementação do método da Unidade de Esforço de Produção
 * UC - Unidade de capacidade

de operação elementar prática de trabalho (ver seção 4.6.1.).

Uma vez definidos os postos operativos, definem-se os itens de custo que farão parte de sua composição utilizando-se, para tanto, da relação dos itens de custo genéricos previamente elaborada. Além desses itens deverão ser definidos os itens de custo específicos dos postos operativos em questão.

Definidos os itens de custo dos postos operativos, parte-se para a composição dos foto-índices dos mesmos, acessando as informações referentes aos foto-índices dos itens de custo previamente definidas.

O próximo passo consiste em definir o produto-base e calcular o seu foto-custo obtendo-se, dessa forma, o valor de uma UEP no instante de implantação considerado.

De posse do valor de uma UEP e dos foto-índices dos postos operativos, obtém-se o valor da UEP horária dos postos operativos.

Os valores obtidos da UEP horária dos postos operativos serão utilizados, durante a etapa de operacionalização do sistema proposto, para determinação dos custos dos produtos fabricados e para a elaboração do planejamento e controle da produção.

4.8. Ficha Técnica dos Produtos Fabricados - Figura 22

O processo de transformação industrial é composto de fases produtivas sequenciais e com níveis de agregação crescentes, a saber: transformação de matérias-primas em peças fabricadas; aquisição de peças; montagens de peças fabricadas e/ou compradas em subconjuntos e conjuntos; e montagens dos produtos finais.

O conhecimento formalizado das diversas fases do processo de fabricação é necessário à efetiva gestão da produção no que concerne a administração de materiais e o planejamento e controle da produção.

Sabe-se que, dentre os vários produtos fabricados, alguns deles são compostos por

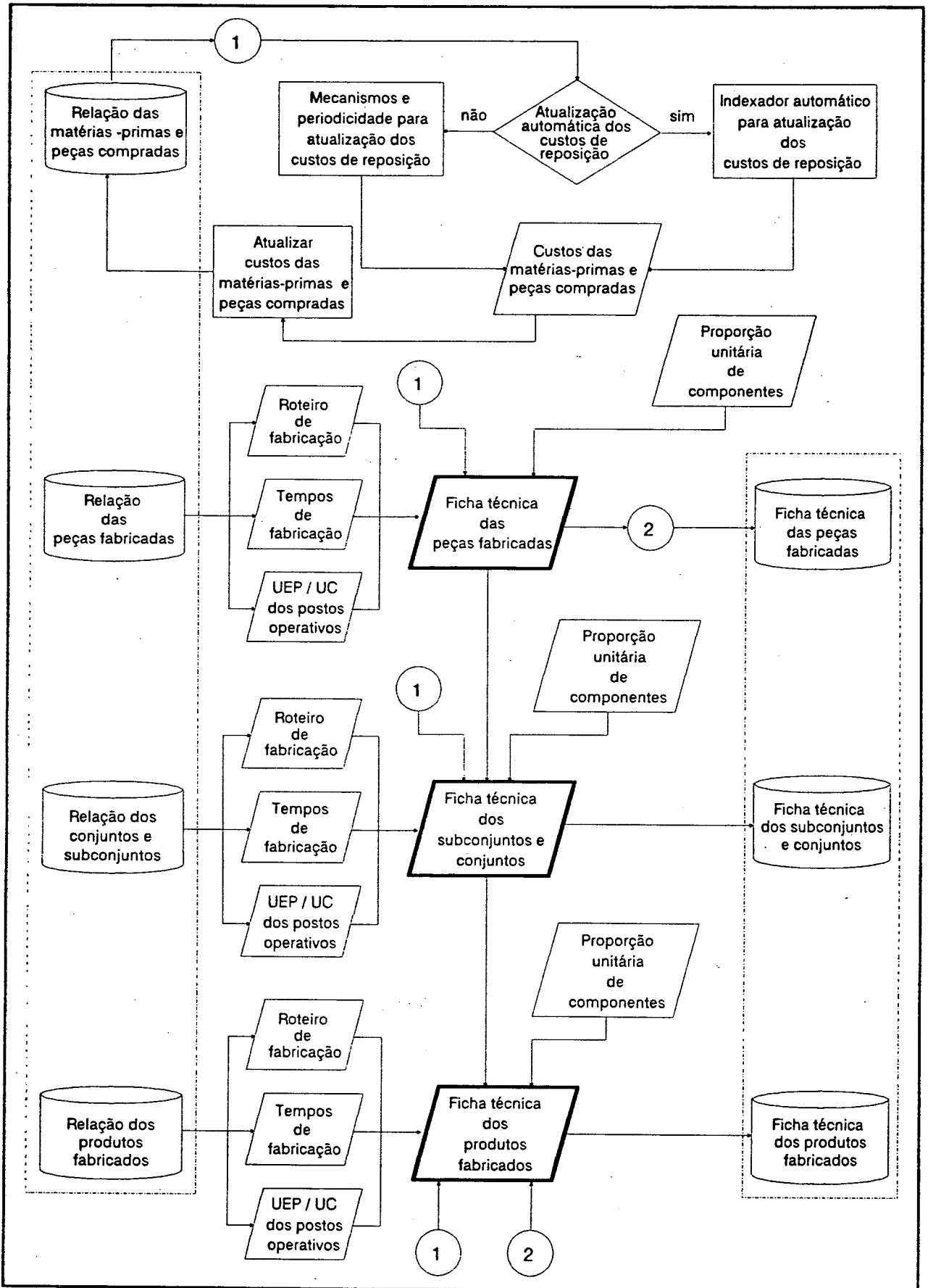


Figura 22 - Ficha técnica dos produtos fabricados

peças compradas, peças fabricadas, subconjuntos e conjuntos de uso comum. Em função disso, o sistema proposto utiliza, para estruturar a composição dos produtos, níveis de agregação onde o grau de detalhamento é vinculado ao nível hierárquico que cada peça, conjunto ou produto ocupa dentro da árvore de produtos finais da indústria. Dessa forma, elimina-se a duplicidade na coleta e tratamento das informações referentes à composição dos produtos fabricados. Esse conjunto de informações é armazenado em fichas técnicas específicas.

A elaboração das fichas técnicas dos produtos fabricados e seus componentes inicia-se no menor nível hierárquico, com a determinação do sistema de atualização dos custos das matérias-primas e peças compradas utilizadas no processo de industrialização, passando posteriormente à determinação das fichas técnicas das peças, subconjuntos, conjuntos e produtos fabricados.

A partir da relação de matérias-primas e peças compradas, o sistema permite uma atualização automática ou manual de seus custos de reposição. Caso a escolha recaia sobre a opção "atualização automática", o usuário deverá definir um indexador que será utilizado para atualizá-los. Optando-se pela atualização manual, o usuário deverá definir os mecanismos a serem utilizados e a periodicidade de atualização dos custos de reposição das matérias-primas e peças compradas.

A ficha técnica das peças fabricadas é constituída das matérias-primas e peças compradas necessárias à fabricação das mesmas, com seus respectivos custos e proporções unitárias. Além das informações sobre os componentes que farão parte das peças fabricadas, sua ficha técnica deverá conter informações sobre o roteiro de fabricação, os tempos-padrão de fabricação e o potencial produtivo (UEPs/UC) dos postos operativos por onde a peça irá passar durante o seu processo de fabricação.

Já a ficha técnica dos subconjuntos e conjuntos, além de ter as informações sobre o processo de fabricação/montagem (roteiro, tempos, UEPs/UC dos postos operativos), sobre as matérias-primas e peças compradas utilizadas na fabricação, com suas respectivas proporções unitárias e custos, agrega também informações das fichas técnicas das peças

fabricadas que serão utilizadas na sua montagem.

Finalmente, no último nível hierárquico tem-se os produtos fabricados, e em suas fichas técnicas constarão informações sobre o processo de fabricação/montagem, sobre as matérias-primas e peças compradas utilizadas isoladamente para a confecção do produto, além das informações de peças fabricadas, subconjuntos e conjuntos, obtidas através da agregação de suas fichas técnicas.

A elaboração das fichas técnicas dos produtos fabricados e seus componentes, utilizando a lógica apresentada pelo sistema proposto, permite uma simplificação no trabalho de planejamento e programação da produção. Isto decorre do fato de se compactar informações sobre o processo produtivo e seus componentes nos níveis mais altos da estrutura de produção, desmembrando-as posteriormente nos níveis subsequentes a partir da necessidade de informações mais detalhadas.

Além dessa simplificação, as informações contidas nas fichas técnicas fornecerão subsídios à determinação das necessidades líquidas de materiais e componentes nas diversas etapas do processo produtivo (ver seção 5.2.3).

4.9. Sistema de gestão de estoques - Figura 23

A gestão dos estoques está associada, dentro do sistema de gestão da produção, ao controle de inventários de matérias-primas, peças compradas e fabricadas, subconjuntos e conjuntos necessários à confecção dos produtos. Relaciona-se também ao controle dos produtos fabricados, bem como aos materiais indiretos utilizados em sua fabricação.

Os estoques são insumos e/ou resultados do processo de transformação industrial. O controle adequado dos mesmos proporcionará uma maior eficiência no planejamento das necessidades de materiais do processo produtivo, diminuindo-se por exemplo os custos de armazenamento devido ao menor volume de estoques, além de reduzir-se o volume de produtos em processo através da correta determinação de suas necessidades no tempo. O controle adequado dos estoques permitirá, também, a racionalização do processo

produtivo contribuindo, dessa forma, para o cumprimento dos prazos de entrega pré-estabelecidos. Constituir-se-á, enfim, num fator importante para a satisfação dos clientes e para o aumento de receitas.

É importante destacar que o volume de itens de estoque utilizados por indústrias multiprodutoras é elevado e, dessa forma, a implantação do controle dos mesmos requer um certo grau de organização e um volume considerável de informações.

O sistema de gestão de estoques proposto necessita, num primeiro instante, da definição de critérios de classificação e da nomenclatura dos produtos, de seus componentes e dos materiais indiretos. Essas definições darão origem à relação das matérias-primas, peças compradas e fabricadas, subconjuntos e conjuntos, bem como à relação de materiais indiretos utilizados na fabricação dos produtos.

Os materiais indiretos, devido a seus custos relativamente pequenos quando comparados ao restante dos estoques, terão seus controles operacionalizados por métodos mais simples e menos rigorosos tipo ponto de pedido ou período de reposição.

Já os demais itens de estoque (matérias-primas, peças compradas, ...) serão subdivididos em duas categorias:

itens de estoque utilizados esporadicamente: são componentes de produto fabricados sob encomenda e como tais diferentes daqueles normalmente empregados no processo industrial de fabricação. Esses itens serão controladas por um método previsional, utilizando-se para isso uma lógica do tipo MRP.

Itens de estoque utilizados periodicamente: são os componentes de produto fabricados repetitivamente. Esses itens de estoque estarão sujeitos a uma classificação ABC. Os itens de estoque classe A que representam aproximadamente 70% do valor monetário e 4 a 6% de sua quantidade total serão controlados por um método previsional. Os mesmos serão adquiridos ou fabricados a partir da necessidade potencial do mercado estabelecida no planejamento da produção. Já os itens de estoque classes B e C serão controlados por métodos estatísticos. A grande quantidade de itens (aproximadamente 95%) e os baixos

valores envolvidos não justificam um controle previsional dos mesmos.

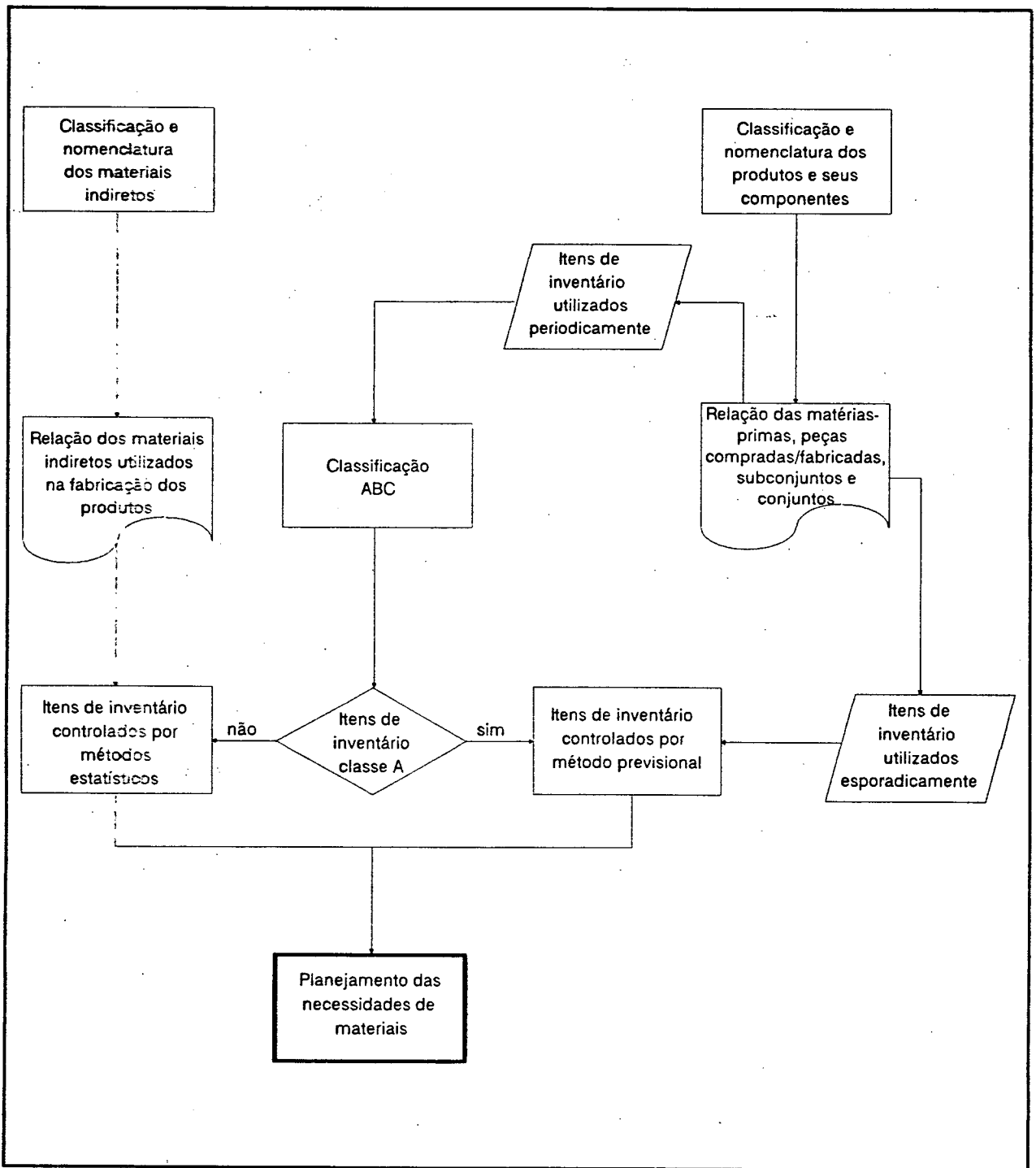


Figura 23 - Sistema de gestão de estoques

Por fim, o planejamento das necessidades de materiais será elaborado em função do nível de estoques. Um sistema de gestão dos estoques ajustado permite a realização desse planejamento adequando-se dinamicamente os níveis de estoques aos níveis de

produção tanto no tempo quanto nos volumes fabricados.

4.10. Considerações finais sobre o processo de implantação do sistema proposto

O sistema integrado de gestão da produção proposto prima pela simplicidade na coleta e tratamento das informações necessárias à sua implantação. A simplicidade é decorrência do particionamento das informações em componentes homogêneos e independentes, e das técnicas e conceitos utilizados na corporificação do sistema proposto, os quais vão ao encontro da unificação do processo produtivo através da noção abstrata de valor.

As informações coletadas durante a implantação viabilizarão a operacionalização do sistema proposto, o qual será convenientemente subdividido em três subsistemas: gestão de estoques, planejamento e controle industrial. O detalhamento dos seus componentes será realizado no próximo capítulo deste trabalho.

Capítulo 5

Metodologia para Operacionalização do Sistema Integrado de Gestão da Produção para Pequenas e Médias Indústrias

O sistema integrado de gestão da produção proposto balizará o processo de tomada de decisões da empresa. Fornecerá uma base de dados, histórica e confiável, que direcionará as ações de planejamento e controle industrial.

A metodologia proposta permite agrupar informações correlacionadas de modo a gerar resultados consistentes a nível de planejamento e controle das ações desencadeadas no processo de industrialização. Para tanto, utilizar-se-á, de modo conveniente, o conjunto de informações gerado durante a implantação do sistema, além da coleta periódica de dados.

A consolidação dos resultados provenientes da operacionalização do sistema proposto é feita respeitando-se o volume de informações e o grau de detalhamento requeridos, ajustando-se, desta forma, com as necessidades inerentes dos diversos setores industriais em geral e com as características operacionais de cada empresa em particular.

5.1. O processo de operacionalização do sistema integrado de gestão da produção para pequenas e médias indústrias

Como já foi dito, o processo de operacionalização do sistema proposto é dividido convenientemente em três segmentos: administração de materiais, planejamento e

controle industrial. O detalhamento do conteúdo destes três sistemas será feito através da determinação do conjunto de informações a serem utilizadas pelos mesmos, sejam elas provenientes dos bancos de dados gerados na implantação do sistema ou de coletas a serem realizadas periodicamente durante o processo de operacionalização, da apresentação dos principais procedimentos de cálculos e da descrição dos resultados a serem obtidos.

O sistema de administração de materiais busca o sinergismo entre a aplicação de métodos estatísticos e previsionais de gestão de estoques, adequando, dessa forma, a evolução das técnicas de gestão de estoques ao contexto organizacional do segmento industrial composto pelas PMIs.

A operacionalização do sistema de planejamento industrial propõe-se a fornecer informações para atender os objetivos relacionados como o processo de transformação das matérias-primas em produtos acabados, englobando ações táticas e operacionais.

