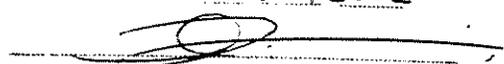


ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL DA  
TESE DEFENDIDA POR ANTÔNIO CARLOS  
DE SOUZA APROVADA PELA  
COMISSÃO JULGADORA EM 09/11/2001

  
ORIENTADOR

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

# **Proposta de Metodologias para Determinação do Nível de Agilidade de uma Empresa e Gerenciamento de Custos**

Autor: **Antônio Carlos de Souza**  
Orientador: **Antonio Batocchio**

78/2001

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL  
SEÇÃO CIRCULANTE

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE FABRICAÇÃO**

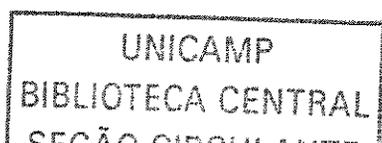
# **Proposta de Metodologias para Determinação do Nível de Agilidade de uma Empresa e Gerenciamento de Custos**

**Autor: Antônio Carlos de Souza**  
**Orientador: Antonio Batocchio**

**Curso: Engenharia Mecânica**  
**Área de Concentração: Materiais e Fabricação**

Tese de doutorado apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Engenharia Mecânica.

Campinas, 2001  
S.P. – Brasil



UNIDADE	BE
Nº CHAMADA	T/UNICAMP So89p
V	EX
TOMBO DCI	48939
PREÇO	16.837102
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	10/05/02
Nº CPD	

CM00167273-6

318 ID 239960

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

So89p Souza, Antônio Carlos de  
Proposta de metodologias para determinação do nível de agilidade de uma empresa e gerenciamento de custos / Antônio Carlos de Souza. --Campinas, SP: [s.n.], 2001.

Orientador: Antonio Batocchio  
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Custeio baseado em atividades. 2. Custo industrial. 3. Engenharia de produção. I. Batocchio, Antonio. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE FABRICAÇÃO**

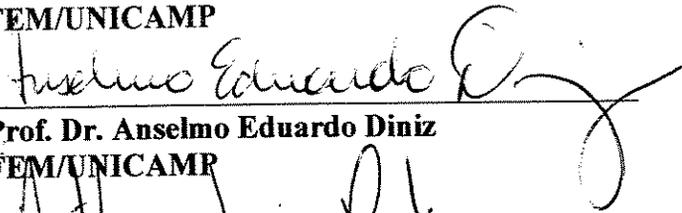
**TESE DE DOUTORADO**

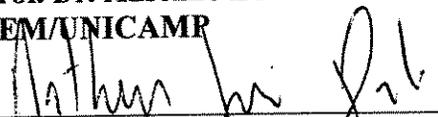
**Proposta de Metodologias para a Determinação do  
Nível de Agilidade de uma Empresa e do  
Gerenciamento de Custos**

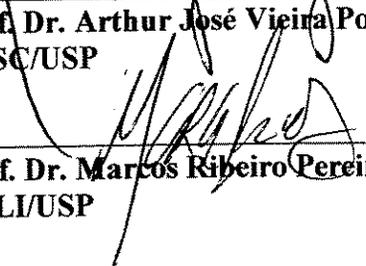
Autor: Antônio Carlos de Souza  
Orientador: Antonio Batocchio

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Antônio Batocchio, Presidente  
FEM/UNICAMP

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Paulo Correia Lima  
FEM/UNICAMP

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Anselmo Eduardo Diniz  
FEM/UNICAMP

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Arthur José Vieira Porto  
EESC/USP

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Marcos Ribeiro Pereira Barreto  
POLI/USP

Campinas, 09 de Novembro de 2001

3820055

**Dedicatória:**

Dedico este trabalho ao meu Pai Lione, ao Prof. Dirceu e ao Sr. Salim.

## **Agradecimentos:**

Agradeço ao Pai Celestial por conceder-me mais este passo em minha existência.

Ressalto o apoio de Minha Família na busca em atingir meus ideais.

Agradeço ao meu Orientador pela contribuição neste trabalho.

Aos Amigos que sempre me motivaram nesta jornada.

Aos Professores e Funcionários da Faculdade de Engenharia Mecânica.

As Instituições de Fomento a Pesquisa: Capes, Finep e Recope pelos recursos financeiros e materiais.

*Eu Sou o Caminho, e a Verdade e a Vida.  
Ninguém vem ao Pai, senão por Mim.  
(Jo 14:6)*

## Resumo

SOUZA, Antônio Carlos de, *Proposta de Metodologias para Determinação do Nível de Agilidade de uma Empresa e Gerenciamento de Custos*, Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2001. 285 p. Tese (Doutorado).

Apresenta-se um modelo conceitual adaptado de manufatura ágil considerando: as mudanças internas e externas à empresa, uma série de ferramentas e metodologias implantadas com a finalidade de formar atributos provedores de agilidade. Estes atributos são responsáveis pelo desenvolvimento e fortalecimento de habilidades de superação da empresa frente a seus concorrentes. Neste contexto, propõe-se uma metodologia para determinar o nível de agilidade necessário e atual da empresa e para priorizar as alternativas de práticas de agilidade a serem implantadas. O presente trabalho contém, ainda, uma proposta de metodologia para a determinação do custo de produtos a partir do gerenciamento integrado de sistemas de custeio aplicado a um ambiente de manufatura ágil. Empregam-se os sistemas de custeio ABC/ABM para determinar e gerenciar o custo do produto na sua etapa de produção e o custeio kaizen para propor melhorias e redução de custo na linha produtiva. Para a etapa de desenvolvimento do produto, utiliza-se o custeio-meta com suas ferramentas essenciais. Utiliza-se estudo de caso para a validação das metodologias propostas. Os resultados obtidos a partir de estudo de caso mostraram-se satisfatórios. Por fim, propõe-se uma série de trabalhos futuros para o aprimoramento das metodologias deste trabalho.

### *Palavras Chave*

Manufatura Ágil, Índice de Agilidade, Sistemas de Gerenciamento e Custeio Baseado em Atividades, Sistema de Custeio Alvo, Sistema de Custeio Kaizen, Ferramentas de Tomadas de Decisão.

## **Abstract**

SOUZA, Antônio Carlos de, *Methodologies Proposal for the Determination of the Level of Agility of a Company and Costs Management*, Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2001. 285 p. Thesis (Doctorate).

An adapted conceptual model of agile manufacturing is presented considering: the internal and external changes that affect the company; a series of tools and methodologies implemented so as to form enablers attributes of agility. These attributes are responsible for the development and strength of company's capabilities to overcome its competitors. In this context, a methodology is proposed to determine the required and present level of agility of the company and to rank alternatives of agility practices to be implemented. The present thesis contemplates also a methodology proposal for the determination of the cost of products from an integrated management of costing systems applied to an agile manufacturing environment. This methodology utilizes the ABC/ABM systems to determine and manage the cost of the product in its production stage and the kaizen cost for cost improvement and reduction in the production line. For the stage of product development, the target costing with its core tools was used. A case study is used for the validation of the proposed methodologies. The results from the case study showed to be satisfactory. Yet, a series of future works is proposed to enhance the methodologies of this thesis.

### *Keywords:*

Agile Manufacturing, Agility Weighted Index, Activity-Based Costing and Management ABC/M, Target Costing, Kaizen Costing, Making Decision.

## Índice

ÍNDICE	i
LISTAS DE FIGURAS	vi
LISTAS DE TABELAS E MATRIZES	ix
NOMENCLATURAS	xii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Levantamento do Problema	4
1.2. Objetivos do Trabalho	4
1.3. Conteúdo do Trabalho	4
2. SISTEMAS DE MANUFATURA	6
2.1. Introdução.	6
2.2. A Era da Produção Artesanal	8
2.3. A Era da Produção em Massa	10
2.4. A Era da Produção Flexível	14
2.5. Sistema Toyota de Produção	15
2.5.1. <i>Lean Manufacturing</i> : Sistema de Manufatura Enxuta ou Produção Enxuta	19
2.6. <i>Agile Manufacturing</i> : Sistema de Manufatura Ágil	29
2.7. <i>Holonic Manufacturing System</i> : Sistema Holônico de Manufatura	31
2.7.1. Definições	33
2.7.2. Arquitetura de Referência do HMS	34
2.8. Considerações Finais:	36

3.	MANUFATURA ÁGIL: UMA ABORDAGEM CONCEITUAL	39
3.1.	Introdução.	39
3.2.	Abordagem Conceitual de Empresa Ágil	40
3.3.	<i>Agility Drivers</i> : Direcionadores de Agilidade	42
3.3.1.	As mudanças de primeiro e segundo grupo	44
3.3.2.	As mudanças do terceiro grupo	48
3.4.	<i>Agility Capabilities</i> : Habilidades de Superação	49
3.4.1.	<i>Responsiveness</i> (Habilidade de Percepção e Resposta):	49
3.4.2.	<i>Core Competence</i> (Competências Centrais):	50
3.4.3.	<i>Flexibility</i> (Flexibilidade):	50
3.4.4.	<i>Quickness</i> (Velocidade):	51
3.5.	Estrutura Conceitual do Sistema de Manufatura Ágil	51
3.5.1.	Estratégia / Inovação	53
3.5.2.	Organização / Sistemas	55
3.5.3.	Pessoas	56
3.5.4.	Sistemas/Tecnologia da Informação	57
3.5.5.	Tecnologias	58
3.6.	<i>Agility Providers/Enablers</i> : Atributos Provedores de Agilidade	60
3.6.1.	Ferramentas e Medidas de Formação da Empresa Virtual:	60
3.6.2.	Manufatura e Equipes Fisicamente Distribuídas:	62
3.6.3.	Ferramentas/Medidas para Formação Rápida de Parceria:	63
3.6.4.	Engenharia Simultânea:	64
3.6.5.	Sistema de Informação de Produto/Produção/Negócio Integrado:	64
3.6.6.	Ferramentas de Prototipagem Rápida:	65
3.6.7.	Comércio Eletrônico:	66
3.6.8.	Sistemas Avançados de Custeio.	67
3.7.	<i>Agility Practices</i> : Práticas de Agilidade	69
3.8.	Considerações Finais:	69
4.	SISTEMAS DE APURAÇÃO DE CUSTOS	71
4.1.	Introdução	71
4.2.	Os Estágios dos Sistemas de Custeio	72

4.2.1. Estágio I:	74
4.2.2. Estágio II:	74
4.2.3. Estágio III:	75
4.2.4. Estágio IV:	76
4.3. Sistema de Custeio Tradicional	76
4.4. <i>Activity-Based Costing (ABC)</i> : Sistema de Custeio Baseado em Atividade	78
4.4.1. Definições Básicas	79
4.4.2. Hierarquias de Atividades	81
4.5. <i>Activity-Based Management (ABM)</i> : Gerenciamento Baseado em Atividade	83
4.6. <i>Kaizen Costing</i> : Sistema de Custeio Kaizen	84
4.7. <i>Target Costing</i> : Sistema de Custeio Meta	86
4.8. Considerações Finais	91
5. ESTUDO DAS DIRETRIZES DE SISTEMAS AVANÇADOS DE CUSTEIO PARA UMA EMPRESA ÁGIL	93
5.1. Introdução	93
5.2. Diretrizes para o <i>Custeio Meta</i>	93
5.2.1. <i>Custeio Meta</i> : Abordagem por Níveis	94
5.2.2. <i>Custeio Meta</i> : Abordagem por Ciclo de Vida do Produto	95
5.2.3. Definindo o Preço de Venda e a Margem de Lucro	98
5.2.4. Determinado o <i>Custo Meta</i>	106
5.2.5. A Influência do Cliente sobre o <i>Custeio Meta</i>	112
5.2.6. O Papel do <i>Custeio Meta</i> na Empresa Estendida	113
5.2.7. <i>Core Tools</i> : Ferramentas Essenciais do <i>Custeio Meta</i>	114
5.3. Diretrizes para <i>ABC</i>	115
5.3.1. Identificação e Análise das Atividades	116
5.3.2. Análise do Ciclo de Vida do Produto/Serviço e Processo	118
5.3.3. Determinação dos Custos das Atividades	119
5.3.4. Medidas de Desempenho das Atividades	124
5.3.5. Cálculo do Custo do Produto ou Serviços	125
5.4. Diretrizes para <i>ABM</i>	130
5.4.1. <i>ABM</i> Operacional	131

5.4.2.	<i>ABM</i> Estratégico	134
5.5.	Diretrizes para <i>Custeio Kaizen</i>	135
5.5.1.	<i>Custeio Kaizen</i> para cada Período de Negócios	137
5.5.2.	<i>Custeio Kaizen</i> Específico por Produto	143
5.6.	Considerações Finais	144
6.	METODOLOGIAS PARA DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE AGILIDADE DE UMA EMPRESA E GERENCIAMENTO DE CUSTOS	148
6.1.	Introdução	148
6.2.	Metodologia para Determinar o Nível de Agilidade de uma Empresa	150
6.2.1.	Diagnóstico do ambiente de negócio	151
6.2.2.	Diagnóstico da empresa	152
6.2.3.	O uso da Abordagem <i>ANP</i>	152
6.2.4.	Considerações e conclusões sobre a metodologia	168
6.3.	Metodologia para Gerenciamento de Custos	169
6.3.1.	Considerações preliminares	171
6.3.2.	Determinação do custo de produto em produção (produto existente)	173
6.3.3.	Determinação do custo de produto remodelado ou lançamento	180
6.3.4.	Diagrama para determinação e gerenciamento de custos de produto	191
6.4.	Considerações Finais	193
7.	APLICAÇÃO DA PROPOSTA METODOLÓGICA EM UMA EMPRESA INTEGRADORA DA ÁREA DE INFORMÁTICA	194
7.1.	Introdução	194
7.2.	Considerações Preliminares Sobre a Empresa	194
7.3.	Teste da Proposta Metodológica na Empresa	196
7.3.1.	Determinação do Nível de Agilidade da Empresa	196
7.3.2.	Determinação do Custo do Produto de uma Empresa	210
7.4.	Considerações Finais	220
8.	CONCLUSÕES	223
8.1.	Sugestões para Trabalhos Futuros	225
8.2.	Contribuições Acadêmicas	226

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	228
ANEXOS	242
APÊNDICE	283

## Listas de Figuras

Figura 2.1.	Redução de desperdícios dentro do lead-time de um produto.	16
Figura 2.2.	Elementos essenciais da Produção Enxuta.	26
Figura 2.3.	As tendências passadas na manufatura japonesa.	28
Figura 2.4.	Elementos básicos de um sistema HMS e suas relações.	35
Figura 2.5.	A evolução para a Agilidade.	38
Figura 3.1.	Modelo Conceitual para Empresa Ágil.	41
Figura 3.2.	Economia de Escala X Economia de Escopo.	42
Figura 3.3.	Domínios de Efeitos de Mudanças.	49
Figura 3.4.	Áreas Chaves da Organização, Atributos Provedores de Agilidade e Práticas de Agilidade.	52
Figura 4.1.	Contabilidade Financeira Tradicional X Contabilidade de Gestão.	73
Figura 4.2.	Sistema de Custeio Tradicional.	77
Figura 4.3.	Relação entre Centro de Custos, Processos e Atividades.	79
Figura 4.4.	Descrição clássica de uma atividade.	80
Figura 4.5.	Determinação do custo de produtos no <i>ABC</i> Clássico.	82
Figura 4.6.	Determinação do <i>Custo Meta</i> .	88
Figura 4.7.	Exemplo numérico de determinação do <i>Custo Meta</i> .	91
Figura 5.1.	Níveis principais do processo de <i>Custeio Meta</i> .	94
Figura 5.2.	<i>Custeio Meta</i> e o Ciclo de Desenvolvimento do Produto.	96
Figura 5.3.	Plano Quinquenal de Lucratividade.	98
Figura 5.4.	Definindo o Lucro Meta	99

Figura 5.5.	Selecionando o Preço de Venda de Mercado.	103
Figura 5.6.	Atingindo o <i>Custo Meta</i> .	107
Figura 5.7.	Empresa Estendida.	113
Figura 5.8.	Relacionamento entre o <i>ABC</i> e <i>BPA</i> .	116
Figura 5.9.	Alocação dos Custos dos Recursos para Atividades por Direcionadores de Custos <i>CAM-I</i> .	122
Figura 5.10.	Alocação dos Custos dos Recursos para Atividades por Índices de Consumo <i>OMM</i> .	123
Figura 5.11.	Alocação dos Custos das Atividades por Direcionadores de Atividades <i>CAM-I</i> .	129
Figura 5.12.	Alocação dos Custos das Atividades por Índices de Consumo <i>OMM</i> .	129
Figura 5.13.	Desdobramento do Valor da Redução do Custo-Alvo para <i>Custo Kaizen</i> por Departamento e por Processo.	138
Figura 5.14.	Cálculo da Variação do <i>Custo Kaizen</i> por Período.	140
Figura 5.15.	Efeitos das Reduções de Custos através de <i>Custeio Meta</i> e <i>Custeio Kaizen</i> e do Preço de Vendas sobre as Curvas de Custos para Geração Distinta de Produtos.	145
Figura 6.1.	Fluxograma de Análise de Agilidade de uma Empresa.	151
Figura 6.2.	Estrutura para Análise do Nível de Agilidade pela Abordagem <i>ANP</i> .	154
Figura 6.3.	Relação de <i>atributos provedores de agilidade</i> <i>k</i> dentro de cada <i>cluster de área chave da empresa</i> <i>j</i> para a hierarquia de controle <u><i>percepção e resposta</i></u> <i>a</i> .	156
Figura 6.4.	Metodologia Proposta de Apuração de Custos de Produto para Manufatura Ágil.	169
Figura 6.5.	Rotas de informações para determinar o custo dos produtos atual, remodelado e inovador.	173
Figura 6.6.	Abordagens para determinação de custo do produto utilizando o <i>ABC</i> .	174
Figura 6.7.	Layout do Processo para o Produto F.	175
Figura 6.8.	Layout proposto após análises das atividades pelo <i>ABM</i> .	178
Figura 6.9.	Determinação da variância do <i>custo kaizen</i> .	180
Figura 6.10.	Comparação entre os custos incorridos e comprometidos.	181
Figura 6.11.	Índice de Valor para cada componente do retrovisor novo.	188
Figura 6.12.	Resultados para o Estudo de Caso	191
Figura 6.13.	Diagrama para Determinar e Gerenciar os Custos do Produto.	192
Figura 7.1.	Estrutura para Análise do Nível de Agilidade pela Abordagem <i>ANP</i> .	199

Figura 7.2.	Fluxograma da linha de montagem de microcomputadores da FastBit.	211
Figura 7.3.	Composição de custos das atividades.	212
Figura 7.4.	Linha de Montagem Reestruturada.	214
Figura 7.5.	Composição de custos das atividades após a reestruturação da linha.	215
Figura 7.6.	Determinação da variância do <i>custo kaizen</i> para a linha de montagem.	218

## Listas de Tabelas e Matrizes

Tabela 2.1.	Eras Históricas.	7
Tabela 2.2.	Separação de operadores e máquinas.	17
Tabela 2.3.	Conceituação da Produção Enxuta.	23
Tabela 2.4.	Esboço do modelo para acessar mudanças por meio da Produção Enxuta.	24
Tabela 2.5.	Multiface da <i>agilidade</i> na manufatura.	30
Tabela 2.6.	Prática tradicional X prática corrente na manufatura.	31
Tabela 4.1.	Estágios dos Sistemas de Apuração de Custos.	73
Tabela 4.2.	Hierarquia de Custos de Atividades direcionadas aos Produtos e ao Cliente.	81
Tabela 4.3.	Relação entre os sistemas modernos de custeio.	92
Tabela 5.1.	Níveis de Acurácia dos Custos X Estágios do Ciclo de Vida.	111
Tabela 5.2.	Posicionamento das <i>ferramentas essenciais</i> dentro do ciclo de desenvolvimento do produto e áreas funcionais	115
Tabela 5.3.	Direcionadores de Custos de Primeiro Estágio a partir da Categoria de Custo.	120
Tabela 5.4.	Medidas de Atividades.	120
Tabela 5.5.	Lista de Atividade e Respective Custos.	126
Tabela 5.6.	Exemplos de Direcionadores de Atividades.	127
Tabela 5.7.	Diferenças Conceituais e de Procedimentos entre os Sistemas de Custeio Padrão e <i>Custeio Kaizen</i> .	136
Tabela 5.8.	Análise das Metas de Redução de Custo.	143
Tabela 6.1.	<i>Índice de importância desejável</i> $D_{ra}$ para os <i>direcionadores de agilidade</i> $r$ pertinentes a <i>habilidade de superação</i> <u><i>percepção e resposta</i></u> $a$ .	165