O sistema de controle industrial tem por objetivo comparar as ações planejadas com os resultados advindos do processo de fabricação, detectando os desvios e fornecendo subsídios para corrigi-los. No sistema proposto as ações de controle convergem sobre as variáveis essenciais, as quais refletem o desempenho da estrutura de produção gerando, assim, condições para a análise e tomada de decisões com vistas ao efetivo gerenciamento da fábrica.

5.2. Operacionalização do sistema de gestão dos estoques

A evolução das técnicas que regem a administração de materiais acompanhou as mudanças impostas pelo meio ambiente ao setor industrial, tais como o aumento da demanda impulsionada pelo incremento do poder aquisitivo dos consumidores, mudança comportamental dos consumidores na busca de produtos exclusivos, a rápida evolução tecnológica e o acirramento da competição industrial.

Esse conjunto de fatores contribuiu para o desenvolvimento de novas técnicas de

administração de materiais, passando pela reposição visual, ponto de pedido e período de reposição, e chegando ao MRP. As técnicas citadas migram, cronologicamente do conceito de reposição baseada no histórico de vendas (estatística) para reposição baseada nas necessidades futuras do mercado (previsão), compelidas pelas mudanças sociais e tecnológicas ocorridas no tempo.

Atualmente, o gargalo da administração de materiais está na adequação do fluxo de insumos ao processo operacional da organização. O êxito dessa adequação levará a uma redução dos custos e o aumento da eficiência, tornando o empreendimento potencialmente competitivo.

Adequando a evolução das técnicas de administração de materiais ao contexto organizacional do setor produtivo nacional composto pelas pequenas e médias indústrias, observa-se a inviabilidade operacional da adoção irrestrita de mecanismos de gestão de estoques que utilizam-se de métodos previsionais. O alto grau de desorganização e a impossibilidade de manter em seus quadros pessoal especializado, devido ao alto custo envolvido, comporta um sistema misto de gestão de estoques, baseado na utilização conjugada de técnicas previsionais e estatísticas. O delineamento do espectro de abrangência das técnicas a serem utilizadas, poderá ser realizado através da aplicação dos conceitos de uma curva ABC.*

A utilização da curva ABC, definindo os itens classe A a serem gerenciados pelo método previsional, certamente trará, a curto prazo, ganhos significativos à organização. Os itens B e C, de pequeno peso na composição dos custos mas envolvendo uma grande quantidade de itens poderão, num primeiro instante, ser gerenciados utilizando-se métodos estatísticos. Num momento futuro pode-se buscar o aumento da eficiência, adequando os insumos classe B e C ao processo previsional através de pequenos melhoramentos sucessivos.

O sistema proposto, no tocante à gestão dos estoques, utiliza o método previsional,

* Idéia desenvolvida por Pareto no século XVIII, aplicada pela primeira vez como critério de classificação para controle de estoques por H. F. Dixie em 1951 [Russomano, 1979].

acoplado à lógica MRP para os itens classe A, e os métodos estatísticos clássicos para os itens B e C.

5.2.1. Controle de estoques utilizando métodos estatísticos - Figura 24

O controle de estoques utilizando métodos estatísticos é incorporado ao modelo proposto para os itens classificados nas categorias B e C, assim como para os materiais indiretos utilizados para a fabricação dos produtos finais.

A lógica embutida nos métodos estatísticos pressupõe algumas simplificações, tais como consumo regular dos estoques através de incrementos sucessivos, previsão de consumo de estoques baseado em dados históricos, e tratamento dos itens de estoques como variáveis independentes. Todavia, essas simplificações podem ser aceitáveis para os materiais indiretos de consumo corrente e para os itens padronizados de grande consumo [Chassang & Tron, 1984]. Alguns itens de estoques das classe B e C enquadram-se nas características citadas acima. Os demais itens dessas categorias, pela pouca representatividade no montante despendido com estoques e pela pequena relação benefício/custo de um controle metuculoso, estarão sujeitos a essa simplificação dentro do modelo proposto.

Dentre os métodos estatísticos, o modelo proposto permite a opção entre método do ponto de pedido e o método de reposição periódica.

Optando-se pelo método de reposição periódica, o usuário deverá definir a quantidade a ser estocada de cada item em função de um histórico de consumo, da rotatividade dos estoques e do estoque de segurança. De posse dessas informações e do consumo nesse período, o sistema determinará qual a quantidade de estoques a repor dos itens consumidos.

Quando a opção recair sobre o método do ponto de pedido será necessário definir o tempo de reposição, o estoque máximo baseado na rotação de estoques e no consumo médio por período e o estoque de segurança. A diferença entre o estoque máximo e o estoque de segurança é definida como o lote de encomenda que será adquirido quando

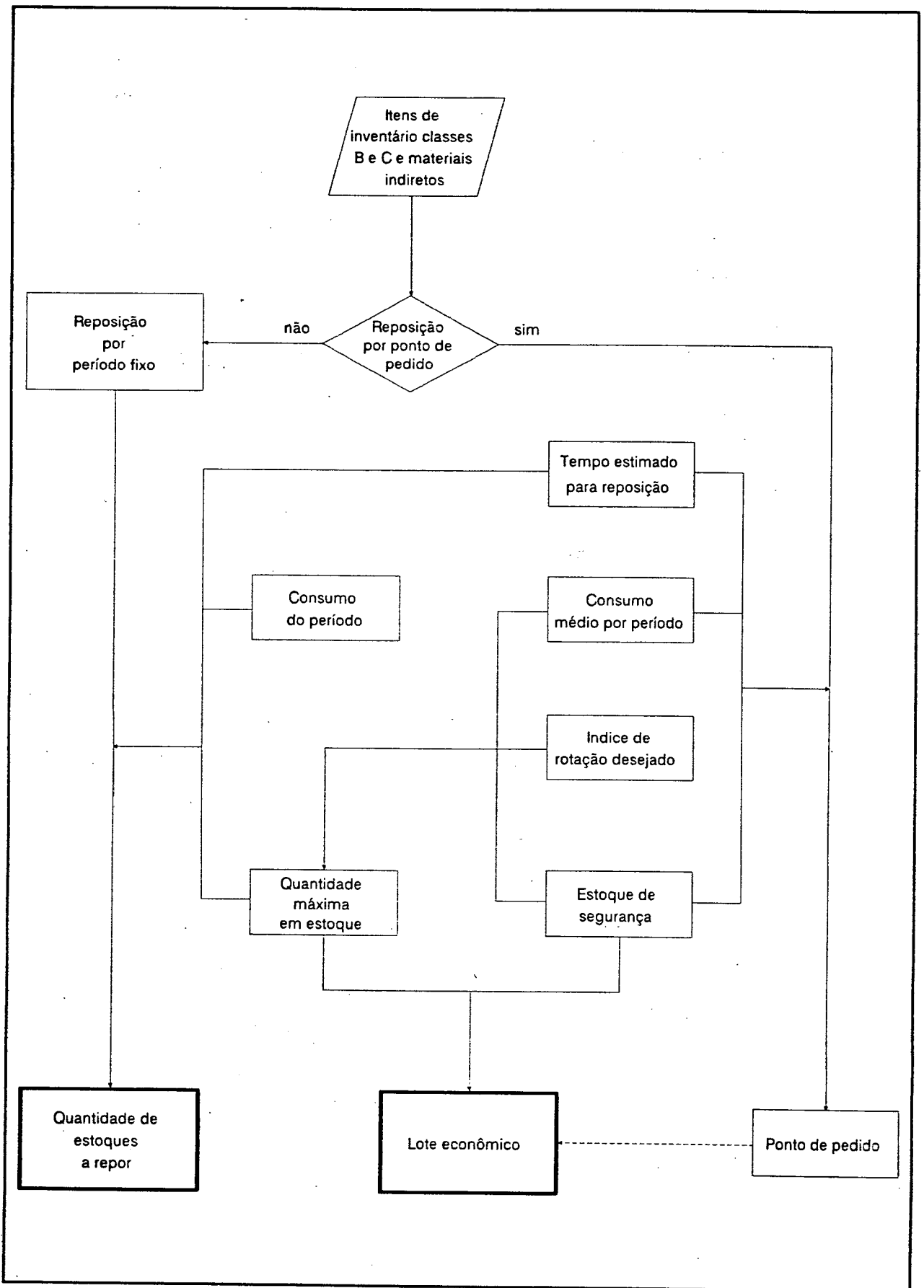


Figura 24 - Controle de estoques utilizando métodos estatísticos

tornem-se ineficientes na maioria das situações. As flutuações da demanda, provenientes da sazonalidade e obsolescência de materiais e produtos, requerem mecanismos de gestão de estoques que determinem o "quanto" fabricar ou comprar de modo a manter quantidades adequadas disponíveis, minimizando a imobilização desnecessária em estoques [Bastos, 1988].

Para atingir os objetivos a que se propõe, o planejamento das necessidades de materiais deverá ser pautado na previsão de consumo de matérias-primas e componentes. O método previsional permite determinar essas necessidades em função do plano de produção e do estoque disponível, estabelecendo a previsão de cada um dos itens componentes do inventário.

b. Demanda dependente e demanda independente

No processo de produção industrial existe uma relação de dependência entre os diversos componentes de um produto [Bastos, 1988]. Nas várias etapas de produção, os produtos agregam matérias-primas e componentes cuja demanda é definida em função das necessidades dos componentes de nível imediatamente superior, consolidando, assim, o conceito de dependência da demanda.

Na medida em que o relacionamento extrapola o chão-de-fábrica, vinculando-se somente às necessidades de demanda dos consumidores finais, o produto incorpora o conceito de demanda independente, desvinculando-se do processo produtivo.

A aplicação do conceito de demanda dependente é premissa básica ao funcionamento de um sistema de gestão de estoques do tipo previsional. Possibilita a definição de "quanto" produzir ou comprar de cada item componente dos produtos a serem fabricados, corroborando o plano de produção, sem gerar estoques desnecessários.

c. Dimensão de tempo no planejamento das necessidades de materiais

Através dos conceitos de previsão de consumo e demanda dependente é possível responder às questões "o que" e "quanto" fabricar ou comprar de um determinado item

de inventário. A definição do "quando" é obtida pela aplicação do conceito de escalonamento no tempo. Esse conceito incorpora a dimensão temporal aos dados relativos à gestão dos materiais, permitindo, dessa forma, a definição do momento correto em que ocorrerá a necessidade de um determinado item de inventário [Bastos, 1988].

A aplicação do conceito de escalonamento no tempo requer a manipulação de um grande volume de informações. A viabilidade de sua aplicação nas PMIs será função da capacidade técnica que as mesmas terão em gerenciar as perturbações oriundas do processo produtivo (sequenciamento da produção, reprogramação, mudanças de prioridade, ...).

Ponderando as dificuldades inerentes ao conceito de escalonamento no tempo e as características operacionais das PMIs, delineadas por Batalha & Demori [1990], o modelo proposto fará a adequação do fluxo de insumos, utilizando-se de uma abordagem integrada, através da determinação das necessidades globais de itens de inventário do período baseado no plano de produção (ver seção 5.3.4). Tal simplificação carrega em seu bojo um certo grau de ineficiência, a qual é justificada pela alta relação custo/benefício da aplicação do conceito de escalonamento no tempo para determinar o "quando" comprar ou fabricar um determinado item de inventário.

5.2.3. Controle de estoques utilizando método previsional - Figura 25

Pode-se definir método previsional de controle de estoques como sendo um conjunto de procedimentos, regras de decisão e registros que utilizam os conceitos de previsão de demanda, demanda dependente e escalonamento no tempo, cuja aplicação objetiva traduzir o plano de produção em necessidades líquidas dos diversos itens componentes dos produtos a serem fabricados, e tudo isso no tempo oportuno.

A implantação do controle de estoques utilizando o método previsional possibilita a geração de ordens de fabricação e de compras dentro de um horizonte de planejamento pré-determinado. Permite, também, correções em função de oscilações da demanda dos itens finais, as quais refletir-se-ão diretamente nos diversos componentes necessários à sua fabricação.

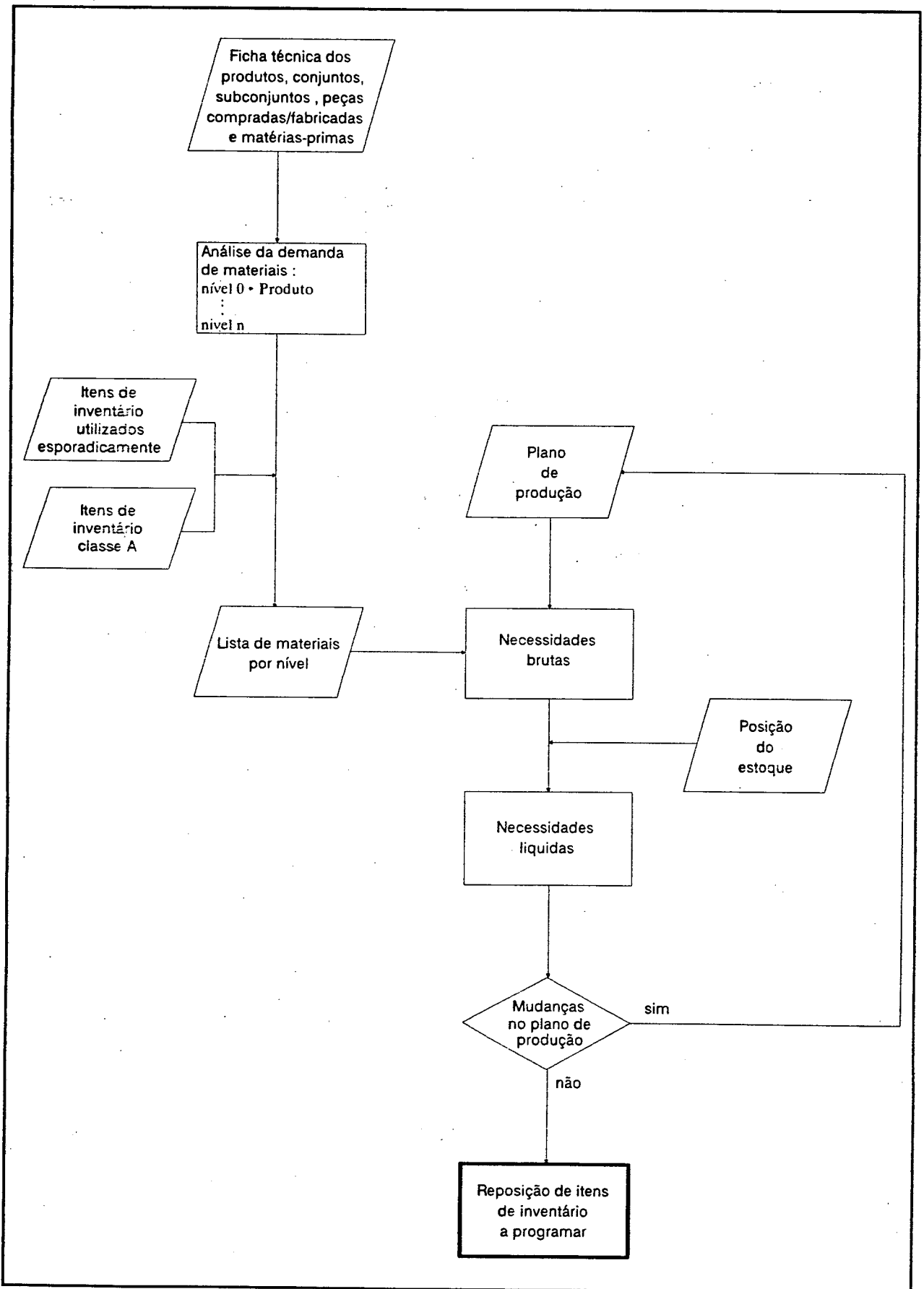


Figura 25 - Método previsional de controle de estoques

No modelo proposto, o método previsional de controle de estoques será utilizado para os itens de inventário classe A e para os itens de inventário utilizados esporadicamente (ver seção 4.9.).

A partir das fichas técnicas dos produtos, o sistema define suas estruturas representando-as em níveis, sendo o nível zero atribuído ao produto (demanda independente) e os demais níveis estabelecidos em função da dependência existente entre conjuntos, subconjuntos, peças compradas, peças fabricadas e matérias-primas. É possível, dessa forma, montar a estrutura dos produtos na forma de árvore (conforme Figura 26), definindo-se os itens pais e itens filhos^{*}, com suas respectivas quantidades requeridas. Isso possibilita ao sistema analisar as demandas dos itens componentes, representando-as na forma de lista de materiais (ver Figura 27).

Através do plano de produção, que define o "mix" de itens finais a serem fabricados no período, e da lista de materiais, o sistema define as necessidades brutas dos itens componentes, ou seja, define, sem considerar a existência de estoques, a quantidade necessária dos itens componentes para que seja possível efetivar o plano de produção.

A partir das necessidades brutas e da posição dos estoques, o sistema determina as quantidades líquidas, as quais são definidas como sendo as quantidades de itens componentes, a comprar e/ou fabricar, efetivamente necessárias para atender a demanda definida no plano de produção. A determinação das necessidades líquidas levará em consideração o critério de dependência da demanda dentro da estrutura do produto, o qual será satisfeito através da utilização de um processamento lógico que considera as quantidades dos itens componentes existentes nos níveis superiores àquele que se está determinando.

Finalmente, caso não ocorram alterações no plano de produção, o sistema torna-se apto a emitir a programação das ordens de fabricação e de compra para atender as necessidades líquidas dos itens componentes. Entretanto, havendo mudanças no plano de produção, o sistema permite retornar ao início, reprogramando as necessidades de materiais, e assim sucessivamente.

* Itens pais são definidos como itens que dependem de outros componentes (filhos) para serem fabricados ou montados.