Tabela 6.2.	<i>Índice ponderado de agilidade <math>AWI_r</math> para cada <i>direcionador de agilidade</i> <math>r</math>.</i>	167
Tabela 6.3.	Formação do custo por par do produto padrão antes da reestruturação da linha:	183
Tabela 6.4.	Estratificação do custo dos componentes por funções (CR: Custo Relativo) do retrovisor novo.	186
Tabela 6.5.	Análise das características (IR: Importância Relativa) sobre cada componente do retrovisor novo.	187
Tabela 6.6.	Determinação do Índice de Valor para cada componente do retrovisor novo.	188
Tabela 6.7.	Metas de redução de custos para cada componente por par do retrovisor novo.	189
Tabela 6.8.	Formação do custo por par do retrovisor após a reestruturação da linha.	190
Tabela 7.1.	Linha de produtos da empresa FastBit.	195
Tabela 7.2.	<i>Índice de importância desejável <math>D_{sa}</math> para as <i>práticas de agilidade</i> <math>s</math> pertinentes a <i>habilidade de superação percepção e resposta</i> <math>a</math>.</i>	205
Tabela 7.3.	<i>Índice de importância desejável <math>D_{sca}</math> para as <i>alternativas de sistemas de custeio</i> <math>sc</math> pertinentes a <i>habilidade de superação percepção e resposta</i> <math>a</math>.</i>	206
Tabela 7.4.	<i>Índice ponderado de agilidade <math>AWI_r</math> para cada <i>direcionador de agilidade</i> <math>r</math>.</i>	207
Tabela 7.5.	<i>Índice ponderado de agilidade <math>AWI_s</math> para cada <i>prática de agilidade</i> <math>s</math>.</i>	208
Tabela 7.6.	<i>Índice ponderado de agilidade <math>AWI_{sc}</math> para cada <i>alternativa sistema de custeio</i> <math>sc</math>.</i>	208
Tabela 7.7.	Formação do custo do microcomputador após da reestruturação da linha:	220
Matriz 6.1.	Matriz de comparação de paridade entre <i>áreas chaves da empresa</i> $j$ pertinente a <i>habilidade de superação percepção e resposta</i> $a$ .	157
Matriz 6.2.	Matriz de comparação de paridade entre <i>atributos provedores de agilidade</i> $k$ inseridos na <i>área chave da empresa pessoas</i> $j$ pertinente à rede de hierarquia de controle para a <i>habilidade de superação percepção e resposta</i> $a$ .	157
Matriz 6.3.	Matriz de comparação de paridade entre <i>direcionadores de agilidade</i> $r$ sobre o <i>atributo provedor de agilidade cultura para mudanças</i> $k$ , inseridos na <i>área chave da empresa pessoas</i> $j$ pertinente à rede de hierarquia de controle para a <i>habilidade de superação percepção e resposta</i> $a$ .	158
Matriz 6.4.	Matriz de comparação de paridade entre <i>atributos provedores de agilidade</i> $k_2$ e $k_3$ , sobre o <i>atributo provedor de agilidade cultura para mudanças</i> $k_1$ , todos pertencentes à <i>área chave da empresa pessoas</i> $j$ pertinente à rede de hierarquia de controle para a <i>habilidade de superação percepção e resposta</i> $a$ .	159

Matriz 6.5.	Supermatriz $M$ de Interdependências $I$ para a <i>habilidade de superação <u>percepção e resposta</u></i> $a$ , antes da convergência dos <i>índices importância relativa</i> $A_{kja}^I$ .	161
Matriz 6.6.	Supermatriz $M^{2k+1}$ de Interdependências $I$ para a <i>habilidade de superação <u>percepção e resposta</u></i> $a$ , após a convergência dos <i>índices importância relativa</i> $A_{kja}^I$ .	162
Matriz 6.7.	Matriz de comparação de paridade entre as <i>capabilities</i> $a$ , para determinar o <i>índice de importância relativa</i> $C_a$ .	166
Matriz 7.1.	Matriz de comparação de paridade entre <i>práticas de agilidade</i> $s$ sobre o <i>atributo provedor de agilidade <u>cultura para mudanças</u></i> $k$ , inseridos na <i>área chave da empresa <u>peçoas</u></i> $j$ pertinente à rede de hierarquia de controle para a <i>habilidade de superação <u>percepção e resposta</u></i> $a$ .	201
Matriz 7.2.	Matriz de comparação de paridade entre <i>alternativas de sistemas de custeio</i> $sc$ sobre o <i>atributo provedor de agilidade <u>cultura para mudanças</u></i> $k$ , inseridos na <i>área chave da empresa <u>peçoas</u></i> $j$ pertinente à rede de hierarquia de controle para a <i>habilidade de superação <u>percepção e resposta</u></i> $a$ .	201

## Nomenclaturas

### *Letras Latinas*

$\Delta KC$	Variação do <i>custo kaizen</i> para o período (mês) [R\$].
$a$	Agility Capability: Determinante de Agilidade (Habilidade Provedora de Superação)
$A^D_{kja}$	Índice de Importância Relativa do <i>atributo provedor de agilidade k</i> de uma dada Área Chave da Empresa $j$ sobre Rede de Hierarquia de Controle de Habilidade de superação $a$ , a partir das <i>relações de dependências D</i> entre os <i>atributos provedores de agilidade k</i> .
$AD_r$	Agilty Drivers: Direcionadores de Agilidade
$a_i, a_n$	Valor determinado do atributo do novo produto
$A^I_{kja}$	Índice de Importância Relativa, o qual refere-se ao <i>atributo provedor de agilidade k</i> pertencente <i>área chave da empresa j</i> na rede de hierarquia de controle pertinente a <i>habilidade de superação a</i> para as <i>relações de interdependências I</i> dentro do nível de componentes de <i>atributos provedores de agilidade k</i> . Valores obtidos da Supermatriz $M^{2k+1}$ .
$a_k$	Valor determinado do atributo do produto concorrente
$AP$	Agility Practices: Práticas de Agilidade
$AWI$	Índice Ponderado de Agilidade de uma Empresa
$AWI_r$	Índice Ponderado de Agilidade para cada <i>direcionador de agilidade r</i>
$AWI_s$	Índice Ponderado de Agilidade para uma <i>prática de agilidade s</i>
$AWI_{sc}$	Índice Ponderado de Agilidade para um <i>sistema de custeio sc</i>

<b>c</b>	Custo
<b>C<sub>a</sub></b>	Índice de Importância Relativa através da comparação par-a-par das <i>capabilities a</i> em responder as mudanças no ambiente de manufatura.
<b>CDM</b>	Custo Direto de Materiais
<b>CE</b>	Custo Estimado
<b>CF</b>	Custo Flutuante
<b>CF<sub>r</sub></b>	Custo de referência para o volume de produção real no período (mês) [R\$]
<b>CGP</b>	Custo de Produção
<b>COD</b>	Custos Operacionais Direto
<b>CP</b>	Custo de Processamento
<b>CR<sub>r</sub></b>	Custo real para o volume de produção prevista para o período (mês) [R\$]
<b>CR<sub>r</sub></b>	Custo real para o volume de produção real no período (mês) [R\$]
<b>D</b>	Demanda média mensal (quantidade/mês).
<b>D<sub>ra</sub></b>	Índice de Importância Desejável para cada <i>direcionador de agilidade r</i> pertinente a uma rede de hierarquia de controle de <i>habilidade de superação a</i> .
<b>D<sub>sa</sub></b>	Índice de Importância Desejável para cada <i>prática de agilidade s</i> pertinente a uma rede de hierarquia de controle de <i>habilidade de superação a</i> .
<b>D<sub>sca</sub></b>	Índice de Importância Desejável para cada <i>sistema de custeio sc</i> pertinente a uma rede de hierarquia de controle de <i>habilidade de superação a</i> .
<b>eW<sub>kja</sub></b>	Índice de Importância Relativa quando considerado o <i>atributo provedor de agilidade k<sub>1</sub></i> , da comparação par-a-par dos <i>atributos provedores de agilidade k<sub>2</sub></i> e <i>k<sub>3</sub></i> , ambos pertencentes à <i>área chave da empresa j</i> , visando a otimização da habilidade de superação <i>a</i> . Índice destinado a formação da Supermatriz <i>M</i> .
<b>f</b>	Curva para valores de produção e custos de referência (orçados) para dado período (mês)
<b>f<sub>i</sub></b>	Valor alocado pelo mercado sobre uma função
<b>i, r, s, sc, t</b>	Indexadores
<b>J</b>	Áreas Chaves da Manufatura
<b>K</b>	Atributos Provedores de Agilidade
<b>KC</b>	<i>Custo kaizen</i> (valor de redução alvo) para o período (mês) [R\$]
<b>KC<sub>r</sub></b>	<i>Custo kaizen</i> ajustado para os valores previstos para o período (mês) [R\$]

<b>KC<sub>r</sub></b>	<i>Custo kaizen</i> real ocorrido no período (mês) [R\$]
<b>L</b>	Lucro
<b>LD / LA</b>	Lucro Desejado (Alvo)
<b>LE</b>	Lucro Estimado
<b>OF</b>	Orçamento fixo previsto para o período (mês) [R\$]
<b>P<sup>c</sup></b>	Preço de venda do produto corrente
<b>P<sub>ja</sub></b>	Índice de Importância Relativo de uma dada <i>área chave da empresa j</i> do sistema de manufatura ágil, sobre cada <i>habilidade de superação a</i> .
<b>P<sup>n</sup></b>	Preço de venda do novo produto
<b>pv, PV</b>	Preço de Venda
<b>R</b>	Curva para valores de produção e custos de reais ocorrido no período (mês);
<b>ROS<sub>5</sub></b>	Metas de Resultado de Vendas da Empresa para os próximos 5 anos
<b>ROS<sub>E</sub></b>	Resultado de Vendas da Empresa no passado
<b>ROS<sub>S</sub></b>	Resultado de Vendas do Setor no passado
<b>S<sub>rkja</sub></b>	Índice de Importância Relativa de dado <i>direcionador de agilidade r</i> quando comparado com outra, sobre o <i>atributo provedor de agilidade k</i> de dada <i>área chave da empresa j</i> para a <i>rede de hierarquia de controle de habilidade de superação a</i> .
<b>S<sub>sckja</sub></b>	Índice de Importância Relativa de dado <i>alternativa de sistema de custeio sc</i> quando comparado com outra, sobre o <i>atributo provedor de agilidade k</i> de dada <i>área chave da empresa j</i> para a <i>rede de hierarquia de controle de habilidade de superação a</i> .
<b>S<sub>skja</sub></b>	Índice de Importância Relativa de dada <i>prática de agilidade s</i> quando comparado com outra, sobre o <i>atributo provedor de agilidade k</i> de dada <i>área chave da empresa j</i> para a <i>rede de hierarquia de controle de habilidade de superação a</i> .
<b>TaxaROS</b>	Taxa de Retorno Sobre as Vendas para cada ano do período planejado
<b>TC</b>	Target Cost: Custo Meta
<b>T<sub>CR</sub></b>	Taxa do custo real por unidade produzida no período (mês) [R\$/unidades]
<b>TD</b>	Tempo disponível mensal (horas/mês).
<b>TL</b>	Taxa de Lucratividade [%]
<b>T<sub>OF</sub></b>	Taxa do custo orçado por unidade prevista para o período (mês) [R\$/unidades]
<b>T<sub>Red</sub></b>	Taxa comparativa entre valores previsto e ocorrido por unidade para o período (mês) [R\$/unidades]

- TT** Takt-Time (horas/quantidade).
- V<sub>f</sub>** Volume de produção prevista para o período (mês) [unidades]
- V<sub>r</sub>** Volume de produção real ocorrida no período (mês) [unidades]
- W<sub>1</sub>,W<sub>2</sub>,W<sub>3</sub>** Valores ponderados

## *Abreviações*

<b>ABC</b>	Activity-Based Costing : Sistema de custeio baseado em atividade
<b>ABM</b>	Activity-Based Management: Sistema de gerenciamento baseado em atividade
<b>AHP</b>	Analytical Hierarchy Process: Método de Análise Hierárquica
<b>ANP</b>	Analytical Network Process: Método de Análise com Feedback
<b>AV / EV</b>	Análise do Valor / Engenharia do Valor
<b>CAD</b>	Computer Assisted Design: Design Assistido por Computador
<b>CAE</b>	Computer Assisted Engineering: Engenharia Assistida por Computador
<b>CAM</b>	Computer Assisted Manufacturing: Manufatura Assistida por Computador
<b>CE</b>	Concurrent Engineering: Engenharia Simultânea
<b>CIF</b>	Custos Indiretos de Fabricação ( <i>overheads</i> )
<b>CIM</b>	Computer Integrated Manufacturing: Manufatura Integrada por Computador
<b>CPM</b>	Critical Path Method: Método do Caminho Crítico
<b>CRM</b>	Customers Relationship Management
<b>DFMA</b>	Design For Manufacturing and Assembly
<b>DTC</b>	Design To Cost
<b>EC</b>	Electronic Commerce: Comércio Eletrônico
<b>ECR</b>	Efficient Consumer Response
<b>EDI</b>	Electronic Data Interchange: Troca Eletrônica de Dados
<b>ERP</b>	Enterprise Resource Planning
<b>EV</b>	Empresa Virtual
<b>FMS</b>	Flexible Manufacturing System: Sistema de Manufatura Flexível
<b>HMS</b>	Holonic Manufacturing System: Sistema Holônico de Manufatura
<b>IT</b>	Information Technology: Tecnologia da Informação
<b>JIT</b>	Just-In-Time
<b>KBS</b>	Knowledge-Based Systems: Sistemas Baseado em Conhecimento.
<b>MRP</b>	Material Requirements Planning
<b>MRPII</b>	Material Resource Planning
<b>OMM</b>	Output Measure Methodology
<b>QFD</b>	Quality Function Development: Desdobramento da Função Qualidade

**TQC** Total Quality Control: Controle da Qualidade Total  
**VP** Virtual Prototipagem: Prototipagem Virtual

*Siglas*

**CAM-I** Consortium for Advanced Manufacturing International  
**GM** General Motors Co.  
**IMS** Intelligent Manufacturing Systems

## Capítulo 1

### INTRODUÇÃO

No cenário atual, em um ambiente de produção de mudanças rápidas, as empresas têm que adaptar suas estruturas de manufatura rapidamente para poder permanecer competitivas e superar suas concorrentes. No âmbito de organização das empresas, Batocchio et. al. (1999) alegam que a globalização e os mercados comuns, além de aspectos mais específicos relacionados a produtos, clientes, sistemas de manufatura, estrutura organizacional etc., têm provocado, principalmente nos países denominados de primeiro mundo, algumas iniciativas para enfrentar o desafio do Século XXI.

Para responder às mudanças do mercado, os conceitos da *manufatura ágil* têm obtido considerável atenção dos administradores da indústria. Tais conceitos se fundamentam no desenvolvimento das capacidades internas e das *habilidades* para configurar as qualidades da companhia (recursos humanos e de capital) assegurando vantagem de oportunidades em um futuro próximo.

Na medida que o ciclo de vida do produto torna-se mais curto, a sua alta qualidade torna-se necessária para a sobrevivência da empresa. Gunasekaran (1998) ressalta que os mercados se tornam altamente diversificados e globais, e que as mudanças que ocorrem de forma contínua e inesperada se tornam fatores chaves para o sucesso. O futuro da indústria deve enfrentar

mudanças de mercado, tais como a redução do volume de produção, o aumento da variedade de produtos, uma redução no ciclo de vida dos produtos no número de pedidos repetitivos.

No novo cenário competitivo, em que os preços são definidos pelo mercado, um grande número de competidores pode oferecer produtos similares a preços mais atrativos e os clientes esperarão sempre maior valor para o seu dinheiro. De acordo com Williamson (1997), esta é a tarefa do produtor para vender seus produtos a um preço que atenda às expectativas do cliente e este seja capaz de pagá-lo.

Com a redução do ciclo de vida e a alta diversificação dos produtos, proporcionada pelas novas técnicas de gerenciamento e pela automação, a importância do gerenciamento de custos se deslocou para os estágios envolvidos na concepção de um novo produto, (Sakurai, 1997).

Um fator importante dentro do gerenciamento de custo tem sido o avanço tecnológico da manufatura com a automação, reduzindo drasticamente o uso da mão de obra direta. Isto fez com que os sistemas tradicionais de apuração de custos se tornassem obsoletos, os quais usavam o custo da mão de obra direta como um referencial para o rateio dos custos indiretos de fabricação, (Sakurai, 1997) e (Pamplona, 1997).

Logo, o gerenciamento do custo de um produto é uma condição necessária de sobrevivência da empresa. Agindo na redução do custo, a empresa se comporta de forma defensiva e reativa, com o intuito de obter liberdade de ação para estratégias ofensivas, direcionadas na satisfação de todos os elementos chaves da cadeia de valor do produto.

Os processos de design e desenvolvimento de novos produtos mudaram dramaticamente nos últimos anos. Empurrados pela demanda de clientes globais e desafiados por avanços rápidos e contínuos na tecnologia da informação, fabricantes tiveram que acelerar os ciclos de design, enquanto cortavam simultaneamente os custos do desenvolvimento e da fabricação de produtos, assegurando que novos produtos adquiram vantagens de tecnologias melhores e recentes, (“Suppliers: The Competitive Edge in Design,” 1997).

Os competidores emergem e a base para competição evolui a outras áreas, como tempo de ciclo, qualidade ou confiança. Quando uma indústria se torna madura, a base de competição tipicamente se orienta para o preço. Margens de lucros são reduzidas. Companhias começam a focalizar a redução de custo. Porém, a estrutura de custeio para produtos existentes fica bastante restrita às atividades de redução de custos. Como as companhias estão percebendo que a maioria dos custos de um produto está comprometida com as decisões tomadas durante o desenvolvimento de um novo produto, o foco muda para as ações que podem ser efetuadas durante a fase de desenvolvimento do produto, (Crow, 1997).

Custeio alvo (*target costing*) consiste em uma metodologia integrada de apuração de custo, com característica estratégica de redução do custo do produto desde a sua fase de concepção até a pós-venda do mesmo. É um processo para assegurar que produtos sejam projetados de tal forma que uma empresa possa vendê-los a um preço mais acessível, resultando em um lucro mais justo.

Com o produto em fase de fabricação, são aplicadas técnicas que asseguram melhorias contínuas à linha de produção e ao produto, visando à redução de custos e melhor qualidade do produto. Tais técnicas constituem-se principalmente em: sistema de custeio *kaizen* (*kaizen costing*), gerenciamento baseado em atividades (*ABM*) e controle total da qualidade (*TQC*).

Aos gestores do custeio baseado em atividades (*ABC*) cabe gerenciar todos os custos relacionados ao produto, identificando os custos de cada recurso e de cada atividade, bem como seus direcionadores. Ressalta-se que, de acordo com Turney (1992), tanto o *ABM* quanto o *ABC* foram feitos um para o outro. Pode-se dizer que o *kaizen costing*, nesta fase, desempenha o papel de um elemento ligante, uma vez que busca a melhoria de cada processo e de cada atividade, eliminando perdas.

A gestão de um produto deve ser uma busca constante pela satisfação do cliente, tornando-no mais seguro, eficaz no seu uso a um preço acessível e principalmente competitivo. Vale lembrar que em um mercado altamente competitivo e globalizado como o atual, até a forma como a empresa obtém informações sobre os seus produtos junto aos clientes faz diferença, o que

influencia também no custo, no preço final do produto e, principalmente, na imagem da empresa, (Souza et al., 1999).

### **1.1. LEVANTAMENTO DO PROBLEMA**

O problema em questão é como determinar e gerenciar os custos de um produto num cenário globalizado, de incertezas e mudanças constantes, considerando os sistemas modernos de apuração de custos aplicados em um ambiente de manufatura ágil.

### **1.2. OBJETIVOS DO TRABALHO**

O presente trabalho propõe o estudo e o desenvolvimento de uma metodologia para a determinação e gerenciamento dos custos de um produto em um ambiente de manufatura ágil considerando os seguintes objetivos específicos:

- Apresentar um modelo conceitual adaptado de uma empresa de manufatura ágil;
- Desenvolver uma metodologia para determinar o nível de agilidade necessário e atual da empresa;
- Conceituar as diretrizes e propor uma metodologia que integre os sistemas de custeio alvo, custeio e gerenciamento baseado em atividade e custeio kaizen na apuração do custo do produto;
- Utilizar estudo de caso para validar as metodologias proposta.

### **1.3. CONTEÚDO DO TRABALHO**

Sumariza-se a seguir o desenvolvimento deste trabalho:

**Capítulo 1:** Destaca a importância do trabalho apresentado e seus objetivos.

**Capítulo 2:** Descrevem, de forma cronológica, os principais sistemas de manufatura e suas principais características. São abordadas as eras: artesanal, produção em massa e produção

flexível. São apresentados, ainda, o Sistema Toyota de Produção, Sistema de Produção Enxuta, Sistema de Manufatura Ágil, e o Sistema Holônico de Manufatura.

**Capítulo 3:** Apresenta uma abordagem conceitual para a manufatura ágil focando um modelo adaptado de empresa ágil. São descritos os direcionadores de agilidade responsáveis pelas mudanças ocorridas no cenário atual da manufatura, uma série de técnicas e ferramentas de agilidades inseridas nos atributos provedores de agilidade, além das habilidades provedoras de superação que tornam uma empresa ágil.

**Capítulo 4:** Cita os estágios dos sistemas de apuração de custos apresentados por Kaplan & Cooper (1997). São descritos resumidamente os sistemas de custeio tradicional, de custeio e gerenciamento baseado em atividade (ABC/ABM), de custeio *kaizen* e de custeio alvo.

**Capítulo 5:** Apresenta o estudo das diretrizes de um sistema modernos de custeio aplicado em uma empresa ágil para a determinação e gerenciamento de custos do produto, considerando os sistemas de custeio alvo, ABC/ABM e de custeio *kaizen*.

**Capítulo 6:** Descreve a proposta metodológica, atingindo, assim, o objetivo principal deste trabalho. A proposta é dividida em duas metodologias: a primeira utiliza-se de ferramentas de tomada de decisão para análise do nível de agilidade necessário e atual da empresa; a segunda propõe o uso integrado das diretrizes dos sistemas de custeio, descritos no Capítulo 5, para determinar e gerenciar o custo do produto, tanto para a fase de concepção como para a de fabricação. Utiliza-se de estudo de caso para um melhor entendimento das metodologias propostas.

**Capítulo 7:** A proposta metodológica é aplicada em uma empresa integradora de informática e o objeto de estudo em questão é um microcomputador. São apresentados os resultados obtidos e suas análises.

**Capítulo 8:** Aborda os resultados obtidos com o trabalho, suas limitações e contribuições. São sugeridas, ainda, algumas perspectivas para trabalhos futuros.

## **Capítulo 2**

### **SISTEMAS DE MANUFATURA**

#### **2.1. INTRODUÇÃO**

Este capítulo tem como objetivo destacar alguns dos sistemas de manufatura ao longo do tempo, até os dias atuais.

Inicia-se esta discussão ressaltando o relato de Martins (1993), que faz as seguintes citações: “Everdell (1990) diz que quem não estuda a história está condenado a cometer os mesmos erros do passado”, “Hayes et al. (1988) apresentam duas justificativas para a utilização das análises históricas: primeiro, o entendimento da história pode servir de espelho para o sistema de manufatura ver e aprender sobre si mesmo; segundo, o entendimento pode servir como poderosas lentes com as quais o sistema de manufatura pode ver as origens do sucesso e fracasso de outros sistemas”.