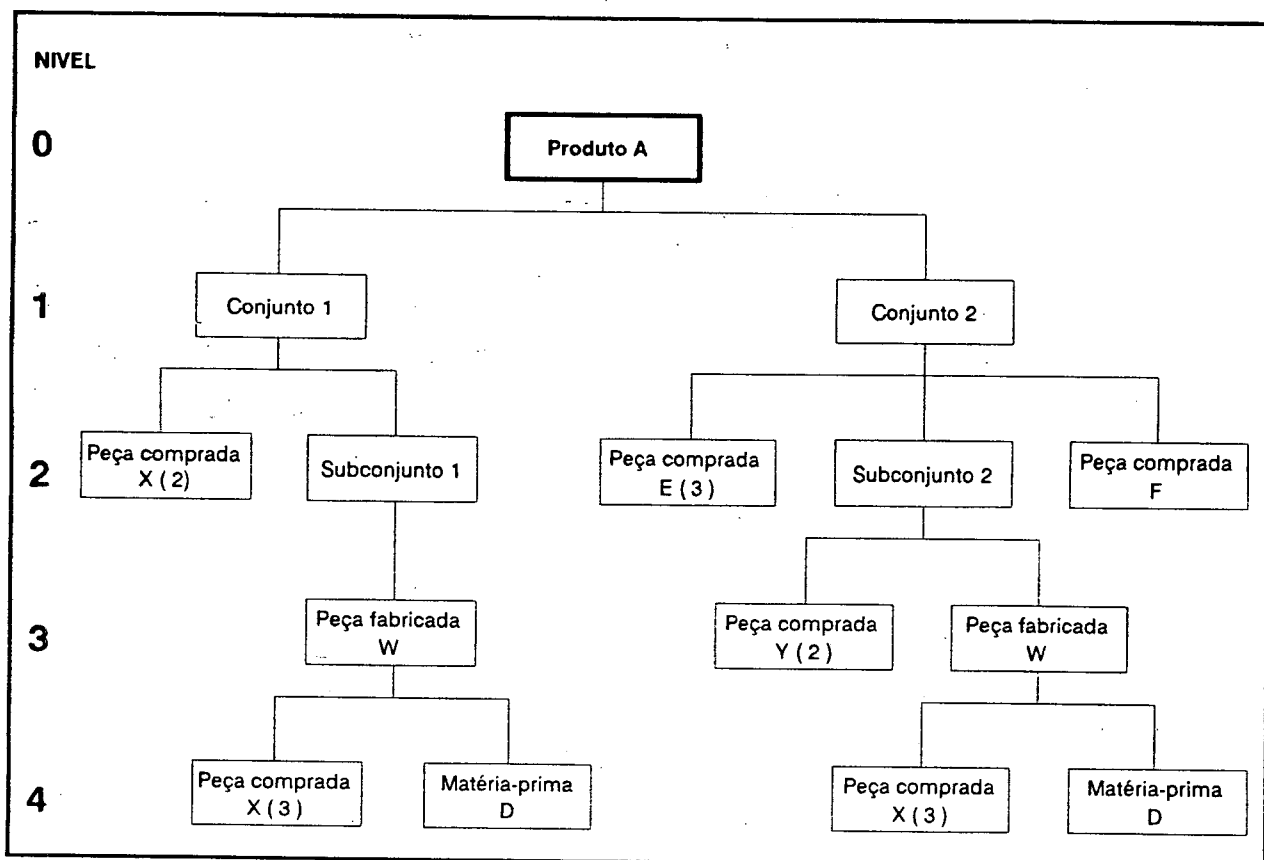


Figura 26 - Exemplo da estrutura de um produto

ITEM PAI	COMPONENTE	QUANTIDADE
Produto A	Conjunto 1	1
Produto A	Conjunto 2	1
Conjunto 1	Subconjunto 1	1
Conjunto 1	Peça Comprada X	2
Conjunto 2	Subconjunto 2	1
Conjunto 2	Peça comprada E	3
Conjunto 2	Peça comprada F	1
Subconjunto 1	Peça fabricada W	1
Subconjunto 2	Peça fabricada W	1
Subconjunto 2	Peça comprada Y	2
Peça fabricada W	Peça comprada X	3
Peça fabricada W	Matéria-Prima D	1

Figura 27 - Exemplo de uma lista de materiais

5.2.4. Acompanhamento da movimentação de materiais - Figura 28

O conhecimento efetivo dos produtos, conjuntos, subconjuntos, peças compradas, peças fabricadas e matérias-primas disponíveis no estoque, em fabricação ou já encomendados é indispensável para o cálculo das necessidades líquidas e para o controle de disponibilidades dos itens de inventário [Chassang & Tron, 1984].

O processo de acompanhamento e manutenção dos estoques proposto objetiva operacionalizar a reposição dos estoques em função das necessidades detectadas quando da validação do plano de produção. Permite, também, acompanhar a movimentação de materiais, registrando as entradas, reentradas, refugos, saídas e expedições, mantendo, dessa forma, as informações da posição dos estoques sempre atualizadas.

Em função dos itens de inventário a programar, oriundos da determinação das necessidades líquidas, o sistema gera ordens de fabricação e de compra, respeitando o tamanho do lote de encomenda e do estoque de segurança definidos.

A partir da programação, o sistema faz um acompanhamento das ordens de fabricação e de compra, transformando-as em disponibilidades de estoques quando forem efetivadas.

Finalmente, a posição dos estoques é o resultado da combinação entre os estoques efetivamente disponíveis e das ordens de fabricação e de compra em andamento. A posição dos estoques estará em mutação dinâmica em função das constantes atualizações provenientes das entradas, reentradas, saídas, refugos, expedições e transferências, inerentes ao processo produtivo.

5.3. Operacionalização do sistema de planejamento industrial

Planejar é tomar decisões sobre ações a serem sequencialmente desencadeadas no futuro, com base em fatos reais e em previsões e percepções do futuro, almejando atingir um determinado objetivo [Iarozinski Neto, 1989].

No contexto industrial, o planejamento busca atender objetivos relacionados com

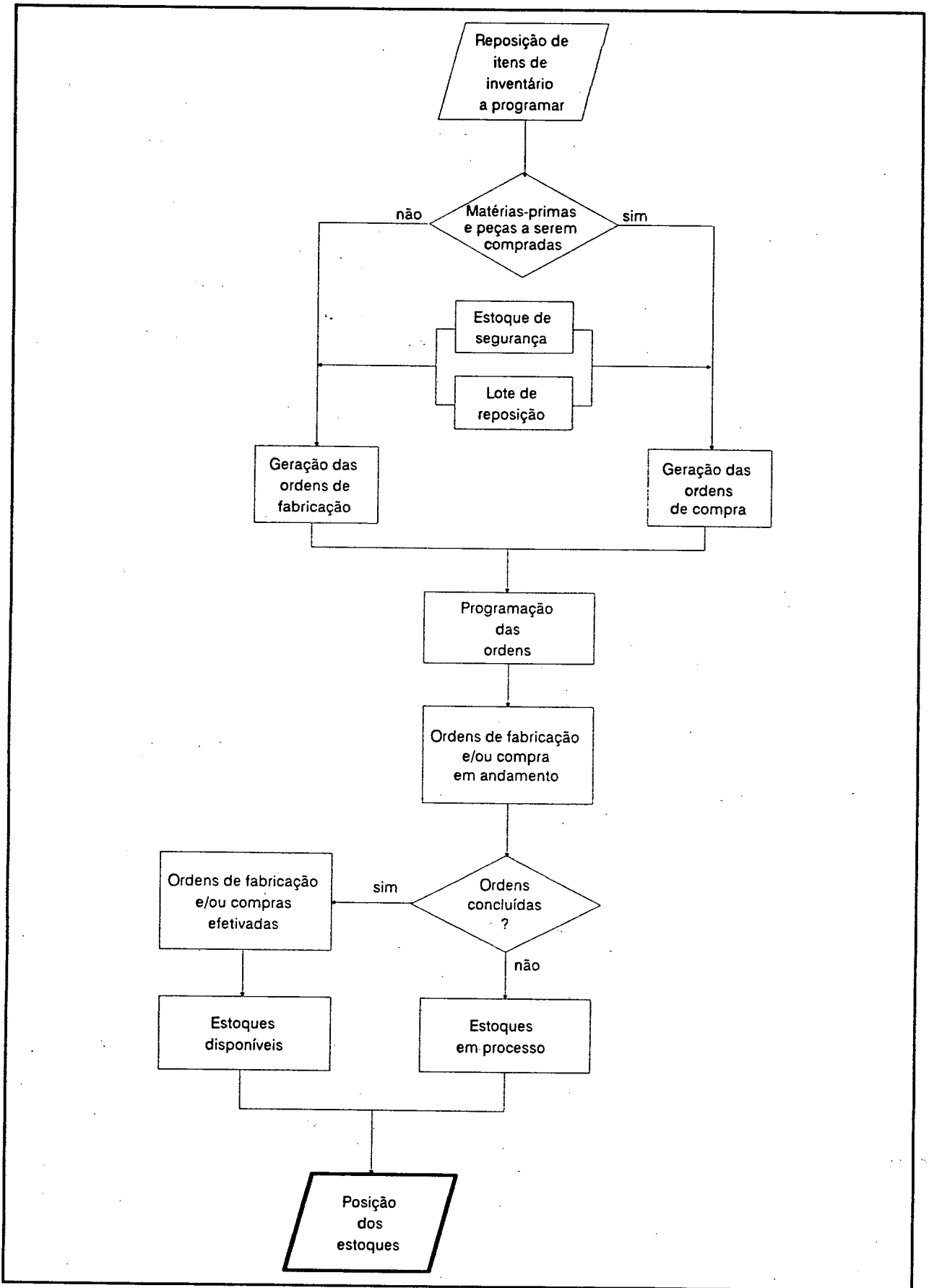


Figura 28 - Processo de acompanhamento da movimentação de materiais

o processo de transformação das matérias-primas em produtos acabados. O horizonte de planejamento e as especificidades das ações a serem tomadas definirão o espectro da abordagem a ser desenvolvida, podendo o mesmo situar-se a nível estratégico, tático ou operacional.

O planejamento estratégico tem por função adequar a organização às transformações do meio ambiente. Ele ocorre a nível institucional, possui características globais macro-orientadas, insere-se numa perspectiva de longo prazo e convive com um alto grau de incerteza [Iarozinski Neto, 1989]. A consecução do planejamento estratégico é efetivada nos níveis de gestão e operacional através do planejamento tático e operacional, respectivamente.

O planejamento tático é o elo de ligação entre o planejamento estratégico e o operacional. Atua no médio prazo sobre as atividades de controle e integração das operações atuais do empreendimento, buscando minimizar as incertezas a nível de obtenção e alocação dos recursos, oriundas do meio ambiente, de maneira a permitir a execução do planejamento operacional [Iarozinski Neto, 1989]).

Já o planejamento operacional objetiva a busca da otimização na aplicação dos recursos envolvidos no processo de transformação industrial. Voltado a operacionalizar os objetivos definidos a curto prazo, ele possui uma abrangência localizada e é caracterizado pelo detalhamento com que estabelece as tarefas e operações na condução do sistema físico [Iarozinski Neto, 1989].

O planejamento deve possuir graus de flexibilidade e racionalidade inversamente proporcionais, compatíveis com as características que definem o sistema físico e com o tempo de resposta inerente a esse sistema, para reagir às mudanças que possam ocorrer. A adequação dos níveis de planejamento - estratégico, com maior flexibilidade, operacional, com maior racionalidade - à estrutura organizacional do empreendimento, é fato decisivo à sua efetiva gestão.

O sistema de gestão industrial engloba, basicamente, ações táticas e operacionais. A manipulação de informações relacionadas com a capacidade de produção da fábrica e

com os recursos materiais e financeiros disponíveis, permitem o estabelecimento de um plano de ação, o qual compreende desde a programação das operações de fabricação até a definição de metodologias e procedimentos a serem implementados.

5.3.1. O sistema de planejamento industrial proposto

O planejamento das atividades industriais é efetivado a partir do estabelecimento de um modelo do sistema físico. O modelo deve ser embasado no conhecimento do corpo técnico do empreendimento e materializado através da aplicação de modelos matemáticos, computacionais, etc.. Independentemente dos mecanismos utilizados para a criação do modelo, o mesmo deve ser confiável, refletindo, dessa forma, o sistema físico a ser gerenciado.

O sistema proposto utiliza em seu bojo técnicas e lógicas que possibilitam a modelagem do sistema físico do setor de produção através da redução significativa das variáveis essenciais a serem controladas, obtida pela aplicação do conceito de unificação da produção. Além da utilização da técnica de unificação da produção, cuja aplicação possibilita uma maior facilidade na fixação das ações a serem realizadas, o sistema faz uso da lógica de determinação de gargalos do setor de produção, permitindo a utilização racional e otimizada dos recursos considerando o cenário existente. Os parâmetros utilizados na modelagem do sistema de planejamento industrial proposto torna-o simples, sem ser simplista, e factível de ser operacionalizado, gerando informações consistentes para a tomada de decisões.

O sistema de planejamento industrial proposto permitirá operacionalizar as ações essenciais necessárias à gestão do sistema físico. As ações contempladas pelo sistema proposto estão enumeradas a seguir, e serão detalhadas nas seções subsequentes.

- determinação da capacidade fabril;
- análise dos níveis de atividade da fábrica;
- determinação dos índices de ajuste relativos à utilização da capacidade produtiva;

- planejamento da produção;
- parâmetros necessários à programação da produção.

5.3.2. Análise da capacidade e dos níveis de atividade da fábrica

A determinação da capacidade fabril objetiva gerar informações que viabilizem o processo de planejamento e programação da produção. Permite, ainda, analisar os parâmetros de desempenho quando comparados com os recursos de produção efetivamente utilizados durante o processo de fabricação.

A capacidade fabril, para ser uma medida consistente, deve considerar em sua determinação um parâmetro físico, tal como a hora, tonelada, m³, etc., refletindo, assim, a extensão das atividades possíveis de serem desenvolvidas, e um parâmetro abstrato - noção de valor - inerente ao processo de fabricação, que permitirá a incorporação das diferentes intensidades de trabalho requeridas nas atividades a serem desenvolvidas. Ou seja, a capacidade fabril deve traduzir o potencial produtivo da fábrica considerando um fator físico.

O modelo de gestão proposto utiliza a unidade de esforço de produção como parâmetro para definição da capacidade fabril, pois o mesmo contempla as características necessárias descritas acima. O método da UEP fundamenta-se na noção abstrata de trabalho, a qual absorve tanto a intensidade das atividades desenvolvidas quanto a sua extensão.

Preliminarmente à análise da capacidade e dos níveis de atividade fabril, faz-se necessário diferenciá-los. A capacidade fabril pode ser definida como sendo o volume máximo de produção possível de se obter em condições operacionais máximas de trabalho. Já o nível de atividade está associado ao grau de utilização da capacidade, sendo proporcional aos esforços engajados no processo de transformação em condições normais. Esses esforços são determinados em função das restrições técnicas e econômicas existentes quando da determinação do "mix" de produção estabelecido no plano de produção (ver seção 5.3.4).

Os níveis de atividade podem ser classificados segundo três critérios distintos: nível de atividade total, nível de atividade técnico e nível de atividade econômico.

a. Nível de atividade total

A determinação do nível de atividade total permite definir a máxima quantidade de UEPs que poderá ser produzida em um determinado período em condições normais de operação. Em seu cálculo serão considerados os potenciais produtivos dos postos operativos e o tempo disponível para a realização das operações de fabricação. Supõe-se, dessa forma, que a fábrica esteja perfeitamente balanceada.

O nível de atividade total pode ser subdividido em três níveis distintos em função dos tempos utilizados no processo de cálculo.

Nível de atividade máximo teórico (NAMT)

É a quantidade máxima teórica, em UEPs, considerando a fábrica em atividade plena, onde todos os postos operativos estariam produzindo durante o tempo total disponível.

$$\text{NAMT} = \sum_{i=1}^m P_i * Tt_i \quad [2]$$

onde:

P_i = Potencial produtivo do posto operativo "i";

Tt_i = Tempo total disponível para o posto operativo "i".

Nível de atividade máximo previsto (NAMP)

A determinação do nível de atividade máximo previsto resulta na quantidade a ser produzida, em UEPs, considerando o tempo previsto de utilização dos postos operativos e um determinado período. Na determinação do tempo previsto deverá considerar informações referentes a tempos mortos (onde não é possível produzir), tais como

manutenção, preparação, etc..

$$\text{NAMP} = \sum_{i=1}^m P_i \cdot T_{p_i} \quad [3]$$

onde:

- P_i = Potencial produtivo do posto operativo "i";
 T_{p_i} = Tempo previsto disponível para o posto operativo "i".

Nível de atividade máximo real (NAMR)

É o volume de produção a ser fabricado, em UEPs, considerando o tempo real utilizado pelos postos operativos. O tempo real utilizado deverá ser obtido subtraindo-se do tempo previsto percentuais referentes a demoras inevitáveis, necessidades fisiológicas dos operadores, etc..

$$\text{NAMR} = \sum_{i=1}^m P_i \cdot T_{r_i} \quad [4]$$

onde:

- P_i = Potencial produtivo do posto operativo "i";
 T_{r_i} = Tempo real disponível para o posto operativo "i".

A determinação dos níveis de atividade total permitirá definir o grau de ociosidade e de organização da estrutura de produção, viabilizando a análise periódica do grau de utilização do sistema produtivo, bem como a avaliação de sua adequação às necessidades impostas pelo mercado.

b. Nível de atividade técnico - Figura 29

O nível de atividade técnico corresponde ao volume máximo de produção, medida em UEPs, que se conseguirá obter considerando as restrições de capacidade técnica

inerentes à estrutura de produção. Ele será inversamente proporcional ao desbalanceamento existente na estrutura de produção, o qual variará em função do "mix" de produtos a serem fabricados. Da mesma forma que o anterior, o nível de atividade técnico também poderá ser subdividido em nível de atividade técnico total, previsto e real.