Agostinho (1997) apresenta uma série de transformações no cenário organizacional ao longo do tempo. O autor coloca a discussão dentro de um contexto histórico considerando: a fonte de riqueza; o tipo de organização e os princípios conceituais dentro de cada era são visualizados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1. Eras Históricas.

Fonte Agostinho (1997)

	<b>Era Agrícola Final</b>	<b>Era Industrial Início</b>	<b>Era Industrial Final</b>	<b>Era do Conhecimento Início</b>
<b>Fonte de Riqueza</b>	Terra	Trabalho	Capital	Conhecimento
<b>Tipo de Organização</b>	Feudal	Direito de Propriedade	Hierarquias definidas e muito escalonadas	Rede Humana
<b>Princípios Conceituais</b>		Divisão do Trabalho	Divisão do Gerenciamento	Rede sem Hierarquia
		Interesse Próprio	Separação: Proprietário / Administrador	Processos Integrados
		Pagamento por Tarefa	Separação: Fazer / Pensar	Trabalho através do Diálogo
			Uma Pessoa / Um Chefe Automação	Ajuste e Tempos do Homem Equipes Virtuais focalizadas em Tarefas

As três revoluções industriais, apontadas por Black (1991), são: a primeira com o advento das máquinas-ferramentas, a criação de fábricas e o movimento das pessoas da área rural para as fábricas nas cidades, ocasionando uma mega tendência nesta primeira revolução. A segunda revolução industrial, do início do Século XX, com o advento das linhas de montagens e do conceito de produção em massa de Ford. Por fim, a terceira revolução industrial, no final do milênio, envolvendo cada dia, tão dramático como nos seus anos anteriores. Esta revolução envolve o uso do computador para o controle, tanto do processo como do sistema como um todo, incluindo o sistema de informação.

Noori & Radford (1995) descrevem a evolução cronológica da manufatura, considerando três estágios ou eras, dentro do enfoque da manufatura americana:

- Era da Produção Artesanal – até 1850.
- Era da Produção em Massa – de 1850 a 1975.
- Era da Produção Flexível ou Enxuta – após 1975

Outros autores, tais como Ohno (1997), Martins (1993) e Shingo (1989), consideram que a partir de 1950, surgem na Europa e no Japão novas abordagens para os sistemas de manufatura. O Sistema Toyota de Produção surge após a 2ª Grande Guerra no Japão como um exemplo de reconstrução do parque industrial e um novo paradigma de manufatura.

Com a evolução tecnológica do final deste Século e a virada do milênio surgiram novas propostas de sistemas de manufatura, abordadas neste trabalho:

- Lean Manufacturing – Sistema de Manufatura Enxuta ou Produção Enxuta.
- Agile Manufacturing – Sistema de Manufatura Ágil.
- Holonic Manufacturing Systems – Sistema de Manufatura Holônica.

## **2.2. A ERA DA PRODUÇÃO ARTESANAL**

Até o final do Século XIX, de acordo com Noori & Radford (1995), todo o sistema produtivo ocidental era predominantemente rural e agrícola. A maioria dos produtos era feita por pessoas altamente qualificadas, os chamados artesãos, os quais utilizavam ferramentas simples, mas flexíveis, utilizadas, geralmente, uma única vez e dedicada a único produto. Os produtos eram vendidos pelos próprios artesãos, em suas casas ou em pequenos mercados da vila.

Noori & Radford (1995) destacam que o sistema de aprendizado nesta era consistia em muitos aprendizes supervisionados por um artesão durante muito tempo. Os componentes eram feitos de forma manual e individualmente, além de serem customizados para cada produto, na maioria das vezes pela mesma pessoa. O processo de fabricação era definido pelo próprio artesão, que era responsável pela qualidade do produto. A habilidade do artesão refletia diretamente na reputação do produto, que levava o seu nome, tornando-se a chave do sucesso do negócio.

Neste sistema de produção, a fabricação dos produtos, até então, era realizada pelos próprios familiares e, principalmente, em suas próprias casas na área rural. Os mesmos comerciantes que atendiam as famílias com matéria-prima eram responsáveis pela comercialização dos produtos acabados. Nesta época, não existia uma programação da produção,

nem mesmo um controle de qualidade, pois não existiam padrões definidos. A qualidade de um produto variava de uma família para outra. A indústria se vê obrigada a efetuar uma série de mudanças, provocadas pela onda crescente da demanda e pela limitação da mão de obra, para atender um novo cenário consumista (Noori & Radford, 1995).

A transição da Era da Agricultura para a Era Industrial, segundo Agostinho (1997), foi acompanhada de profundas transformações moldadas pelo aparecimento do pensamento científico, pelas mudanças políticas, pelas inovações tecnológicas etc.

O advento da máquina a vapor e de equipamentos mecanizados eliminando a mão de obra artesanal foi responsável pela introdução na Inglaterra, no início do Século XVIII, das primeiras fábricas mecanizadas. Noori & Radford (1995) relatam que as primeiras fábricas eram pequenas, ainda existia uma série de operações artesanais e equipamentos fixos que limitavam o *pool* de produtos a serem fabricados. Seus proprietários, altamente qualificados, tinham o controle total sobre seus funcionários e processos; muitas vezes delegava um funcionário para auxiliá-lo na coordenação e no controle da mão de obra. Martins (1993) destaca o relacionamento entre os mercadores (responsáveis pela aquisição das máquinas – capital) e os operários (responsáveis para operar as máquinas – trabalho).

No ano de 1776, Adam Smith impõe um tremendo impacto ao sistema produtivo com a publicação de seu livro “As riquezas das Nações”. Sua obra trata da especialização da mão de obra por meio de um princípio muito simples: assegurar aos operários um grupo pequeno de tarefas repetitivas, aumentando cada vez mais a sua eficiência, reduzindo o tempo gasto por cada operador na troca de tarefas e encorajando o desenvolvimento de ferramentas especializadas. Noori & Radford (1995) destacam a importância deste princípio na melhoria da produtividade e na redução de custos de produção. Charles Babbage, já em 1830, ressaltava que cada operário deveria ser pago pela suas habilidades e especialidades.

No final do Século XVIII, nas dependências da American Eli Whitney, nota-se um movimento importante na introdução da produção em massa. Conforme Noori & Radford (1995), a empresa combina os conceitos da especialização da mão de obra ao apontamento de peças

intercambiáveis, além de estabelecer um sistema de especificação para cada peça. Esta prática possibilita a customização de componentes, os quais são combinados de acordo com as características do produto a ser montado. Verifica-se, assim, a subdivisão e o sequenciamento do processo de manufatura. A fábrica torna-se complexa, mas se nota, ainda, a facilidade do gerenciamento por uma pessoa.

Por volta de 1880, conforme Womack et al. (1990) e Martins (1993), os automóveis eram fabricados pelas montadoras sob encomendas; o cliente chegava até a montadora e discutia o projeto do carro com o proprietário. Muitas vezes, mesmo para um mesmo modelo de automóvel, era muito pouco provável existir carros idênticos, devido a uma série de fatores de ordens de fabricação, como o controle dimensional das peças, pois as oficinas mecânicas não dispunham de nenhum sistema metrológico de controle. Sendo assim, o controle de qualidade ficava seriamente comprometido, além da dificuldade tecnológica de se produzir em larga escala.

### **2.3. A ERA DA PRODUÇÃO EM MASSA**

A era da produção em massa pode ser dividida em três grandes fases, de acordo com Martins (1993): a primeira fase se dá com o surgimento da indústria têxtil britânica por meio da mecanização dos teares; a segunda fase reflete o surgimento da administração científica e sua aplicação por Henry Ford na criação das linhas de montagens; por fim, a consolidação por meio da criação das grandes corporações, com Alfred Sloan na General Motors.

A partir da segunda metade do Século XIX, constata-se a transformação dentro do ambiente fabril alavancada pelos avanços em energia, transporte, comunicações e processo produtivo. As fábricas tornam-se maiores a fim de atingir o crescente mercado consumidor, produzindo o mesmo produto em larga escala. Noori & Radford (1995) relatam a redução dos custos de manufatura, a melhoria contínua dos processos e o ganho de economia de escala.

Agostinho (1997), um estudioso dos sistemas de manufatura, aponta três princípios conceituais para o início da Era Industrial, baseados em Adam Smith e Charles Babage:

- Divisão e subdivisão do trabalho;
- Interesse próprio;
- Pagamentos por tarefas.

Os dois primeiros princípios, de acordo com Agostinho (1997), simples e inter-relacionados, enumerados por Adam Smith, tornaram-se a base na qual a era industrial se desenvolveu. Adam Smith pressupunha que os ganhos obtidos com o comércio internacional eram responsáveis pelo desenvolvimento econômico de um país, e deixavam para trás os conceitos do sistema feudal até então em uso.

Agostinho (1997) relata que Smith acreditava que a divisão do trabalho iria aumentar a habilidade e destreza dos operários, eliminando, desta forma, o contato com todo o processo, ficando estes responsáveis por executar uma mesma tarefa repetitivamente o dia todo.

Com a publicação de seu livro “On The Economy of Machinery and Manufacturing” em 1832, Charles Babbage ajuda a estabelecer um enfoque científico para os estudos de gerenciamento, tomando como referência o projeto e a manufatura de equipamentos. Seguindo os estudos de Adam Smith, Babbage antecipa temas como o pagamento de tarefas, desenvolvidos posteriormente por Taylor (Agostinho, 1997).

A necessidade de controlar e coordenar fábricas com diferentes tipos de produtos e múltiplos processos produtivos chamou a atenção de Taylor. Este, por sua vez, introduz uma abordagem mais sistemática do gerenciamento operacional do processo produtivo, revolucionando o papel dos operários e gerentes. Taylor é considerado o fundador da disciplina da engenharia industrial e pai do gerenciamento científico. Sua idéia principal é eliminar perdas, principalmente esforços desnecessários, minimizando, assim, o custo total da fabricação.

Uma grande contribuição do estudo de Taylor é o uso de métodos padronizados de tarefas (Taylor, 1996), que consistiam em criar tarefas padronizadas e tabelas de salários. O gerente passa a ser responsável pela seleção, pela contratação, pelo treinamento e pela supervisão de operários. Os operários, por sua vez, são responsáveis para executar apenas as tarefas que lhes

eram destinadas. Obteve-se assim um aumento de produtividade e uma redução de custos. Por outro lado, criou-se uma insatisfação no relacionamento entre mão de obra e gerência, o que desencorajou os operários a darem sugestões para melhoria de processos, além de reduzir a motivação destes. Agostinho (1997) cita que os princípios de Taylor foram bastante coerentes com a produção em larga escala, na qual as empresas eram organizadas como máquinas, ou seja, cada peça de uma máquina tem uma função e, desta forma, cada departamento teria a sua função de acordo com os planos gerais da empresa.

Henry Fayol ao publicar o sua obra “General and Industrial Management”, citado por Agostinho (1997), transcreve as idéias de Adam Smith para o gerenciamento, identificando cinco componentes: planejamento, organização, comando, coordenação e controle. Segundo Agostinho (1997), as idéias, tanto de Fayol como de Taylor, apresentam vários pontos em comum. Fayol enfatiza a divisão de responsabilidades, a autoridade da função, a unidade de comando, e a cadeia de funções.

Frank e Lillian Gilbreth, citados por Noori & Radford (1995), estenderam os estudos de Taylor, desenvolvendo o estudo de tempos e métodos, que consistia na aplicação de uma nova tecnologia de figura de movimento no estudo do método de trabalho. Diferente de Taylor, o casal Gilbreth focou seus estudos mais nos elementos de uma tarefa do que na tarefa como um todo. Outra contribuição foi o reconhecimento da necessidade de considerar elementos psicológicos e fisiológicos no desenvolvimento de tarefas.

Em 1913, Henry Ford combinou os conceitos da especialização da mão de obra e da intercambialidade de peças e componentes para desenvolver a linha de montagem. Surgia, assim, a produção em massa, utilizando mão de obra semiqualficada e, até mesma, desqualificada, mas fixa. O produto, no caso o automóvel, movimentava-se pela linha agregando peças e componentes. A taxa de produtividade atingiu números até então inimagináveis para a época (Womack et al., 1990; Martins, 1993 e Noori & Radford, 1995).

Martins (1993) relata que Ford aplicou os princípios de Taylor com extrema disciplina em sua linha de montagem, sendo que os operários recebiam treinamentos em poucas horas exigindo

deles quase ou nenhum conhecimento técnico. O resultado era o custo barato de mão de obra. O sistema produtivo de Ford constituía de *job-shop* para os setores de usinagem e conformação, agrupando máquinas de acordo com a sua função; de linha de montagem *flow-shop* e, por fim, de linhas de fluxos. Uma outra inovação de Ford foi no projeto do produto, introduzindo um produto de custo baixo, acabamento rústico, grande durabilidade e fácil manutenção, ou seja, o mesmo chassi para as nove versões do modelo T.

Martins (1993) cita que Alfred Sloan, nos anos 20, tinha como desafio reerguer a General Motors. Para tal, ele estende os conceitos de Ford e Taylor a toda corporação, criando divisões descentralizadas e gerenciadas por índices de controle emitidos por meio de relatórios. Womack et al. (1990) e Martins (1993) destacam o papel fundamental de Sloan na revolução do marketing e gerência da indústria automobilística. Sloan, dentro da GM, inova, pois desenvolve cinco modelos novos para atender a faixas distintas de consumidores.

Martins (1993) destaca que este sistema de manufatura, embasado nos conceitos da *Administração Científica* – Taylor, e da *Organização do Trabalho e Padronização do Produto* – Ford, aplicados por Sloan na estrutura de grandes corporações, perdeu a sua capacidade competitiva com as mudanças ocorridas a partir da década de 50.

Uma série de modelos quantitativos e de técnicas estatísticas e de controle foram desenvolvidas e incorporadas ao longo desta era para atender à complexidade do sistema de manufatura em amplo desenvolvimento. Noori & Radford (1995) destacam os principais desenvolvimentos neste período e suas características empregadas no chão de fábrica:

- Pesquisa operacional: modelo matemático utilizado na solução de problemas operacionais.
- Controle estatístico da qualidade: desenvolvido por Walter Shewhart, focado nos processos de fabricação.
- Lote econômico de pedido: desenvolvido por Ford Harris, utilizado para determinar o menor custo de inventário.

- Gráfico de Gantt: ferramenta destinada a detalhar o seqüenciamento de operações dentro do processo produtivo, desenvolvido por Henry Gantt.
- Programação linear: introduzida em 1947 por George Dantzig como uma ferramenta para alocação de recursos.
- Tecnologia da informação: nascida nos idos de 1950 com o advento do computador digital e da descoberta do transistor por Shockley, volta-se para a coleta, o processamento e a distribuição de informação. É, sem dúvida, a principal ferramenta estratégica das empresas num mundo globalizado.
- Material requirements planning (MRP) e critical path method (CPM): ferramentas e técnicas desenvolvidas para o controle de materiais e processos.

#### **2.4. A ERA DA PRODUÇÃO FLEXÍVEL**

De acordo com Noori & Radford (1995), após a Segunda Guerra Mundial, o Japão, diferente dos EUA, desenvolveu uma abordagem alternativa ao sistema de produção em massa. Tal abordagem consistia em utilizar equipes de trabalhadores com multi-habilidades, e equipadas com ferramentas automatizadas e flexíveis, para produzir uma variedade de produtos em pequenos volumes. Foram introduzidas inúmeras técnicas e filosofias de melhorias na linha de produção japonesa, visando à redução de custos e à alta qualidade dos produtos. Com isto, ocorreu uma invasão de produtos japoneses no mercado americano, provocando o fechamento de inúmeras empresas domésticas. As empresas americanas foram obrigadas a abandonar o sistema de produção em massa e investir recursos financeiros de alta monta em tecnologias, tornando o sistema produtivo mais flexível do que antes.

Neste ambiente, surge a reengenharia de processo, que repensa e muda radicalmente a forma na qual os processos de negócio são organizados; é a busca dramática pela melhoria em produtividade. Durante a reengenharia, os processos são revistos, as atividades que não agregam valor ao produto são excluídas, os operários passam a executar uma gama de atividades e a integração das áreas funcionais da empresa.

## 2.5. SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

O Sistema Toyota de Produção nasceu da necessidade das empresas japonesas manterem-se vivas no mercado de automóveis. A idéia inicial de Toyoda Kiichiro – presidente da Toyota Motor Company - de acordo com Ohno (1997), era ultrapassar a indústria americana em três anos, ou a indústria japonesa não sobreviveria. Eles sabiam que o trabalhador americano produzia nove vezes mais que o trabalhador japonês. Assim, os japoneses focalizaram nos métodos americanos de produção em massa. Contudo, isto não seria possível de se aplicar no Japão, pois a demanda era pequena e os altos tempos de *setup* inviabilizariam a produção. Desta forma, Ohno começou a pensar no que poderia ser mudado.

Shingo (1989) descreve, em sua obra, as respostas mais freqüentes sobre “o que é o Sistema Toyota de Produção”. O autor relata que 80% das pessoas referem-se a este sistema como um “Sistema *Kanban*”, 15% das pessoas como um sistema de produção e , por fim, apenas 5% realmente entendem o Sistema Toyota de Produção como sendo um sistema de eliminação absoluta de perdas. Nota-se o mal-entendimento das relações entre os princípios básicos de produção dentro da Toyota e do Sistema *Kanban* como uma técnica empregada na implementação destes princípios. Ohno (1987) faz uma distinção clara, afirmando que *kanban* é simplesmente o meio de se atingir o *Just-In-Time*.

O Sistema Toyota de Produção desenvolvido por Ohno é baseado na eliminação absoluta do desperdício, tendo em vista a capacidade da Toyota de competir em um ambiente turbulento de demandas diferenciadas e com crescimento lento. Conforme Ohno (1987), a base é sustentada por dois pilares: *just-in-time* e *autonomation* (autonomação). Este último refere-se a automatizar um processo para incluir inspeção. A atenção humana é necessária somente quando um defeito é detectado (a máquina para e só volta a produzir quando o problema estiver solucionado).

Os princípios básicos citados por Shingo (1989) consistem em:

- Eliminação das perdas por superprodução, sendo de dois tipos: produzir além do necessário e antecipar a produção.

- Just-In-Time: produzir na quantidade certa, no momento certo, na quantidade de produto e tempo requeridos e na qualidade desejada pelo cliente.
- Separação do trabalhador e da máquina para aumentar a eficiência produtiva, bem como o uso mais efetivo e significativo dos recursos humanos. Dentro do Sistema Toyota de Produção nota-se a troca progressiva nas relações entre operários e máquinas, o que pode ser verificado na Tabela 2.2.
- Menores taxas operacionais proporcionadas pela separação do operador e da máquina, sendo que estes passam a atuar em diversas máquinas (multi-funcionalidade do operador) e por meio de projetos de máquinas específicas desenvolvidas pela própria Toyota.
- Sistema de controle visual da linha de produção: na Toyota, as máquinas são equipadas para detectar e parar imediatamente quando ocorre um problema, indicando-o por meio de uma lâmpada. O operador está autorizado a parar a linha de produção quando ele notifica um problema. Uma vez que a linha é paralisada, um sinal luminoso *andon* indica a qualquer pessoa da área o tipo de problema e onde ele ocorreu.

Taiichi Ohno é citado como o criador do sistema de produção *Just-In-Time*. Ohno (1997) tinha em mente que a meta da Toyota é encurtar o *lead-time* entre o pedido do produto feito pelo cliente e a entrega feita pela fábrica. Ele almejava, no futuro, reduzir o *lead-time* por meio da eliminação dos desperdícios que não agregam valor ao produto. A Figura 2.1 ilustra tal preocupação de Ohno.

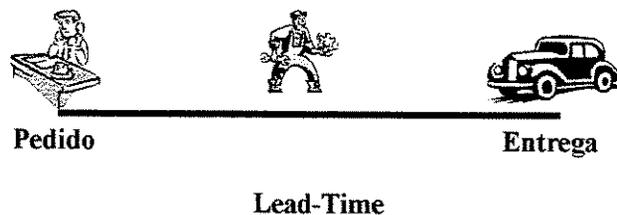


Figura 2.1. Redução de desperdícios dentro do lead-time de um produto.

Fonte baseada em Ohno (1997)

Tabela 2.2. Separação de operadores e máquinas.

Fonte: Shingo (1989).

Tipo	Funções Manuais				Funções Mentais			
	Operações				Subsídios Marginais			
	Operações Principais		Operações Casuais		Método Usual		Método Toyota	
	Usinar	Alimentar	Instalação Remoção	Operação de Troca	Detectar Anomalias	Disposição Anomalias	Detectar Anomalias	Disposição Anomalias
<b>Estágio</b>								
<b>Operação Manual</b>	Operador				Operador			
<b>Alim.Manual / Usin.Automática</b>	Máquina	Operador			Operador			
<b>Alim.Automática Usin.Automática</b>	Máquina.		Operador		Operador	Máquinas que param automaticamente (operador supervisiona mais de uma máquina)		Operador.
<b>Semi-Automação</b>	Máquina				Operador	Máquinas (operador supervisiona mais de uma máquina)		Operador.
<b>Pré-Automação</b>	Máquina				Máquina	Operador.	Máquinas (com um toque humano)	Operador.
<b>Automação Completa</b>	Máquina				Máquina			

Um outro princípio fundamental para o Sistema Toyota de Produção está na forma de determinar a margem de lucro. Os japoneses, segundo Shingo (1989), empregam a seguinte equação para determinar o lucro:

$$pv - c = l \quad (2.1)$$

$pv$  : preço de venda;

$c$  : custo;

$l$  : lucro.

A Toyota entende que o cliente é quem determina a preço de venda e não o fabricante. Assim, resta para a empresa reduzir seus custos para melhorar a sua margem de lucro, (Shingo, 1989).