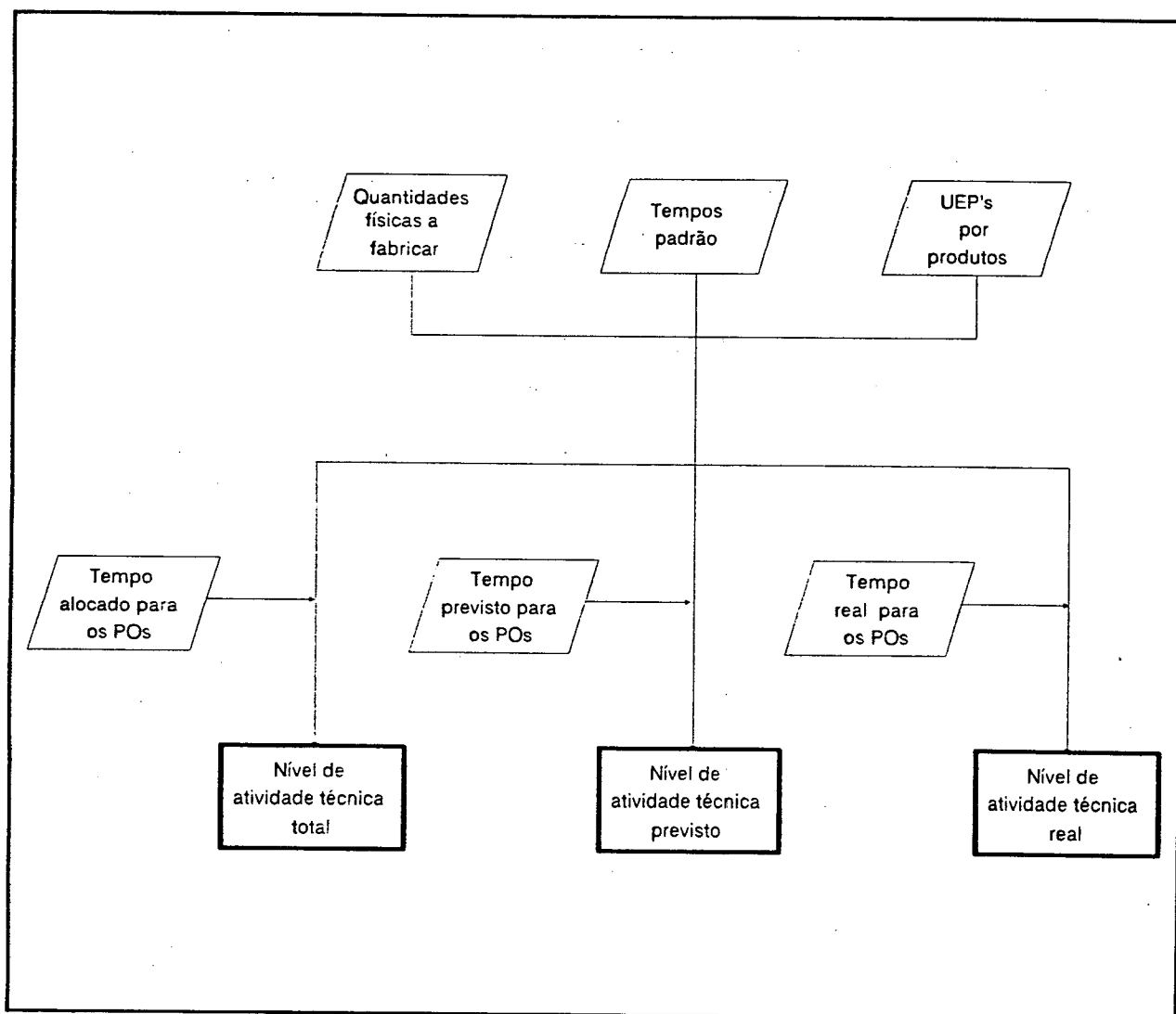


Figura 29 - *Nível de atividade técnico*

Para determinação do nível de atividade técnico informa-se os tempos total, previsto e real dos postos operativos, as quantidades físicas a serem fabricadas, com seus respectivos tempos-padrão e esforços de produção. No processo de cálculo definir-se-á o "mix" de produtos que otimiza a utilização da capacidade instalada da fábrica, utilizando, para tanto, técnicas de pesquisa operacional. A seguir, serão apresentadas as formulações matemáticas utilizadas para a determinação dos diferentes níveis de atividade técnicos.

Nível de atividade técnico total (NATT)

$$\text{NATT} = \text{Max} \sum_{j=1}^n E_j * X_j \quad [5]$$

s.a.

$$\sum_{j=1}^n T_{ij} * X_j < Tt_i, \text{ onde } i = 1, 2, \dots, m$$

Nível de atividade técnico previsto (NATP)

$$\text{NATP} = \text{Max} \sum_{j=1}^n E_j * X_j \quad [6]$$

s.a.

$$\sum_{j=1}^n T_{ij} * X_j < Tp_i, \text{ onde } i = 1, 2, \dots, m$$

Nível de atividade técnico real (NATR)

$$\text{NATR} = \text{Max} \sum_{j=1}^n E_j * X_j \quad [7]$$

s.a.

$$\sum_{j=1}^n T_{ij} * X_j < Tr_i, \text{ onde } i = 1, 2, \dots, m$$

onde:

E_j = Esforço de produção necessário à fabricação do produto "j" (em UEPs);

X_j = Quantidade física a ser produzida do produto "j";

T_{ij} = Tempo-padrão necessário à fabricação do produto "j" no posto operativo "i";

- $T_{t i}$ = Tempo total disponível para o posto operativo "i";
 $T_{p i}$ = Tempo previsto disponível para o posto operativo "i";
 $T_{r i}$ = Tempo real disponível para o posto operativo "i";
 i = Postos operativos;
 j = Produtos.

c. Nível de atividade econômico - Figura 30

A determinação do nível de atividade econômico fornece a combinação de produtos na qual a lucratividade total da fábrica é maximizada. Sua obtenção implica na definição de um "mix" econômico ideal de produtos a serem fabricados.

O processo de obtenção do nível de atividade econômico consiste em maximizar a margem-fábrica total da empresa,* considerando-se simultaneamente as restrições relevantes impostas pelo mercado e pelo processo produtivo.

As informações necessárias para a determinação do nível de atividade econômico são variáveis em função de sua relevância relativa aos vários segmentos industriais. Contudo, o sistema proposto define algumas informações básicas indispensáveis, podendo as demais serem adicionadas como restrições livres ou como alterações das restrições pré-definidas.

Como informações básicas o sistema define o potencial de vendas, apresentado nos seus limites inferior e superior, em função da carteira de pedidos e da previsão de vendas compatível com a participação da empresa no mercado, os tempos-padrão dos produtos a serem fabricados, os tempos total, previsto e real disponíveis para os postos operativos,

* No processo de cálculo da margem-fábrica (ver seção 5.4.5 item a.) são computados os custos de transformação. Entretanto, sabe-se que a parcela fixa dos custos de transformação normalmente não sofre variação no curto prazo, não sendo sensível, assim, a possíveis flutuações no nível de atividade da empresa. Portanto, para o cálculo do nível de atividade econômico, caso na implantação do sistema opte-se pela separação dos custos em fixos e variáveis, deve-se maximizar a margem de contribuição e não a margem-fábrica, evitando, assim, resultados distorcidos e ineficientes quando o nível de atividade da empresa apresentar flutuações, e isto justamente pela consideração dos custos fixos na análise.

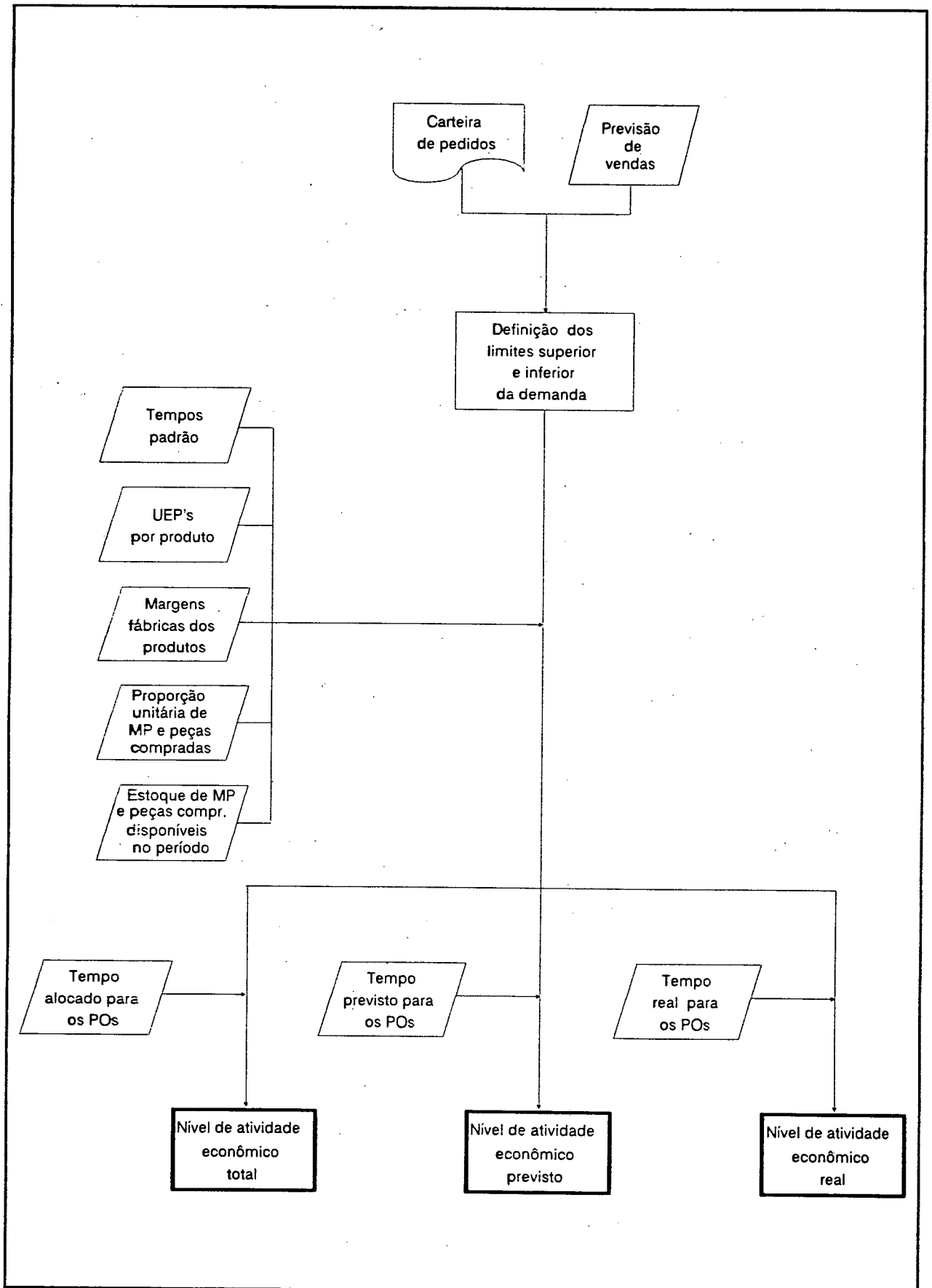


Figura 30 - *Nível de atividade econômico*

as margens-fábrica dos produtos, a proporção unitária de matérias-primas e peças compradas, e os estoques disponíveis de matérias-primas e peças compradas. De posse dessas informações, o sistema calculará os níveis de atividade econômico total, previsto e real através das formulações matemáticas mostradas a seguir.

Nível de atividade econômico total (NAET)

$$\text{NAET} = \text{Max} \sum_{j=1}^n \text{MF}_j * X_j \quad [8]$$

s.a.

$$\sum_{j=1}^n T_{ij} * X_j < T_{ti} \quad \text{onde } i = 1, 2, \dots, m$$

$$a_j < X_j < b_j, \quad \text{onde } j = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{j=1}^n C_{kj} * X_j < \text{MP}_k + \text{EST}_k, \quad \text{onde } k = 1, 2, \dots, p$$

Nível de atividade econômico previsto (NAEP)

$$\text{NAEP} = \text{Max} \sum_{j=1}^n \text{MF}_j * X_j \quad [9]$$

s.a.

$$\sum_{j=1}^n T_{ij} * X_j < T_{pi}, \quad \text{onde } i = 1, 2, \dots, m$$

$$a_j < X_j < b_j, \quad \text{onde } j = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{j=1}^n C_{kj} * X_j < \text{MP}_k + \text{EST}_k, \quad \text{onde } k = 1, 2, \dots, p$$

Nível de atividade econômico real (NAER)

$$\text{NAER} = \text{Max} \sum_{j=1}^n \text{MF}_j * X_j \quad [10]$$

s.a.

$$\sum_{j=1}^n T_{ij} * X_j < Tr_i, \quad \text{onde } i = 1, 2, \dots, m$$

$$a_j < X_j < b_j, \quad \text{onde } j = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{j=1}^n C_{kj} * X_j < MP_k + EST_k, \quad \text{onde } k = 1, 2, \dots, p$$

onde:

MF_j = Margem-fábrica unitária do produto "j";

X_j = Quantidade física a ser produzida do produto "j";

a_j = Quantidade mínima de produção para o produto "j";

b_j = Quantidade máxima de produção para o produto "j";

$C_{k,j}$ = Quantidade necessária da matéria-prima "k" para a produção de uma unidade do produto "j";

MP_k = Quantidade disponível da matéria-prima "k" no horizonte de planejamento considerado;

EST_k = Estoque atual da matéria-prima "k";

$T_{i,j}$ = Tempo padrão necessário à fabricação do produto "j" no posto operativo "i";

Tt_i = Tempo total disponível para o posto operativo "i";

Tp_i = Tempo previsto disponível para o posto operativo "i";

Tr_i = Tempo real disponível para o posto operativo "i";

i = Postos operativos;

j = Produtos;

k = Itens de matéria-prima.

Observa-se que a determinação do nível de atividade econômico também é feita na forma de um problema de programação linear, onde o número de variáveis será igual ao número de produtos e o número de restrições será dado pela quantidade de postos operativos da fábrica acrescida as restrições de mercado em geral. Essa formulação matemática permitirá fazer várias e oportunas análises levando-se em consideração as

variáveis básicas e duais, as quais serão detalhadas quando se fizerem necessárias à continuidade da implementação do sistema.

5.3.3. Índices de ajuste relativos à utilização da capacidade produtiva - Figura 31

A determinação dos índices de ajuste objetiva avaliar o balanceamento e a adequação do sistema de produção da empresa, tanto em relação à capacidade tecnológica dos meios de produção quanto aos fatores econômicos externos e internos da empresa.

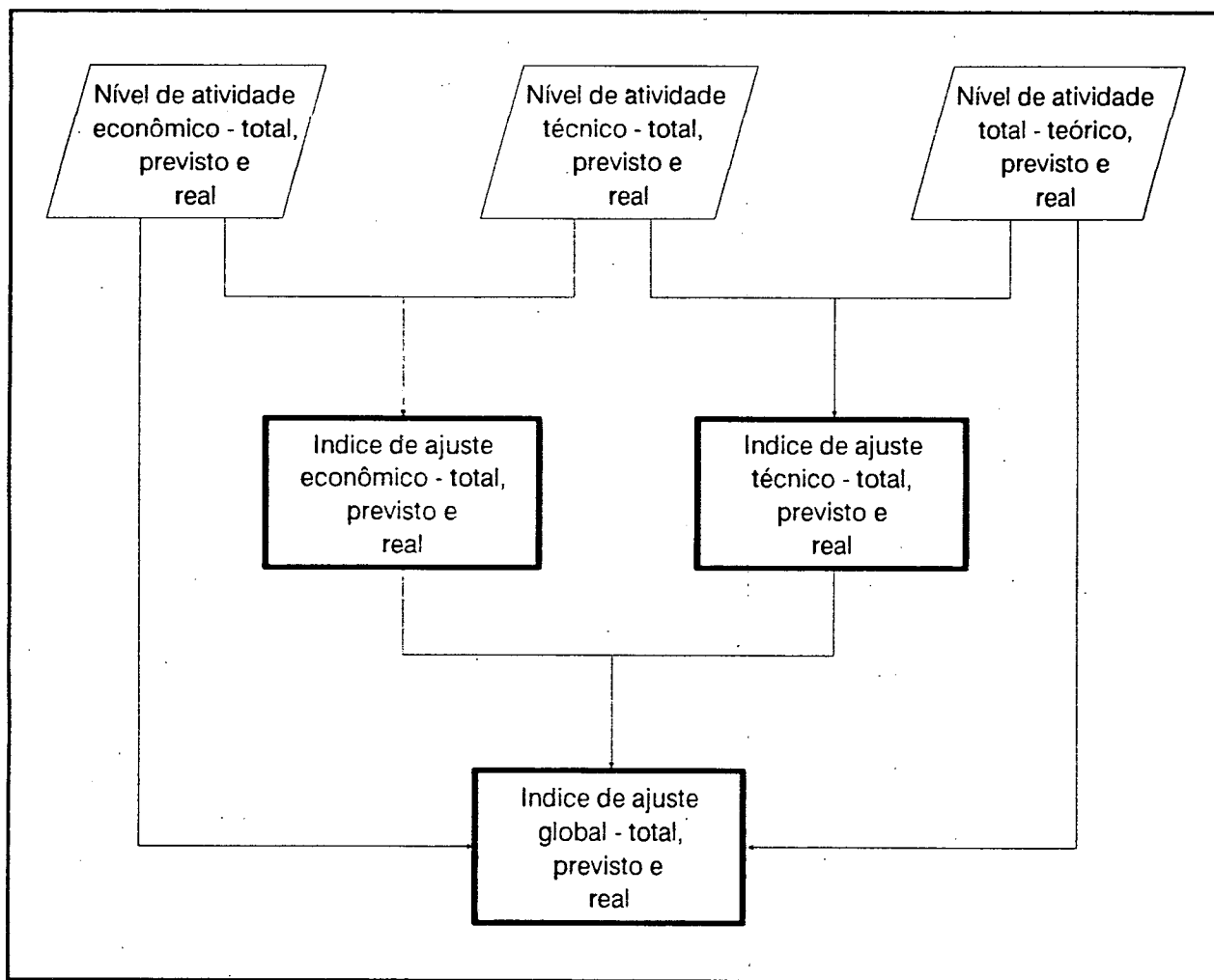


Figura 31 - Índices de ajuste relativos à utilização da capacidade produtiva da fábrica

Os índices de ajuste são calculados através da comparação dos três níveis de atividades definidos anteriormente, podendo ser convenientemente divididos em índices de ajuste técnico, índices de ajuste econômico e índices de ajuste global.

a. Índice de ajuste técnico

O índice de ajuste técnico expressa o grau de balanceamento do nível de atividade técnico relativamente ao nível de atividade máximo da fábrica. Quanto mais este índice se aproximar da unidade, mais balanceado e adequado tecnicamente estará o sistema produtivo. Ele é obtido pela razão entre o nível de atividade técnico e o nível de atividade teórico considerado, podendo o mesmo ser subdividido em:

Índice de ajuste técnico total (IATT)

$$\text{IATT} = \frac{\text{nível de atividade técnico total}}{\text{nível de atividade máximo teórico}} \quad [11]$$

Índice de ajuste técnico previsto (IATP)

$$\text{IATP} = \frac{\text{nível de atividade técnico previsto}}{\text{nível de atividade máximo previsto}} \quad [12]$$

Índice de ajuste técnico real (IATR)

$$\text{IATR} = \frac{\text{nível de atividade técnico real}}{\text{nível de atividade máximo real}} \quad [13]$$

b. Índice de ajuste econômico

O índice de ajuste econômico expressa o grau de adequação dos fatores econômicos para com o nível de atividade técnico. Quanto mais este índice se aproximar da unidade, mais ajustada estará a empresa às exigências de mercado. Ele é obtido pela razão entre o nível de atividade econômico e o nível de atividade técnico, podendo o mesmo ser

desdobrado também em teórico, previsto e real.