Hoje, as empresas japonesas apresentam uma nova abordagem para apuração dos custos. Sakurai (1997) cita como meta empresarial à sobrevivência, o crescimento e o desenvolvimento da empresa. A técnica empregada na determinação do custo na fase de concepção do produto passa a ser o *Target Costing*, expresso pela seguinte equação:

$$pv - l = tc \quad (2.2)$$

*tc* : *target cost* ou custo meta;

O Sistema Toyota de Produção é citado por Shingo (1989) como sendo um sistema que seria capaz de extrair água de uma torre seca. Sendo assim, a Toyota procura por perdas invisíveis dentro do processo produtivo, as quais usualmente escapam à atenção de todos pelo fato de se tornarem aceitáveis como parte natural da rotina diária do processo produtivo.

O foco para eliminação das perdas, do ponto de vista da análise do valor, está nas atividades e estas, por sua vez, são classificadas por Turney (1992) como sendo:

- Atividades que agregam valor ao produto;
- Atividades necessárias ao processo produtivo;
- Atividades que não agregam valor nem ao produto e nem ao processo produtivo.

Shingo (1989) estabelece uma série de melhorias focando as atividades que agregam valor ao produto e as atividades necessárias aos processos produtivos, além da eliminação daquelas que não agregam valor nem ao produto e nem ao processo produtivo. Tais melhorias são:

- Melhorias nos processos de inspeção, transporte e atraso;
- Melhorias nas atividades de *setup*, auxiliares, de alimentação e de lubrificação de máquinas etc.;
- Melhorias nas atividades essenciais ao processo produtivo.

## **2.5.1. LEAN MANUFACTURING: SISTEMA DE MANUFATURA ENXUTA OU PRODUÇÃO ENXUTA**

*Lean Production* (Produção Enxuta), conforme Monden (1983), evolui das técnicas desenvolvidas por Taiich Ohno e outros na Toyota, entre os anos 1950 e 1960. A disseminação da produção enxuta nas empresas ocidentais ocorreu após a publicação do livro *Japanese Manufacturing Techniques* por Schonberger (1982) e a inclusão do JIT na agenda da 1984 APICS Annual Conference.

Tais técnicas constituem uma nova abordagem no gerenciamento da produção, sendo um resultado evidente do uso extenso de seus princípios fora do Japão; inicialmente por meio das próprias plantas japonesas utilizando mão de obra local e, em seguida, por empresas locais nos EUA, Grã Bretanha, Europa e qualquer outro lugar. Para Johnston (1995), é nítido que as idéias permanecem independentes de suas origens culturais japonesas.

### **Os elementos da *produção enxuta*.**

Conforme Warnecke & Hüser (1995), a *produção enxuta* pode ser mais bem caracterizada, como um sistema de medidas e métodos que, quando executados todos juntos, têm o potencial de ocasionar o estado enxuto e, portanto, particularmente competitivo, não apenas na divisão de manufatura, mas por toda a empresa. Warnecke & Hüser (1995) identificam os quatro aspectos individuais para produção enxuta:

1. Desenvolvimento de produto;
2. Cadeia de fornecedores;
3. Gerenciamento do chão de fábrica;
4. Serviços pós-vendas.

Torna-se claro que a produção por si própria é somente um campo de atividade nesta nova abordagem estrutural. Contra este argumento, o próprio termo deve ser visto como impróprio. De acordo com Warnecke & Hüser (1995), "*lean management*" - *gerenciamento enxuto* - ou "*lean*

*industry*" - *industria enxuta* - seria uma descrição muito mais apropriada. Apresenta-se a seguir os quatro aspectos de produção enxuta:

### 1. Desenvolvimento do produto.

Warnecke & Hüser (1995) citam que o processo contínuo de inovação e desenvolvimento de novos produtos assume uma maior importância no ambiente competitivo atual do que há alguns anos. Tal fato pode ser visto claramente na indústria de semicondutores. O preço de dado produto, nesta situação, sofre redução no mercado em poucos meses, devido ao lançamento de produtos mais modernos e eficientes. Um exemplo típico é o chip de memória, em que a pouco tempo, um kilobyte custava algumas dezenas de vezes mais que hoje.

O período entre a especificação e o início da produção deve portanto, ser o menor possível, embora muitas das pequenas e médias empresas ainda não reconheçam que a existência contínua de suas companhias é largamente dependente deste fato. Nem a integração por computador ou o sistema de manufatura mais flexível são a última resposta para este desafio.

O envolvimento prévio de departamentos especializados em rever áreas de possíveis problemas, em tempo para tomada de medidas corretivas e antes de colocar os produtos no mercado, contribui muito para a sua aceitação, não ocorrendo o mesmo após a venda do produto.

### 2. Cadeia de Fornecedores.

A mensagem das estatísticas é clara ao analisar os seguintes dados: enquanto uma empresa montadora japonesa obtém peças de 170 fornecedores, as empresas européias negociam com 442 e as americanas com 509 em média. Isto destaca a diferença estrutural nos respectivos mercados de fornecimento: no ocidente, este mercado tem uma estrutura plana, isto é, há um número maior de fornecedores fabricantes diretos para a planta de montagem. A GM pode, então, comprar os 25 componentes para um banco de um mesmo número de fornecedores e, em seguida, montá-lo dentro de sua planta, com todos os problemas técnicos e logísticos. A situação é muito diferente no extremo oriente. Um simples fornecedor é responsabilizado por suprir componentes

defeituosos exatamente de acordo com as exigências. Este, por sua vez, compra um grande número de partes de subfornecedores, resultando, assim, em uma pirâmide de fornecedores, (Warnecke & Hüser, 1995).

### 3. Gerenciamento do Chão de fábrica.

As características e os efeitos da *produção enxuta* podem ser melhor estudados na própria fábrica. Um esforço consciente é feito para concentrar todas as atividades no negócio atual de criar valor, o que significa eliminar um grande número de operações *overhead*.

Estas operações tornam-se redundantes porque suas causas podem ter sido reduzidas. Warnecke & Hüser (1995) afirmam que as falhas não são detectadas por um inspetor especialmente engajado para aquela tarefa e, subseqüentemente, corrigida em uma tarefa de reparos por apoio especialmente treinado. Ao contrário, defeitos são identificados em seu ponto de origem e sistematicamente erradicados. Dependendo da situação, isto pode ser obtido por uma variedade de medidas, isto é, alteração da peça, do dispositivo ou do processo de produção, o que previne a mesma falha de ocorrer novamente. Em contraste a isto, vários sistemas de manufatura convencional não estão em posição de responder adequadamente a tais situações. Para evitar a parada do fluxo de produção, peças defeituosas são concisamente incluídas no final do processo somente após serem retrabalhadas ou substituídas, elevando os custos produtivos. Esta tarefa de reparo contabiliza uma porção considerável de todo o tempo de montagem.

Além disso, em uma fábrica enxuta, um observador experiente certifica quanto todo o sistema de manufatura está nitidamente organizado. Membros de *staffs* mantêm contatos visuais freqüentes entre eles e podem reagir rápida e flexivelmente às irregularidades. É interessante notar que neste sistema, a linha somente pára quando um operário apto detecta irregularidade, ao contrário do sistema de produção em massa. A razão disto está na implementação sistemática de um discernimento familiar: a vasta maioria de todos os defeitos é evidente em suas primeiras ocorrências, ao menos para um membro experiente do *staff*. É, portanto, principalmente uma questão de encorajar a intervenção no momento exato.

Por razões metodológicas, todos os estudos de Womacks et al. (1990) referem-se a plantas de montagens, mas, elas podem ser aplicadas, em princípio, a todas as áreas da manufatura, isto é, às próprias fornecedoras de peças para as montadoras.

#### 4. Serviços Pós-Venda.

O estabelecimento de uma relação de negócio com os clientes, os quais esperam ser tratados com cortesia e receber conselhos profissionais, é um pré-requisito indispensável para ter sucesso na venda.

Nenhum setor da comunidade de negócio reage mais rapidamente e com mais imaginação às exigências do mercado do que o departamento que o confronta diretamente, chamado de departamento de vendas.

É difícil apreciar por que uma *rede de trabalho*, drasticamente reduzida de distribuidores, tais como aquela requerida por uma organização de vendas enxuta, deve estar em posição de fazer mais justiça às exigências do cliente. O sistema de vender por meio de grupos de vendas representativas, como é comum no Japão, não tem sido adotado em outros países, e fazer contato regular com clientes em potencial seria dificilmente aceitável em culturas altamente individualizadas.

#### **Os princípios fundamentais da *manufatura enxuta*.**

De acordo com Womack et al. (1990), *Lean Production* consiste de cinco áreas funcionais diferentes: desenvolvimento de produtos; compras; manufatura; distribuição e empresa enxuta. Em seus estudos, Karsson & Åhlström (1996a) desenvolveram um modelo conceituando a *produção enxuta*, consistindo de princípios que caracterizam estas diferentes áreas funcionais e toda a estratégia da *companhia enxuta*. Estas áreas funcionais e estes fatores são vistos no modelo da Tabela 2.3.

Tabela 2.3. Conceituação da Produção Enxuta.

Fonte: Karsson & Åhlström (1996a)

Produção Enxuta									
Áreas Funcionais									
Desenvolvimento Enxuto	+	Compras Enxuta	+	Manufatura Enxuta	+	Distribuição Enxuta	=	Empresa Enxuta	
Princípios Específicos									
Envolvimento de Fornecedores		Eliminação de Desperdício		Estoques Enxutos		Global			
Equipes Cross-Funcionais	Hierarquias de Fornecedores		Melhorias Contínuas		Envolvimento do Cliente		Network		
Engenharia Simultânea	Maior volume de subsistemas provenientes de poucos Fornecedores		Equipes Multifuncionais		Marketing Agressivo		Estruturas de Conhecimento		
Integração em vez de Coordenação			Zero Defeito JIT						
Gerenciamento Estratégico			Sistema de Informação Vertical						
Engenharia Black Box			Responsabilidades Descentralizadas / Funções Integradas						
			Puxar em vez de Empurrar						
Princípios Fundamentais									
Equipes Multifuncionais									
Sistemas de Informação Vertical									
Sem Estoques Intermediários									
Sem Recursos Indiretos									
Networks									

A partir desta conceituação, Karsson & Åhlström (1996a) apontam os indicadores que determinam a *prática enxuta* dentro de cada conceito já mencionado. O importante deste estudo é identificar quais indicadores estão aptos a refletir as mudanças em um esforço de tornar uma empresa enxuta. A Tabela 2.4 mostra um esboço deste modelo, bem como o seu significado.

A seguir, serão detalhados os princípios específicos para a *manufatura enxuta*, segundo o modelo desenvolvido por Karsson & Åhlström (1996b). O propósito deste modelo é identificar o que determina uma *manufatura enxuta* dentro de cada princípio, ou seja, identificar os determinantes que estão aptos a refletir as mudanças num esforço para se tornar enxuto.

Tabela 2.4. Esboço do modelo para acessar mudanças por meio da *Produção Enxuta*.

Fonte: Karsson & Åhlström (1996a).