Índice de ajuste econômico total (IAET)

$$\text{IAET} = \frac{\text{nível de atividade econômico total}}{\text{nível de atividade técnico teórico}} \quad [14]$$

Índice de ajuste econômico previsto (IAEP)

$$\text{IAEP} = \frac{\text{nível de atividade econômico previsto}}{\text{nível de atividade técnico previsto}} \quad [15]$$

Índice de ajuste econômico real (IAER)

$$\text{IAER} = \frac{\text{nível de atividade econômico real}}{\text{nível de atividade técnico real}} \quad [16]$$

c. Índice de ajuste global

O índice de ajuste global expressa o grau de adequação da estrutura de produção da empresa às exigências de mercado ao qual está sujeita. Ele compara a máxima quantidade de produção, medida em UEPs, que a empresa consegue colocar economicamente no mercado, com a quantidade máxima que a empresa poderia oferecer a esse mercado.

O índice de ajuste global é obtido pela razão entre o nível de atividade econômico e o nível de atividade máximo podendo, pela substituição de fórmulas, ser obtido também pela multiplicação entre o índice de ajuste técnico e o índice de ajuste econômico. O índice de ajuste global, similarmente aos índices de ajuste técnico e econômico, também pode ser subdividido em total, previsto e real.

Índice de ajuste global total (IAGT)

$$\text{IAGT} = \frac{\text{nível de atividade econômico total}}{\text{nível de atividade máximo teórico}} \quad [17]$$

Índice de ajuste global previsto (IAGP)

$$\text{IAGP} = \frac{\text{nível de atividade econômico previsto}}{\text{nível de atividade máximo previsto}} \quad [18]$$

Índice de ajuste global real (IAGR)

$$\text{IAGR} = \frac{\text{nível de atividade econômico real}}{\text{nível de atividade máximo real}} \quad [19]$$

A análise dos índices de ajuste, utilizando-se tempos teóricos e previstos, permite o desencadeamento de ações de regulação que interagem dinamicamente com o sistema, adequando os níveis de atividade aos objetivos pré-definidos, a partir da análise das variáveis e restrições que o compõe. Já a análise dos índices de ajuste utilizando tempos reais permite o desencadeamento de ações de controle através de dispositivos do tipo retroativos, buscando conduzir os níveis de atividade aos patamares pré-estabelecidos.

Desse modo, as ações preventivas e corretivas baseadas na análise dos índices de ajuste podem ser implementadas em diversos subsistemas da empresa, baseadas em diagnósticos que revelam as causas dessas distorções e podendo, dessa forma, atacar tanto restrições internas como externas à empresa.

5.3.4. Planejamento da produção - Figura 32

O plano de produção fornece informações de maneira agregada do que, quanto,

quando e com que produzir. Ao trabalhar-se a nível de planeamento da produção, o sistema produtivo é focado sob um prisma mais abrangente e com menos detalhes do que a nível de programação. Santoro [1982] define que a atividade de planeamento da produção deve relacionar a empresa com o seu meio-ambiente imediato, considerando a demanda, as restrições de fornecimento de materiais e os recursos produtivos, ao mesmo tempo que considera os objetivos e restrições da empresa como um todo.

O plano de produção proposto pelo sistema considera as restrições internas e externas à empresa através da análise dos níveis de atividade técnico e económico previstos, com o objetivo de otimizar sua lucratividade. Um segundo objetivo, e não menos importante do plano de produção, é minimizar o efeito das oscilações dos níveis de produção, adequando a estrutura produtiva às exigências do mercado.

Para tanto, o sistema determina os índices de ajustes técnico, económico e global a partir dos níveis de atividade máximo, teórico e económico previstos. Em função dos resultados obtidos, o mesmo permite ajustes nos níveis de atividade económico e técnico. Definindo-se pela realização de ajustes será necessário analisar os resultados do problema de programação linear, responsável pela definição do nível de atividade económico, à luz das variáveis básicas e duais fornecidas, as quais podem mostrar gargalos embutidos nas restrições técnicas e económicas.

Pode-se, então, alterar essas restrições mediante as seguintes opções: consideração de horas extras, consideração de postos operativos com capacidade compartilhada, controle rígido de capacidade do posto operativo, consideração sobre variantes tecnológicas de produção, consideração de estoques adicionais de matérias-primas e de peças compradas.

Na busca de uma melhor utilização da capacidade instalada, o sistema permitirá a alteração das quantidades máximas aceitas pelo mercado. Será possível realizar-se um incremento em tal limite, proveniente de eventuais investimentos para estimular a demanda dos produtos, tais como propaganda, promoções, pesquisa e desenvolvimento, etc.. Para tanto, deverá ser informado o valor dos investimentos, as restrições orçamentárias e de quanto será o acréscimo potencial nas vendas.

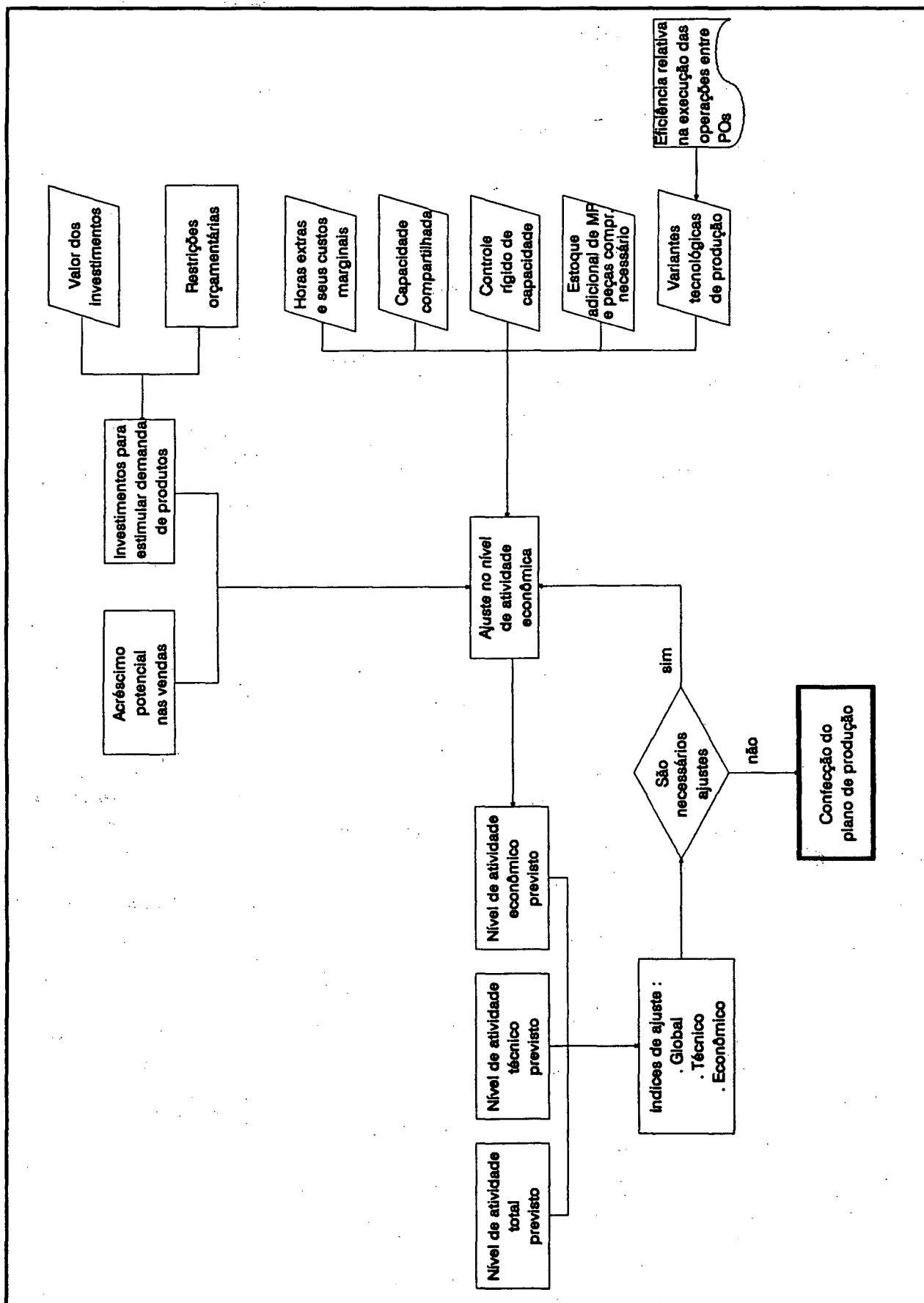


Figura 32 - Planejamento da produção

De posse das novas informações, o sistema determinará o novo nível de atividade econômico previsto e os novos índices de ajuste. Caso não seja necessário novos ajustes, o sistema confeccionará o plano de produção.

O plano de produção consiste, enfim, em um instrumento de planejamento utilizado para determinação das necessidades líquidas dos materiais, bem como para encaminhar o processo de programação da produção.

5.3.5. Parâmetros necessários à programação da produção - Figura 33

A programação da produção pode ser considerada o nível operacional do planejamento da produção. Seus objetivos confundem-se, ao menos parcialmente, com os de planejamento, e as decisões devem manter alto grau de coerência [Santoro, 1982].

Ao contrário do planejamento da produção, que trata as informações de forma agregada, na programação as decisões sobre "o que" e "quando" produzir devem identificar os produtos de forma individualizada, nas quantidades diretamente obtidas do plano de produção. As decisões de "quando" produzir devem considerar períodos iguais ou menores do que o abrangido pelo ciclo produtivo, enquanto que as decisões sobre "o que" produzir devem ser detalhadas, a ponto de indicar em que recursos específicos devem ser efetuadas as operações. Ou seja, a programação da produção objetiva alocar os produtos a serem fabricados aos recursos disponíveis com um grau de detalhe que possibilite atingir os níveis de atividade definidos no plano de produção.

As principais dificuldades associadas à atividade de programação ligam-se à existência de situações que envolvem elementos de difícil manipulação teórica, tais como grande volume de produtos com quantidades variadas, implicando em roteiros e tempos de operação diferenciados; ciclos produtivos longos; utilização de recursos não comuns a todas as ordens de fabricação; "mix" de produtos variáveis no tempo; solicitação de carga global variável no tempo; e necessidades de fixação de datas de entrega definidas para ordens de produção que chegam dinamicamente ao sistema produtivo.

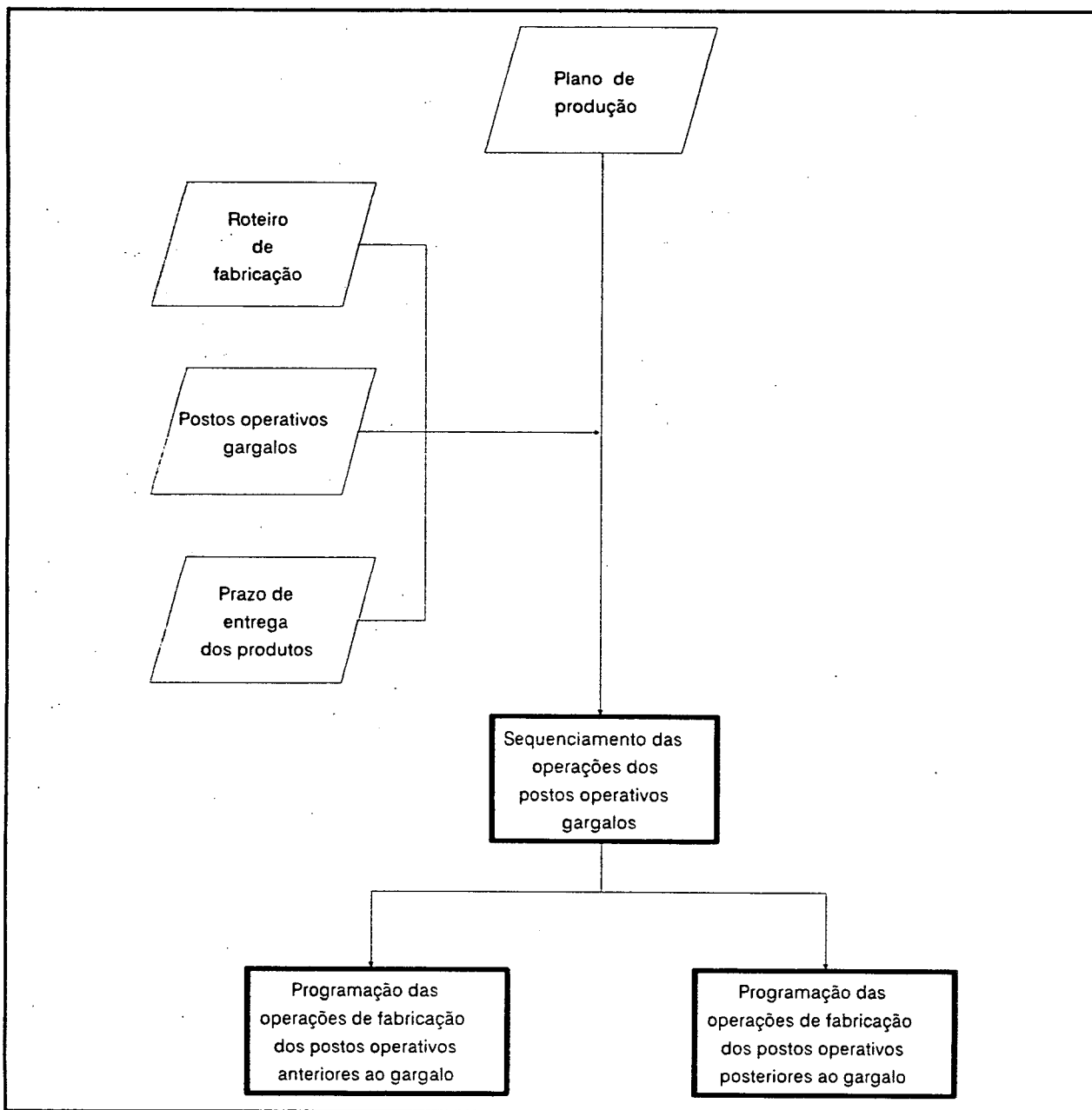


Figura 33 - Parâmetros necessários à programação da produção

Visto isso, a programação da produção pode ser modelada como um problema de sequenciamento dinâmico. A sua solução, devido às inúmeras variáveis que interagem dinamicamente entre si, é complexa, e as vezes quase impossível de ser operacionalizada.

No âmbito do sistema proposto não é apresentada uma solução definitiva para a programação da produção. O sistema propõe um procedimento que objetiva a formalização do processo de decisão, o qual é baseado numa combinação dos princípios dos métodos da UEP, OPT e Kanban.

O método da UEP, a partir do conceito de unificação da produção e utilizando-se simultaneamente de técnicas de programação matemática, permite determinar, de forma consistente, a capacidade de produção considerando as restrições técnicas e econômicas impostas aos meios de produção disponíveis.

Rodrigues [1990] mostra que a partir da análise das variáveis duais é possível identificar as operações de fabricação a serem realizadas nos postos operativos gargalo, e isto para o "mix" de produtos definido no plano de produção.

Conhecidos os postos operativos gargalo e as operações de fabricação a serem realizadas nos mesmos, aplicam-se então os conceitos do método OPT (ver seção 3.5.2 - item c), o qual reconhece que são os gargalos produtivos que fornecem o ritmo das atividades fabris.

Num primeiro instante deve-se concentrar esforços na definição do sequenciamento das operações gargalo, considerando informações adicionais referentes ao roteiro de fabricação, ao volume a ser produzido e ao prazo de entrega dos produtos.

Além disso, sabendo-se que são os postos operativos gargalos que fornecem o ritmo das atividades fabris, serão eles que determinarão o nível de utilização dos recursos não críticos. A programação das operações de fabricação dos postos operativos anteriores e posteriores aos gargalos deverá ser realizada em função do ritmo imposto pelos mesmos.

Para a programação das operações que antecedem as operações gargalo deve-se utilizar a lógica definida no método Kanban (ver seção 3.5.2. - item d), a qual desencadeia o processo de fabricação em fluxo inverso no momento em que se configuram as necessidades de produtos, subconjuntos e peças, e isso nas quantidades requeridas. Já a programação das operações de fabricação posteriores às operações gargalo deverá ser realizada segundo uma lógica de "produção empurrada" a partir da programação previamente feita para os postos operativos gargalos.

Ao se utilizar a formalização proposta para a programação, os responsáveis pela área passam não a gerar decisões aleatórias e empíricas, mas a gerenciar processos de

decisão, permitindo que, através de um processo adaptativo e dinâmico, as várias situações reais da empresa se integrem ao modelo, realimentando continuamente o processo.

5.4. Operacionalização do sistema de controle industrial

Controlar implica em comparar os resultados obtidos relativamente àqueles planejados, detectando os desvios e suas respectivas causas, e implementando ações que permitam reconduzi-los aos objetivos previamente traçados.

Em função disso, o controle industrial busca especificamente comparar os objetivos definidos no planejamento do processo de transformação com os resultados obtidos, apurando e corrigindo os desvios. O conceito de controle é dependente do conceito de planejamento, e sua amplitude está diretamente relacionada com as especificidades das ações de planejamento, a níveis estratégico, tático e operacional.

Assim sendo, as ações de controle concentram-se nos componentes essenciais do sistema de gestão industrial, buscando um equilíbrio dinâmico que possibilite a pilotagem desse sistema. O grau de detalhamento deve ser compatível com as características do sistema físico e de planejamento, bem como com as necessidades de informações para apoiar o processo de tomada de decisões.

5.4.1. O sistema de controle industrial proposto

O controle das atividades industriais deve considerar tanto ações preventivas quanto corretivas. As ações preventivas ou regulatórias interagem dinamicamente com o sistema, adequando-o a partir da análise das perturbações provindas do meio externo. Já as ações corretivas agem sobre o sistema através de dispositivos de retroalimentação, com o intuito de reconduzi-lo aos objetivos traçados. As ações regulatórias devem ser a tônica do sistema de controle, evitando-se, assim, ações corretivas que, por agirem a posteriori, oneram o processo produtivo.

O sistema de controle industrial proposto foi concebido com o objetivo de controlar

as variáveis essenciais do processo de gestão industrial. A sua operacionalização é flexível quanto à definição do montante de informações a serem analisadas, assim como quanto à periodicidade das análises podendo, dessa forma, adequar-se à estrutura organizacional das PMIs. As principais ações de controle industrial contempladas pelo sistema proposto são listadas a seguir, e serão descritas nas seções subsequentes.

- mensuração e controle da produção;
- mensuração do desempenho dos setores de produção;
- cálculo dos custos de produção dos produtos fabricados;
- formação do preço de vendas dos produtos fabricados;
- cálculo da lucratividade dos produtos fabricados; e
- estabelecimento de orçamentos para produtos fabricados sob encomenda.

5.4.2. Mensuração e controle da produção - Figura 34

A mensuração da produção para empresas multiprodutoras esbarra na heterogeneidade dos produtos fabricados. O número de artigos produzidos de diferentes tamanhos e tipos reflete uma grandeza física perfeitamente quantificável. Não se pode somar simplesmente o volume produzido, pois se estaria adicionando grandezas que não são homogêneas*.

Com a implantação do método da UEP e a conseqüente unificação da produção, a atividade de mensuração da produção é facilitada. Produtos diferentes poderão serem adicionados através de um parâmetro único e homogêneo. A UEP representa o esforço de produção despendido, consolidado nas intensidades físicas e monetárias embutidas durante a fabricação dos produtos. Dessa forma, a produção total do período será obtida pelo somatório das multiplicações entre o valor em UEPs dos produtos e suas respectivas quantidades fabricadas.

Contudo, o alto grau de agregação das informações, decorrente da utilização da sistemática de medição da produção descrita anteriormente, pode prejudicar o controle

* Grandezas homogêneas possuem a propriedade fundamental de serem de mesma natureza e, portanto, adicionáveis e comparáveis entre si.

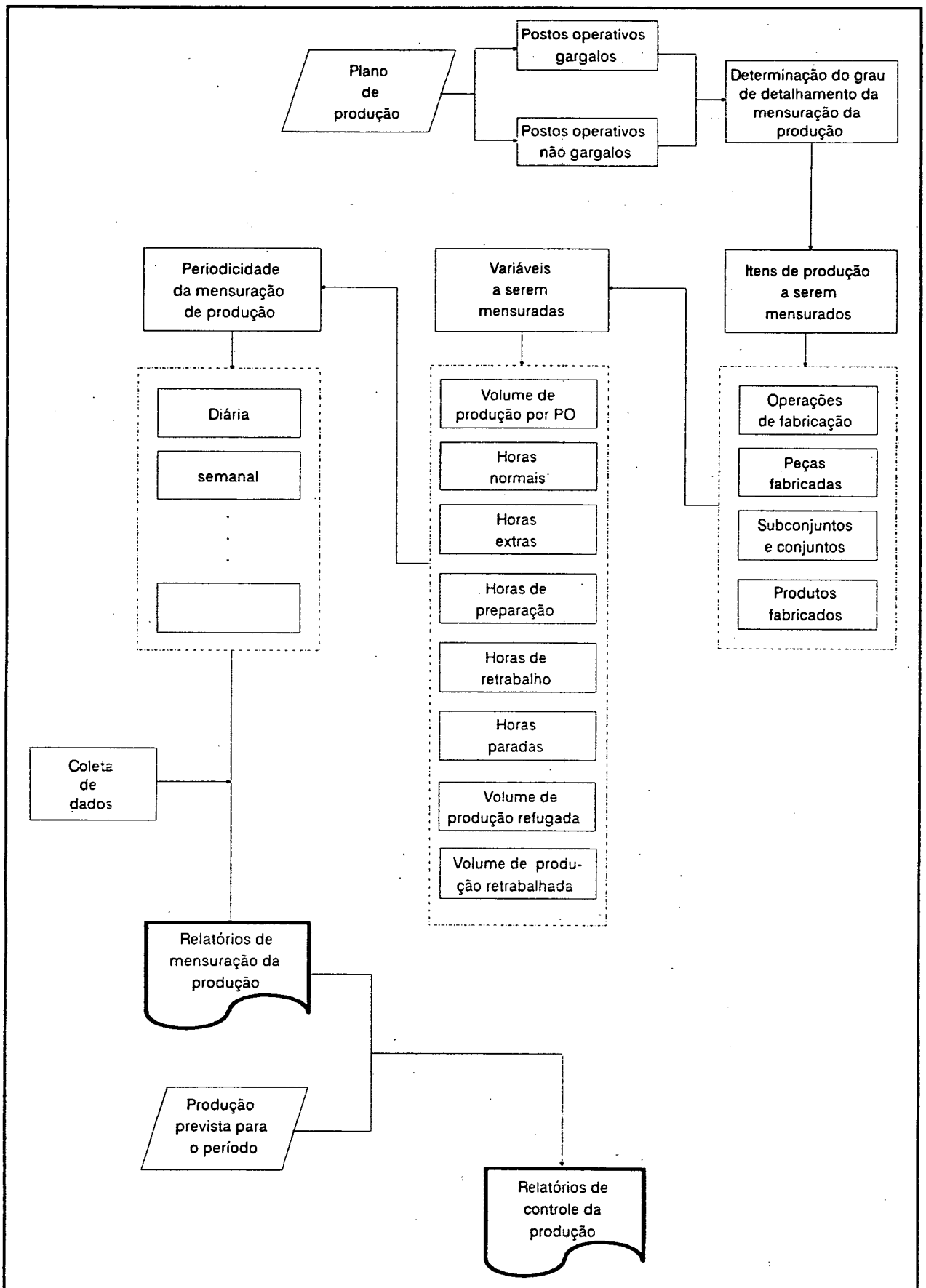


Figura 34 - Mensuração e controle da produção

efetivo da utilização dos recursos produtivos pela não consideração de alguns aspectos importantes, tais como a não separação dos potenciais produtivos em suas parcelas fixas e variáveis, a não individualização das atividades que constituem perdas necessárias e a desconsideração dos estoques em processo.

Em função disso, o sistema proposto para a mensuração da produção permite a incorporação de informações adicionais, permitindo uma análise mais acurada do comportamento do sistema de produção analisado.

A definição do grau de detalhamento a ser escolhido deverá pautar-se na relação custo/benefício e na capacidade administrativa de manipular o volume de informações a ser coletado. A partir do plano de produção, o sistema oferece a possibilidade de utilizar-se níveis de detalhamento diferenciados para a mensuração da produção de postos operativos gargalos. Essa diferenciação será feita a nível dos itens de produção e das variáveis a serem mensuradas, bem como da periodicidade dessa mensuração.

A mensuração da produção pode ser realizada a nível de operações de fabricação, peças fabricadas, subconjuntos e conjuntos ou produtos fabricados. A opção definida nesse tópico determinará se o sistema levará em consideração ou não os estoques em processo.

As variáveis a serem mensuradas permitem a contemplação do volume de produção realizado, do volume de produção refugada, do volume de produção retrabalhada, bem como das horas normais, extras, de preparação, de retrabalho e ociosas associadas à produção. Enfim, o leque de variáveis a serem mensuradas será função da opção, quando da implementação do sistema, pela separação das UEPs em suas parcelas fixas e variáveis.

O último nível a ser definido corresponde à periodicidade que será efetuada a mensuração da produção, a qual pode ser diária, semanal, etc..

Após definido o grau de detalhamento da mensuração da produção, o qual deve ser compatível com as características do processo de planejamento industrial analisado, o sistema proposto, a partir da coleta de dados, emitirá os relatórios de medição da produção.

Através da comparação da produção realizada com a produção prevista, o sistema emitirá relatórios de controle da produção, e isto na periodicidade escolhida. Assim, a partir das informações contidas nos relatórios de controle de produção poder-se-á analisar os desvios ocorridos e suas extensões e daí desencadear ações visando suas correções.

5.4.3. Mensuração do desempenho do setor de produção - Figura 35

A mensuração do desempenho do setor de produção, através de índices de gestão do tipo rendimento, eficiência, eficácia e produtividade é um instrumento essencial de controle dentro da gestão industrial. Os índices de gestão mostram, dentro de suas especificidades, o desempenho obtido no processo de transformação industrial, em especial, quando comparados aos parâmetros definidos no planejamento.

A dificuldade de se obter corretamente esses índices, em empresas multiprodutoras, se deve à complexidade do processo produtivo e à heterogeneidade dos produtos fabricados. O método da UEP simplifica a mensuração do desempenho do setor de produção através do princípio de unificação da produção, propondo as seguintes formulações específicas:

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{produção real em UEPs}}{\text{nível de atividade máximo teórico}} \quad [20]$$

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{produção real em UEPs}}{\text{nível de atividade econômico previsto}} \quad [21]$$

$$\text{Eficácia} = \frac{\text{produção real em UEPs}}{\text{nível de atividade econômico real}} \quad [22]$$

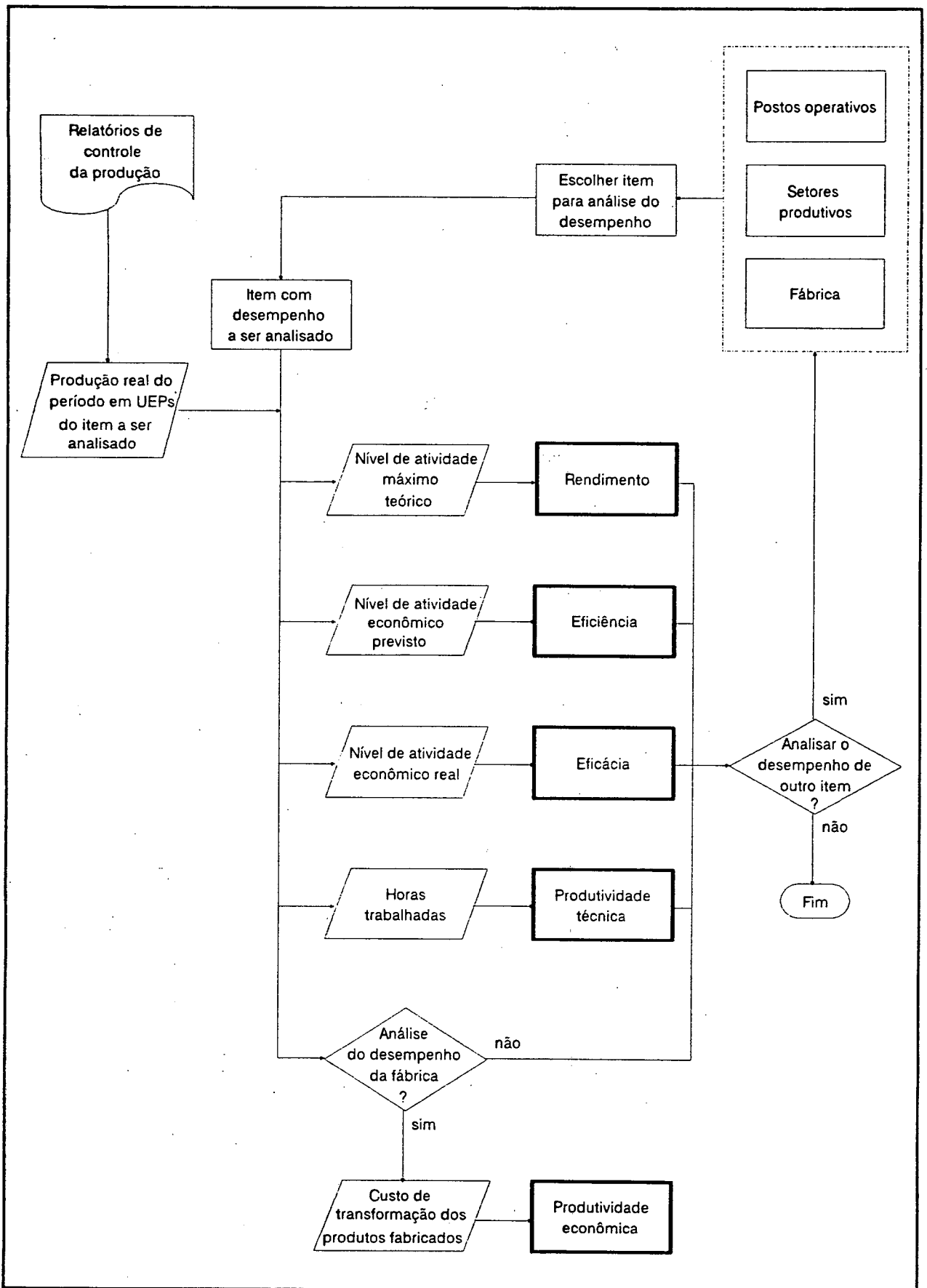


Figura 35 - Medição do desempenho do setor de produção

$$\text{Produtividade Técnica} = \frac{\text{produção real em UEPs}}{\text{horas trabalhadas}} \quad [23]$$

$$\text{Produtividade Econômica} = \frac{\text{produção real em UEPs}}{\text{custos de transformação dos produtos fabricados}} \quad [24]$$

A análise dos índices de gestão, especificamente daqueles relativos à medição da eficiência, deve considerar os níveis de atividade impostos pelas restrições do sistema como um todo e não o nível máximo teórico, pois este embute desbalanceamentos do processo produtivo em função do "mix" de produção escolhido, bem como as ineficiências em geral.

Além disso, no sistema proposto, a mensuração do desempenho do setor de produção pode ser realizada nos postos operativos, nos setores produtivos e/ou na fábrica como um todo.

A partir da escolha dos itens cujo desempenho se quer analisar e da produção real, em UEPs, no período escolhido para análise, o sistema calculará os índices de gestão, definindo o rendimento, a eficiência, a eficácia, a produtividade técnica e produtividade econômica do período. A produtividade econômica somente será calculada quando a análise for feita sobre a fábrica como um todo.

A análise dos índices de gestão obtidos dará suporte à identificação e ao diagnóstico dos eventuais desvios do processo produtivo permitindo, dessa forma, a implementação oportuna e localizada de medidas corretivas.

5.4.4. Cálculo dos custos de produção dos produtos fabricados - Figura 36

Os custos dos produtos fabricados são um instrumento muito importante à gestão

industrial, pois quando obtidos de modo consistente refletem sinteticamente os resultados da atividade fabril. Os custos relativizam, convenientemente, a produção obtida pela utilização da capacidade física e os valores monetários engajados para obtê-la [Iarozinski Neto, 1989]. Desse modo, quaisquer desajustes ocorridos nos fatores de produção, tanto físicos como monetários, refletir-se-ão nos custos, o que os consolidam como instrumento de controle.

Uma análise macro-orientada delinea a importância dos custos sob dois aspectos: o técnico e o comercial. Os custos, sob o aspecto técnico, refletem o grau de eficiência da utilização dos meios de produção e da força de trabalho. Já sob o aspecto comercial, os custos permitem identificar a potencialidade de vendas dos produtos em função de sua compatibilidade com a demanda requerida e com os preços praticados pelo mercado.

Os custos dos produtos são compostos pelo valor das matérias-primas agregadas e pelos seus custos de transformação. No que se refere à determinação dos custos de transformação em empresas multiprodutoras, o processo de cálculo pode ser problemático, dada a variedade e heterogeneidade de seus produtos e a complexidade do processo produtivo. Na medida que se utiliza um parâmetro unificador (no caso a UEP), o problema tende a se simplificar.

O método da UEP representa o trabalho eficiente que deve ser realizado para a transformação das matérias-primas em produtos acabados. Assim, o seu uso permite encontrar rápida e agilmente os custos unitários de transformação de cada produto a partir da valorização monetária da UEP. Para tanto, é necessário obter-se a quantidade total de UEPs produzidas em um determinado período e os custos totais de transformação incorridos para obter-se essa produção.

O uso do método da UEP para determinação dos custos de transformação é fácil de ser operacionalizado, e os resultados obtidos possuem um grau de precisão elevado. Entretanto, algumas considerações adicionais devem ser incluídas na análise quando o nível de atividade da empresa variar ao longo do tempo.

A formulação geral descrita acima para o cálculo dos custos de transformação utilizando o método da UEP considera um nível de atividade normal. Em situações onde

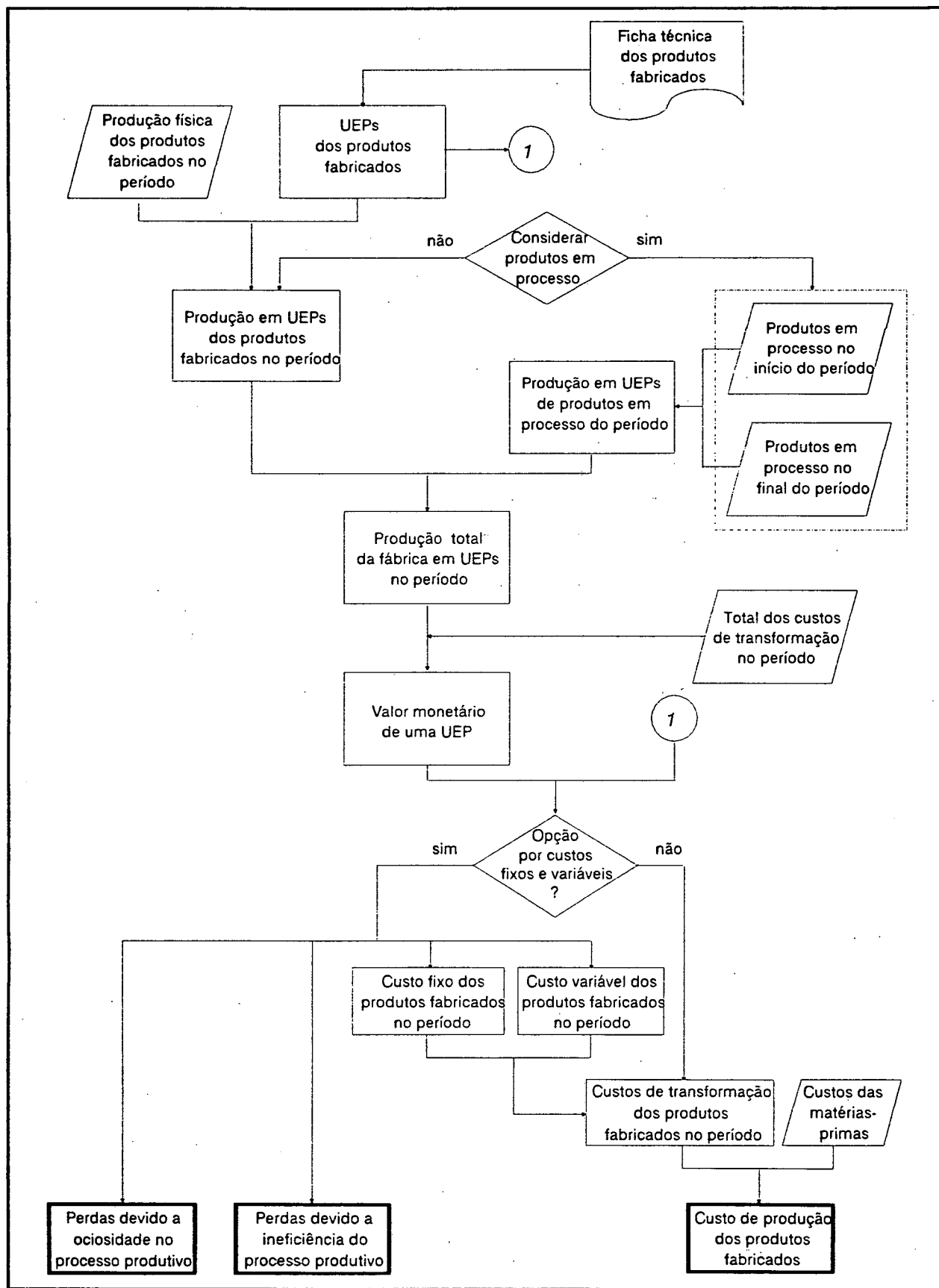


Figura 36 - Operacionalização do método da UEP para cálculo dos custos de produção dos produtos

não se atinge o total de produção em UEPs previstas dentro do nível de atividade normal, em função da ocorrência de retrabalhos, preparações, ociosidades, ineficiências e/ou ineficácias, deve-se desmembrar o processo de cálculo, a fim de que não ocorra a distribuição homogênea dessas distorções a todos os produtos.

E é por isso que o sistema, proposto para operacionalização do método da UEP para cálculo dos custos de produção, está vinculado ao grau de detalhamento das informações, o qual deve ser definido durante o processo de implementação do método e de mensuração da produção.

Assim, num primeiro instante, e a partir das informações da produção física dos produtos no período e do valor em UEPs dos produtos fabricados, o sistema determina a produção em UEPs do período.

O sistema permite, ainda a opção pela incorporação dos produtos em processo para determinação da produção total em UEPs da fábrica no período. Optando-se pela incorporação dos produtos em processo, deve-se fornecer também ao sistema informações referente ao volume de produtos em processo no início e no final do período, sendo sua resultante transformada em UEPs.

De posse da produção total em UEPs e dos custos totais de transformação no período, fornecidos pela contabilidade, o sistema determina então o valor monetário de uma UEP.

Em função da opção pela separação dos custos em suas parcelas fixas e variáveis e do grau de detalhamento das informações coletadas no processo de mensuração da produção, o sistema fará a alocação dos custos de transformação aos produtos, com maior ou menor riqueza de detalhes. Assim, a partir do valor monetário da UEP e do volume de UEPs de cada produto fabricado, o sistema calcula imediatamente o custo de transformação individual dos produtos fabricados no período, e isto quando não se optar pela separação dos custos em suas parcelas fixas e variáveis. Já quando houver essa separação, o sistema fornece, além do custo de transformação dos produtos fabricados no período, outras informações sobre o valor de perdas devidas a ineficiências e/ou ociosidades do processo produtivo no período de análise considerado.

5.4.5. Formação do preço de venda dos produtos fabricados - Figura 37

Antes de discutir-se o processo de formação do preço de venda dos produtos fabricados, torna-se necessário apresentar previamente o método das rotações, pois é nele que o método da UEP baseia-se para realizar esta atividade.

a. O método das rotações

O método das rotações consiste na operacionalização do princípio do valor agregado de produção do método da UEP, o qual define que a rentabilidade da empresa está diretamente associada aos esforços de produção necessários para transformar as matérias-primas em produtos acabados. Um produto terá uma maior rentabilidade quanto maior for sua rotação, pois neste caso ter-se-á obtido uma utilização mais eficiente da capacidade fabril, considerando-se tanto as restrições técnicas quanto econômicas.

O método das rotações é composto por quatro fases: cálculo das margens-fábrica unitárias dos produtos, determinação da rotação dos produtos, determinação da rotação a lucro zero da empresa e cálculo das rotações lucrativas dos produtos.

Margens-fábrica unitária dos produtos - A margem-fábrica unitária representa a parcela de receita obtida pela subtração do custo de produção ao preço de venda líquido de um produto.

$$\text{Margem-fábrica}_j = \text{preço líquido}_j - \text{custo de produção}_j$$

[25]

O preço líquido de venda é obtido subtraindo-se do preço de venda as parcelas de despesas fixas e variáveis diretamente relacionadas com o produto (comissões, taxas, impostos, propagandas, etc.). Já o custo do produto é obtido pelo somatório dos custos de transformação com os custos de matérias-primas incorporados ao produto.

Rotação dos produtos - A rotação mede a rentabilidade da utilização pelos produtos da estrutura de produção da empresa. Por esse motivo, ela é definida como sendo a divisão

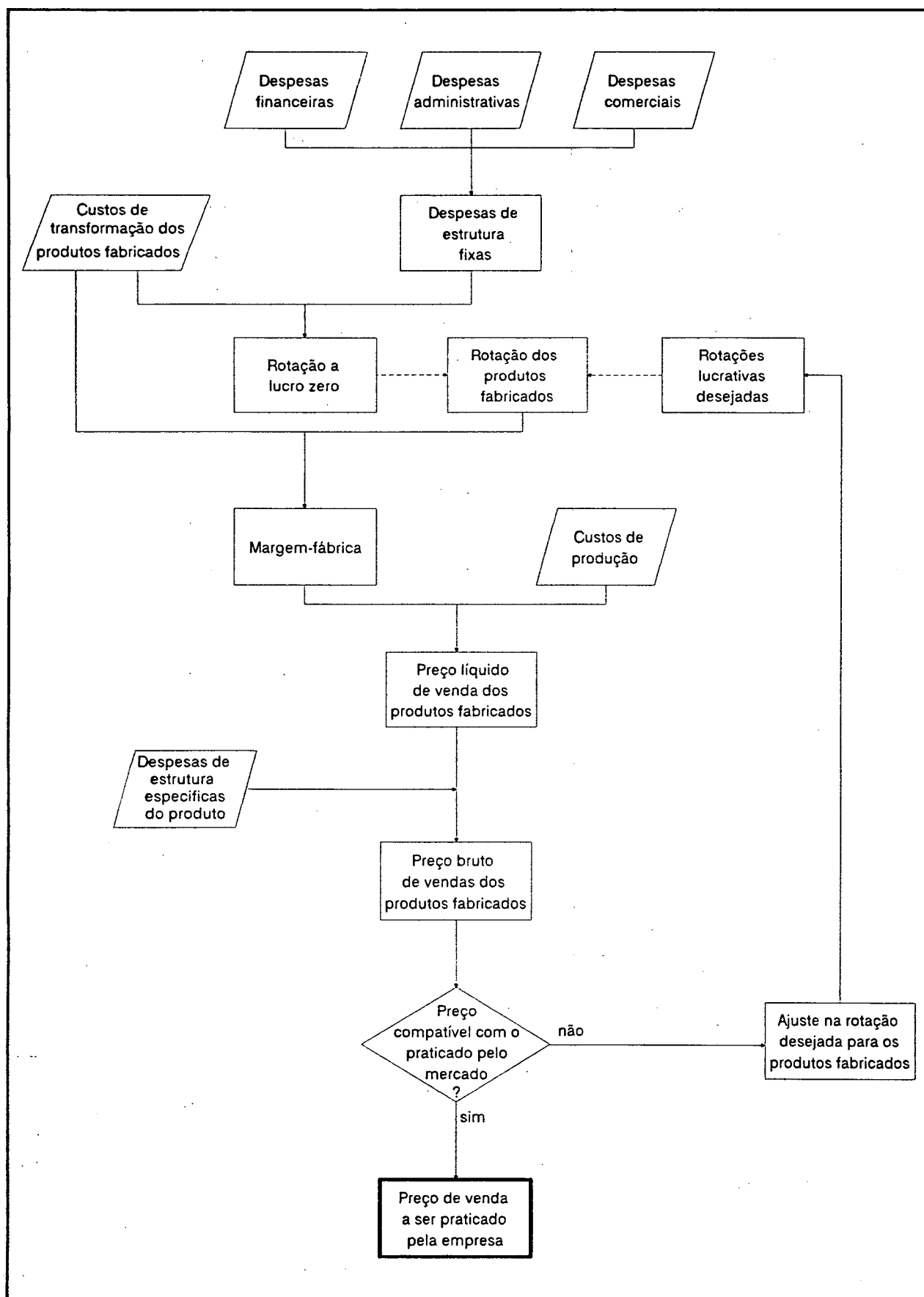


Figura 37 - Formação do preço de venda dos produtos fabricados

da margem-fábrica unitária dos produtos pelos seus respectivos custos de transformação.

$$\text{Rotação}_j = \frac{\text{margem-fábrica}_j}{\text{custos de transformação}_j} \quad [26]$$

A rotação assim obtida representa a contribuição que cada produto oferece para cobrir a parcela das despesas de estrutura fixas que lhe cabe. Ou seja, cada produto deverá reservar uma parcela de sua margem-fábrica para esse fim.

Rotação a lucro zero da empresa - Representa a mínima rotação que cada produto deverá ter para cobrir a totalidade das despesas de estrutura fixas da empresa. Seu cálculo é obtido dividindo-se o montante de despesas de estrutura fixas do período pelos custos totais de transformação.

$$\text{Rotação a Lucro Zero} = \frac{\text{despesas de estrutura fixas totais}}{\text{custos totais de transformação}} \quad [27]$$

A aplicação do conceito de rotação a lucro zero não propõe um rateio das despesas de estrutura fixas aos produtos, apenas sinalizando com um número médio de rotações a ser gerado pela margem-fábrica de cada produto no período.

Rotações lucrativas dos produtos - A rotação lucrativa mede o lucro, em percentual do custo de transformação, que cada unidade de produto fornece à empresa quando é retirada da margem-fábrica a parcela correspondente à previsão de cobertura das despesas de estrutura definida pela rotação a lucro zero. Tem-se, então, que:

$$\text{Rotação Lucrativa}_j = \text{rotação}_j - \text{rotação a lucro zero} \quad [28]$$

b. Formação do preço de venda

Como já foi dito, o sistema proposto utiliza-se do método das rotações para formação do preço de venda, bem como para determinação da lucratividade dos produtos fabricados.

A formação do preço de venda dos produtos deve considerar os custos de produção, as despesas de estrutura fixas e variáveis, além de uma margem de lucro.

O sistema proposto para formação do preço de venda utiliza, em seu bojo, o conceito de rotação para definir a rentabilidade dos produtos, sendo que o processo de definição do preço de venda é interativo.

Inicialmente o sistema define, a partir das despesas de estrutura e dos custos totais de transformação, a rotação a lucro zero da empresa. Considerando-se a rotação lucrativa que a empresa deseja obter de cada produto, além da rotação a lucro zero, o sistema determina a rotação dos produtos, e conseqüentemente, a margem-fábrica unitária correspondente. Através da margem-fábrica e do custo de produção, define-se o preço líquido de venda dos produtos fabricados que, somado as despesas de estrutura específicas dos produtos (comissões, taxas, impostos, etc.), dará origem ao preço bruto de venda dos produtos fabricados.

Conhecendo-se o preço bruto de vendas, o sistema questiona a compatibilidade do mesmo com o praticado pelo mercado. Caso haja distorções, o sistema permitirá o ajuste da rotação desejada repetindo-se todo o processo a partir das novas informações. Caso não sejam necessários ajustes, o sistema considera o preço bruto como o preço de venda efetivo a ser praticado pela empresa.

A simplicidade que o sistema oferece para a determinação do preço de venda permite que o usuário possa executar projeções simuladas para diferentes situações, estabelecendo a composição ótima do "mix" de produtos em função do número de rotações lucrativas previamente definido quando da operacionalização do plano de produção.

5.4.6. Cálculo da lucratividade dos produtos fabricados - Figura 38

O sistema proposto utiliza-se do método da UEP para o cálculo da lucratividade dos produtos. Para esse cálculo o método da UEP utiliza o conceito de valor agregado, o qual define que o lucro da empresa está diretamente relacionado com os esforços de

produção despendidos para a transformação das matérias-primas em produtos acabados, sendo sua operacionalização feita pelo método das rotações.

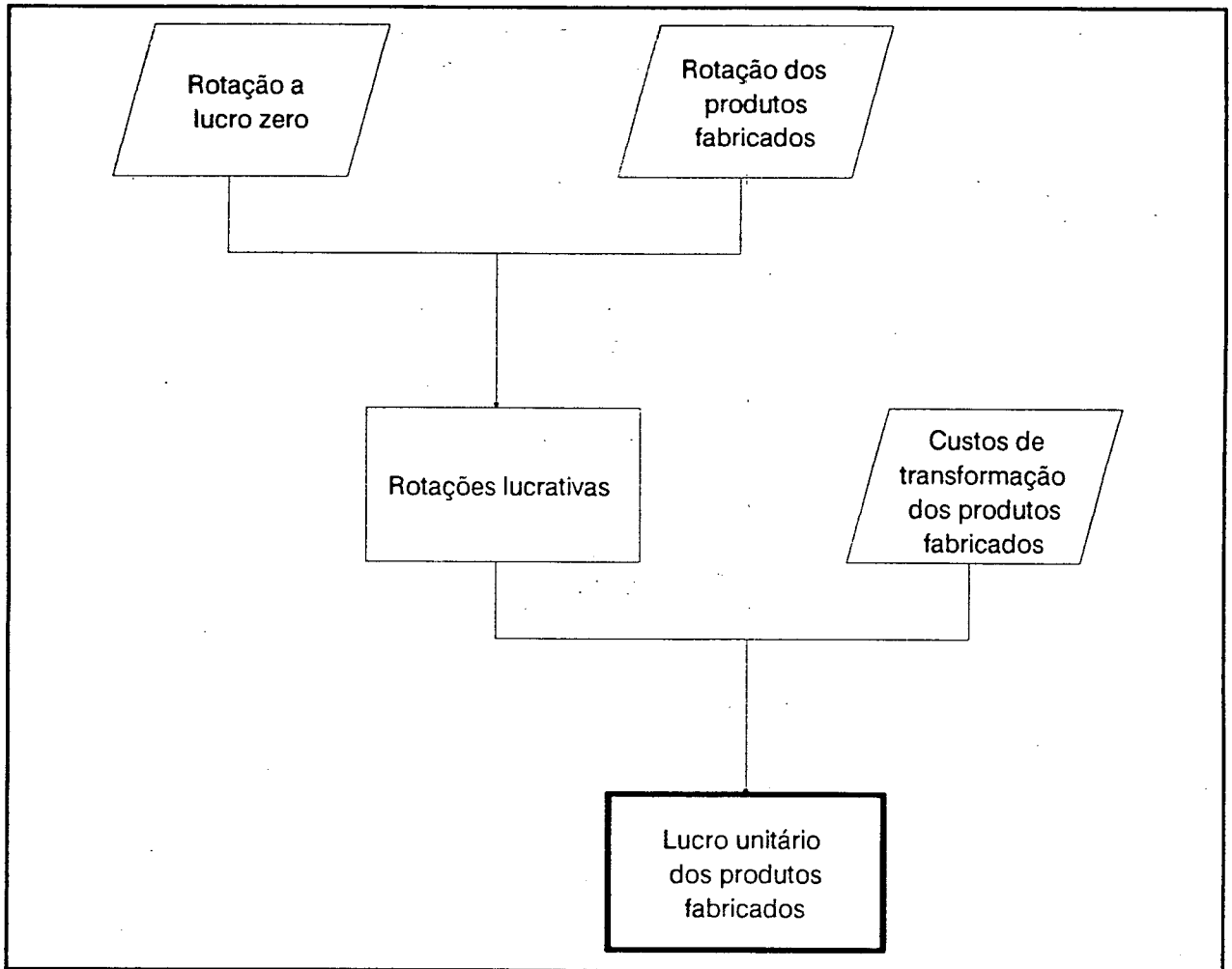


Figura 38 - Cálculo da lucratividade dos produtos fabricados

A partir da rotação a lucro zero e das rotações dos produtos fabricados, obtém-se a rotação lucrativa os produtos. Posteriormente, a multiplicação dessas rotações lucrativas pelos custos de transformação unitários dos produtos, o sistema determina os respectivos lucros unitários dos produtos fabricados.

5.4.7. Estabelecimento de orçamentos para produtos fabricados sob encomenda - Figura 39

O estabelecimento de orçamentos confiáveis para os produtos fabricados sob

encomenda, nem sempre é uma tarefa fácil. O grande volume de variáveis envolvidas, representadas pelos diversos itens de custos dos diferentes departamentos, setores e postos operativos, além dos diferentes tempos de processamento que o produto será submetido em cada uma dessas unidades produtivas, demonstra as dificuldades envolvidas no processo de orçamentação.

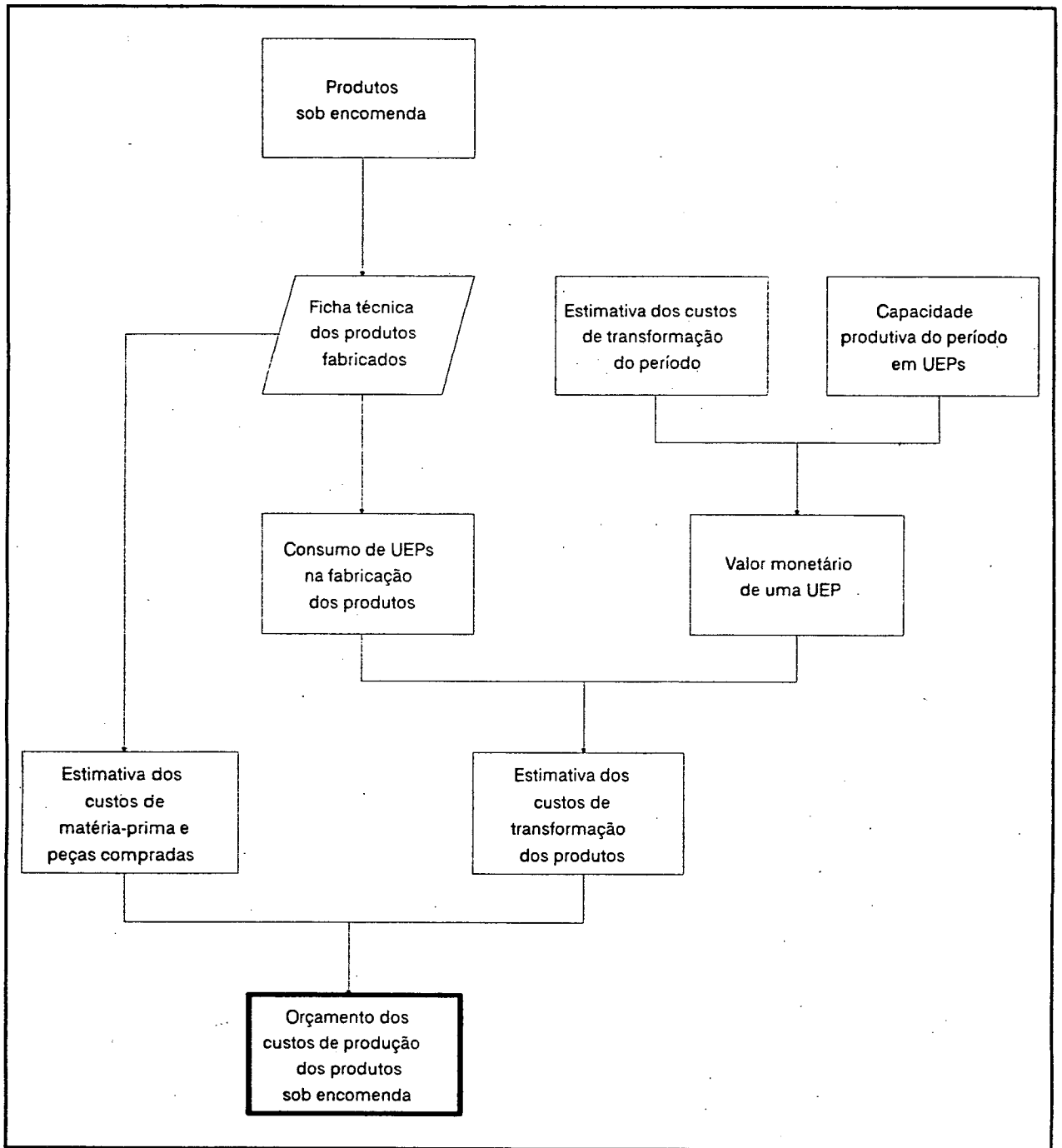


Figura 39 - Estabelecimento de orçamentos para os produtos fabricados sob encomenda

Utilizando-se o método da UEP, para a determinação dos orçamentos, as dificuldades serão minimizadas. Devido ao fato do método sintetizar a estrutura de produção em potenciais produtivos, a determinação dos orçamentos, no que tange aos custos de transformação, é feita pela simples definição da quantidade de trabalho de transformação que o produto absorverá da estrutura de produção. Os custos de matérias-primas e peças compradas, incorporadas ao produto, deverão ser orçados separadamente.

O sistema proposto para formação de orçamentos dos custos dos produtos fabricados sob encomenda define, num primeiro instante, o consumo de UEPs na fabricação dos produtos pelas suas fichas técnicas.

A partir da estimativa dos custos de transformação e da capacidade produtiva do período (em UEPs), o sistema define o valor monetário de uma UEP e, conseqüentemente, a estimativa dos custos de transformação. Somando-se a esta, a estimativa dos custos de matérias-primas e peças compradas, o sistema define o orçamento dos custos de produção dos produtos sob encomenda.

5.5. Considerações finais sobre o processo de operacionalização do sistema integrado de gestão da produção proposto

A partir da posta em marcha do sistema proposto, as PMIs terão a disposição um conjunto significativo de informações que possibilitará o domínio sobre a evolução do complexo sistema configurado por uma empresa industrial.

As informações geradas pelo sistema proposto correspondem às principais necessidades organizacionais do setor de produção, detectadas pela pesquisa realizada junto às PMIs catarinenses, ou seja, planejamento e controle da produção (71,6%) e custos industriais (54,2%), além da administração de materiais (23,3%) que é imprescindível para efetivar a operacionalização das duas primeiras. É evidente que o sistema proposto não é uma panacéia, mas a partir da implantação e operacionalização do mesmo as outras necessidades organizacionais ficarão mais fáceis de serem incorporadas devido à natural melhoria da organização interna da fábrica.

Capítulo 6

Conclusões e Recomendações para Futuras Pesquisas

6.1. Conclusões

A importância das PMIs como fator de desenvolvimento econômico e social é caracterizada pela sua grande facilidade de adaptação às flutuações de mercado, bem como pela descentralização da economia que elas proporcionam, adaptando-se dinamicamente às características regionais e evitando, assim, fluxos migratórios que geram bolsões de miséria nas grandes cidades. Elas também democratizam a riqueza a partir do desenvolvimento de iniciativas individuais o que propicia a dinamização da economia através da criação de empregos, geração de riquezas, e possibilitando, dessa forma, o desenvolvimento homogêneo do mercado interno e conseqüentemente fortalecendo a economia do país.

Apesar da relevância potencial que as PMIs representam dentro do contexto sócio-econômico do país, pouco está se fazendo para instrumentalizá-las com mecanismos de gestão adaptados às suas necessidades, e que às auxiliem na administração dos seus sistemas produtivos.

Respalado por uma pesquisa de campo que analisou as PMIs catarinenses no tocante aos processos utilizados na gestão do setor de produção, de forma detalhada, e às atividades desenvolvidas nos setores administrativo, comercial e financeiro, de forma

globalizada, foi possível delinear um conjunto de ações, traduzidas em um sistema integrado, capaz de atender as suas principais necessidades organizacionais.

A complexidade dos sistemas produtivos, inerente às empresas multiprodutoras, contrapõe-se com a simplicidade exigida na implantação e operacionalização do sistema de gestão da produção para as PMIs. Na impossibilidade de reduzir significativamente a complexidade do sistema físico devido ao fato de não se ter controle sobre as variáveis externas provindas do meio ambiente, deve-se buscar a simplificação do sistema de gestão através do conceito de unificação da produção facilitando, dessa forma, o planejamento e o controle industrial.

A busca da simplicidade norteou o desenvolvimento do sistema integrado proposto. Para tanto, foram utilizadas técnicas e lógicas que propunham atender esse objetivo, sendo que o método da Unidade de Esforço de Produção pode ser considerado a mola mestra do sistema de planejamento e controle industrial proposto. O conceito de unificação, embutido no método da UEP, permite unificar conceitualmente a produção pela adoção da noção de trabalho, comum a todos os sistemas produtivos e possível de ser mensurada.

Ainda relativamente aos sistemas de planejamento e controle industrial utilizou-se a lógica de determinação dos gargalos (OPT) e conceitos relativos ao método Kanban para efetivar as ações de planejamento, programação e controle da produção. No sistema de administração de materiais, buscou-se a simplificação através dos conceitos embutidos no método previsional do tipo MRP e na lógica desenvolvida para arquivar e manipular as informações sobre os produtos, conjuntos e subconjuntos, peças compradas e fabricadas e matérias-primas. Como resultado obteve-se uma racionalização dos esforços necessários à gestão dos estoques.

A arquitetura do sistema proposto foi planejada com o objetivo de garantir as características de flexibilidade na precisão atribuída e na capacidade de absorção das informações, e generalidade de seus espectro de utilização, englobando, particularmente, as indústrias multiprodutoras com processos de fabricação intermitentes repetitivo e/ou sob encomenda.

A lógica desenvolvida no processo de implantação do sistema particiona as informações requeridas em unidades homogêneas e independentes, simplificando, dessa forma, o processo de coleta de dados. O sistema, através de seu fluxo de informações encarrega-se de manipular os dados e apresentar os resultados.

A estrutura desenvolvida para o sistema possibilita a escolha prévia do nível de detalhamento requerido e, num processo interativo, sua adequação às necessidades da empresa em questão. Isto confere ao sistema desenvolvido um alto grau de adaptabilidade para a incorporação do contexto dinâmico imposto pelo meio ambiente, além disso, através do acúmulo de informações provenientes de múltiplas implementações em diferentes empresas dos diversos setores industriais, o sistema obtém, através de um processo de aprendizado, condições de reconhecimento de situações e escolhas que facilitará as implementações subsequentes.

A lógica adotada na concepção do sistema permite que sua implantação e operacionalização possa ser concretizada manualmente, através da elaboração de planilhas de cálculo e relatórios, ou computacionalmente, através da utilização de um software a ser desenvolvido. O software, na forma de pacote computacional, possibilitará a introdução das informações necessárias à implantação e a possíveis adequações do sistema, adaptando-o às características operacionais da indústria em questão.

As vantagens oriundas da informatização do sistema de gestão da produção consolidam-se pela maior velocidade de processamento das informações, menor risco de erros, menor volume de documentos, e pelo acesso simplificado às informações através de uma interface em linguagem natural e amigável, exigindo do usuário apenas conhecimentos técnicos e computacionais básicos.

O grau de dificuldade na implantação do sistema será diretamente proporcional a fatores como complexidade da estrutura fabril, nível de organização do setor produtivo e grau de comprometimento da cúpula diretiva com o processo de consolidação de mecanismos gerenciais contidos no sistema.

Finalmente, a opção pela simplicidade na operacionalização do sistema, que

possibilita a gestão da produção sem a contratação de pessoal especializado, implica, necessariamente, em uma implantação criteriosa, necessitando, para tanto, pessoal com conhecimentos da lógica de funcionamento do sistema.

6.2. Recomendações para futuras pesquisas

O segmento industrial composto pelas pequenas e médias empresas necessita de instrumentos de gestão compatíveis com as suas necessidades organizacionais. A título de recomendações para estudos posteriores, voltados a suprir as carências das PMIs, alguns trabalhos se destacam pela sua importância.

Primeiramente, torna-se necessário desenvolver um sistema físico, seja na forma de um programa computacional ou através de um conjunto de formulários e relatórios, que contemple a forma e o conteúdo do sistema lógico proposto neste trabalho. Ou seja, é necessário criar condições para que o sistema integrado de gestão da produção proposto possa ser utilizado pelas PMIs.

Outros estudos, dentro do segmento das PMIs, devem ser considerados, tanto no setor produtivo quanto nos setores administrativo, comercial e financeiro. É recomendável o desenvolvimento de sistemas que abordem atividades complementares não comportadas pelo sistema proposto, tais como garantia e controle de qualidade, métodos e processos de fabricação, leiaute, movimentação de materiais e treinamento, dentre outros. Nas áreas financeira, mercadológica e administrativa, os sistemas a serem desenvolvidos deverão, da mesma forma que na área fabril, pautar-se na simplicidade e agilidade, buscando atender as necessidades organizacionais das PMIs.

Finalmente, o desenvolvimento de estudos qualitativos e quantitativos buscando metodologias e técnicas de abordagem que quebrem a barreira do conservadorismo e a aversão a mudanças, enrustidas na mentalidade empresarial de grande parte dos pequenos e médios empresários, objetivando imprimir uma dinâmica de gestão do empreendimento pautada no profissionalismo e na administração científica, é indispensável.

Os estudos deverão abordar, entre outros tópicos, os benefícios a serem alcançados pela implantação de sistemas formais de planejamento e controle das atividades fabris, a necessidade de programas institucionais específicos, apoiando e motivando ações que direcionem as PMIs na busca da competitividade e no sinérgismo possível de ser obtido através de uma relação mais profícua entre as instituições de ensino e pesquisa, detentoras de potencial para o desenvolvimento de tecnologias de produção e as PMIs que vivenciam no dia-a-dia as necessidades de sobrevivência dentro de uma relação de competição acirrada na busca do mercado consumidor.

Capítulo 7

Referências Bibliográficas

- ANTUNES JR., José A.V. Fundamentação do método das unidades de esforço de produção. Florianópolis: UFSC, 1988. Dissertação (mestrado em Engenharia de produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1988.
- ANTUNES JR., José A. V. et. al. Considerações críticas sobre a evolução das filosofias de administração da produção: do "Just-in-Case" ao "Just-in-Time". Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 29, p. 49-64, jul/set 1989.
- BARROS, Frederico R. Pequena e média empresa e política econômica: um desafio à mudança. Rio de Janeiro: APEC, 1978.
- BASTOS, Ricardo M. Sistemas de planejamento das necessidades de materiais e dos recursos de manufatura: MRP e MRP II. Porto Alegre: UFRGS, 1988. Dissertação (mestrado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1988.
- BATALHA, Mário O., DEMORI, Flávio. A pequena e média indústria em Santa Catarina. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1990.
- BERTALANFFY, Ludwig Von. Teoria geral dos sistemas. 3. ed., Petrópolis: Vozes, 1977.

- BIO, Sérgio Rodrigues. Sistemas de informação: um enfoque gerencial. São Paulo: Atlas, 1985.
- BORNIA, Antonio Cezar. Análise dos princípios do método das unidades de esforço de produção. Florianópolis: UFSC, 1988. Dissertação (mestrado em Engenharia de produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1988.
- CANTANHEDE, Cesar. Administração e gerência: do artesanato à automação. 2. ed., Rio de Janeiro: FGV, 1983.
- CHASSANG, G., TRON, H. Gerir a produção com computador. Porto: Rés editora, [19..]
- CHIAVENATO, Idalberto. Introdução à teoria geral da administração. 3. ed., São Paulo: MacGraw-Hill, 1983.
- CORRÊA, Joary. Gerência econômica de estoques e compras. 6. ed., Rio de Janeiro: FGV, 1983.
- CORREIA, Henrique L. Sistemas integrados de planejamento de recursos de manufatura: contribuição à análise de adequação e aplicação. São Paulo: POLI-USP, 1988. Tese (doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1988.
- DALSASSO, Humberto. Metodologia de análise empresarial. Brasília: Thesaurus ed., 1985.
- FERRARI, Nestor D. La experiencia japonesa em medidas promocionales para la pequeña y mediana empresa. in: CONGRESO REGIONAL DE CUYO, 1983, Mendoza.
- GOLDRATT, Eliyahu M. A corrida. São Paulo: IMAM, 1989.
- GONÇALVES, Carlos E. N. A pequena e média empresa na estrutura industrial brasileira. São Paulo: FGV, 1976. Tese (doutorado) - Fundação Getúlio Vargas, 1976..

- GUIMARÃES, Renato. Adaptabilidade das técnicas integradas de gestão da produção às pequenas e médias indústrias. Florianópolis: UFSC, 1990. Dissertação (mestrado em Engenharia de produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1990.
- IAROSINSKI NETO, Alfredo. A gestão industrial através do método das unidades de esforço de produção. Florianópolis: UFSC, 1989. Dissertação (mestrado em Engenharia de produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1989.
- MACHLINE, Claude, et. al. Manual de administração da produção. 8. ed., Rio de Janeiro: FGV, 1986 2 v.
- MACKNESS, John R. Análise e diagnóstico de empresas: uma abordagem sistêmica. Florianópolis: UFSC, 1976.
- MÉLÈSE, Jacques. A gestão pelos sistemas. Rio de Janeiro: Livro Técnico, 1973.
- MOURA, Reinaldo. Kanban: a simplicidade do controle da produção. São Paulo: IMAM, 1989.
- NASCIMENTO, Kleber T. A revolução conceptual da administração. Revista de administração de empresas, Rio de Janeiro, v. 2, 1972.
- PERRIN, Georges. Prix de revient et contrôles de gestion. Paris: Dunod Editeurs, 1962.
- RIGGS, James L. Administração da produção: planejamento, análise e controle, uma abordagem sistêmica. São Paulo: Atlas, 1981, 2 v.
- RODRIGUES, Luís H. Desenvolvimento de um sistema computacional integrado e unificado para a gestão industrial em empresas multiprodutoras - SIMEGE. Porto Alegre: UFRGS, 1990. Dissertação (mestrado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1990.

- RUSSOMANO, Vitor H. Planejamento & acompanhamento da produção. 2. ed., São Paulo: Pioneira, 1979.
- SANTORO, Miguel Cezar. Modelo de programação para produção intermitente com composição de produtos variável no tempo. São Paulo: POLI-USP, 1982. Tese (doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1982.
- SILVA, A. V., COIMBRA, R. R. C. Manual de tempos e métodos: princípios e técnicas de estudo de tempos. São Paulo: Hemus, [19..].