	Determinantes	Indicadores Mensuráveis	Enxuta
Princípios Específicos	Indicadores extraídos teoricamente dos princípios básicos da Produção Enxuta	Indicadores operacionalizados, que têm sido julgados convenientemente no uso de acessar mudanças por meio da <i>produção enxuta</i> , em um caso empírico.	Indica a direção desejada do indicador para se mover em uma direção enxuta. ↗ - Deve aumentar ↘ - Deveria decrescer ↑ - A prática deveria mudar nesta direção

O maior propósito da *produção enxuta* é utilizar menos recursos comparados aos sistemas tradicionais de produção, segundo Womack et al. (1990). Um princípio básico a atingir isto, segundo Monden (1983), é por meio da *eliminação de desperdícios* – qualquer coisa que não agrega valor ao produto, por exemplo, inventário, transporte e movimentos desnecessários. *Perfeição* é somente uma meta a ser atingida por meio de *melhorias contínuas* e da *eliminação de desperdícios*.

Embora a qualidade seja, por si própria, uma variável importante de performance na *produção enxuta*, ela é também, para Monden (1983), um pré-requisito para atingir alta produtividade.

*Zero defeito* denota como a *companhia enxuta* trabalha com a meta de atingir qualidade, por exemplo, por meio de tornar a garantia da qualidade responsabilidade de todos, não somente do departamento de controle de qualidade. Intimamente associado está o princípio do *Just-In-Time*, visto que peças livres de defeitos são pré-requisitos para obter entregas *JIT*. Isto implica, de acordo com Shingo (1989), que cada processo deverá ser abastecido com peças corretas, na quantidade certa (de preferência uma peça por vez) e no momento certo.

O material é programado por meio da *produção puxada* em vez da *empurrada*. Em um *sistema de puxar*, um programa mestre e programas de produção mais detalhados controlam a produção de números prognosticados de peças, se eles necessitarem ou não. Neste sentido, materiais e peças são puxadas através da fábrica. O *princípio puxar* reside em completo contraste

para este modo de programar material. Com *puxar*, o ponto de partida é o pedido de um cliente, que chega a montagem final, requerendo peças do processo precedente, que, por sua vez, requisita peças de seus processos anteriores e assim por diante. Isto significa que nada que não tenha sido pedido é produzido.

A característica mais saliente da organização do trabalho é o uso extenso de *equipes multifuncionais*; em que um grupo de empregados é capaz de realizar várias tarefas diferentes. Estas equipes são, muitas vezes, organizadas em torno de uma peça baseada na célula do fluxo do produto. Cada equipe é responsável por realizar todas as tarefas referentes a esta peça. Além disso, *responsabilidades são descentralizadas* para a *equipe multifuncional*, da qual se espera que realize tarefas supervisoras por meio da rotatividade da liderança da equipe entre os empregados especialmente treinados para a tarefa.

Um segundo princípio que se refere à *equipe multifuncional* é a *integração de funções diferentes* dentro da responsabilidade da equipe. Tarefas previamente realizadas por funções indiretas, tais como aquisição (compra), manuseio de materiais, planejamento e controle, manutenção e controle de qualidade, estão integradas dentro das tarefas da equipe.

Por fim, *sistemas de informação vertical e horizontal* são usados, visto que a informação é importante para que as equipes multifuncionais realizem suas tarefas conforme os objetivos da companhia. Portanto, sistemas elaborados são necessários para disponibilizar rapidamente as informações de forma contínuas, diretamente no fluxo de produção.

Nas Tabelas I.1a, I.1b. e I.1c. que constam no Apêndice I são apresentados os princípios e as suas características, bem como a sua influência nas mudanças.

A proposta deste modelo, segundo Karsson & Åhlström (1996a), é operacionalizar os diferentes princípios na *produção enxuta*, com foco naqueles que concernem à organização do trabalho na parte de manufatura de uma companhia. A incerteza envolvente no conceito enxuto e a falta de uma definição do que é *produção enxuta* também se situam atrás da necessidade de um

modelo operacionalizado. Este modelo é destinado a pesquisadores e práticos, com suas devidas implicações.

### **Produção Enxuta em uma era de mudança.**

Os autores de “The machine that change the world”, Womack et al. (1990), afirmam, que o sistema *produção enxuta* é o meio superior de produzir mercadorias manufaturadas, baseado principalmente em estudos realizados na evidência da indústria de automóvel japonesa, a qual tem desenvolvido meios de projetar e construir carros em menos tempos, com menos recursos e mais baixos inventários que a indústria ocidental.

Katayama & Bennett (1996) ilustram os elementos da *produção enxuta* na Figura 2.2. Uma característica chave é que menos recursos são requeridos pelo sistema de manufatura (menos material, poucas peças, operações de produção reduzidas, menos tempo improdutivo necessário a *setups*, etc.). Ao mesmo tempo, existe pressão para atingir melhores índices de desempenho (melhor qualidade, maiores especificações técnicas, maior variedade de produto, etc.). Isto resultará em maior satisfação do cliente, o qual, por sua vez, gera oportunidades para a companhia enxuta obter uma parcela maior do mercado dos outros competidores.

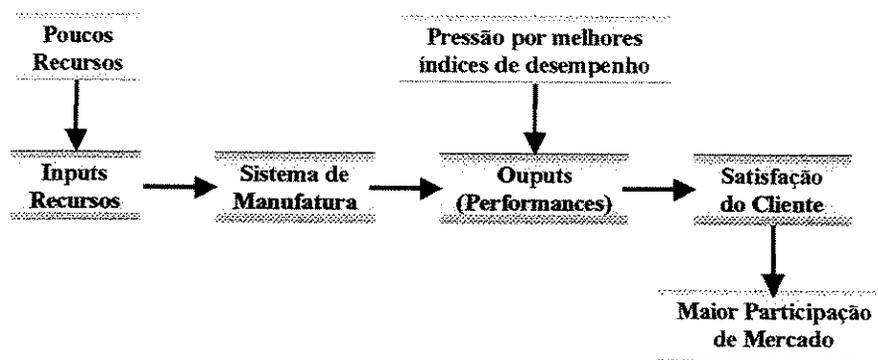


Figura 2.2. Elementos essenciais da *produção enxuta*.

Fonte: Katayama & Bennett (1996)

Dentro da indústria automobilística, a consequência de criar um *sistema enxuto* de produção tem sido demonstrada melhor pela Toyota. A respeito da aparente superioridade da

*produção enxuta* comparada aos sistemas de produção em massa convencionais, contudo, existem novas questões sendo levantadas no Japão sobre sua robustez, como uma abordagem, segundo Katayama & Bennett (1996), para estar à altura das condições econômicas e de mercado futuras.

Existem vários fatores a serem considerados na aparente dominância da *produção enxuta*. O primeiro é que Womack et al. (1990) conduziram sua pesquisa quando a economia japonesa estava aquecida no final da década de 1980, em condições de estoque alto de mercado e baixa taxa de interesse. A demanda doméstica de produtos para clientes estava a um nível alto todo tempo e as saídas das fábricas do Japão podiam permanecer altas. O principal objetivo competitivo das companhias, portanto, era aumentar o *market share* pela redução de custos e, assim, de preços, bem como uma maior variedade de produtos com mais características. O segundo ponto é que o Japão tinha um sistema austero de inspeção da idade da frota nacional de veículos que encorajava os proprietários a sucatear seus carros velhos e comprar novos. Existe pequena demanda para veículos usados, e carros mais velhos são raros nas rodovias japonesas. Isto tem permitido aos fabricantes automobilísticos contar com um amplo mercado doméstico, disposto a aceitar últimos modelos de boa vontade, incrementando, assim, a taxa de desenvolvimento de novos produtos. A demanda doméstica anual de carros no Japão representava três vezes mais que a demanda de países como Alemanha, Reino Unido ou França, que girava em torno de três milhões de carro ao ano. Além disso, a idade média dos modelos dos carros japoneses era menos que dois anos comparada aos quatro ou cinco anos de um modelo típico americano ou europeu, (Katayama & Bennett, 1996).

A principal pressão competitiva sobre companhias tem sido a que amplia a *participação no mercado* e a principal forma de atingir isto tem sido por meio da *competição pelo preço*. Por sua vez, os *lucros* têm sido reduzidos e, assim, são necessários a redução de custos e o aumento de receitas. A *Redução de custos* tem sido obtida por meio de atividades *Kaizen* (melhorias contínuas), as quais têm, além disso, estipulados preços competitivos, enquanto o *aumento de receitas* necessita de *maiores volumes de vendas* e requer a *introdução de novos produtos e mais diversificados*. Isto exigiu um *aumento de investimento* e de *mão-de-obra indireta*, visando

aumentar o ponto de equilíbrio e reduzir o lucro, (Katayama & Bennett, 1996). A Figura 2.3 representa este fenômeno.

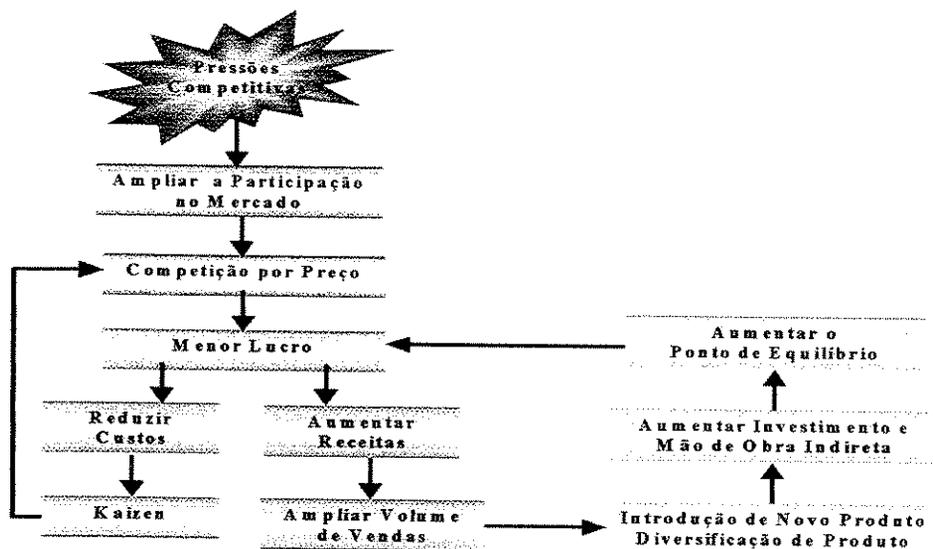


Figura 2.3. As tendências passadas na manufatura japonesa.

Fonte: Katayama & Bennett (1996)

O ciclo na Figura 2.3 se manteve até pouco tempo no Japão, enquanto a economia estava aquecida, mas recentemente a cadeia de tais eventos se quebrou. Em particular, Katayama & Bennett (1996) afirmam que o aumento nas receitas por meio de maior volume de vendas não distante pode ser um passo presumido no círculo, com o aumento da taxa de interesse e nivelamento de rendimentos disponíveis. Entretanto, com o aumento da moeda japonesa (Yen), ocasionado pela força da economia industrial, a oportunidade das companhias japonesas de contar com as exportações como um meio de compensar as menores vendas domésticas foi reduzida.

Katayama & Bennett (1996) citam que além destes fatores econômicos, que resultaram na quebra do ciclo de manufatura, existem, em adição, um número de influências que levanta a questão da viabilidade dos princípios da *produção enxuta* dentro do contexto da situação atual do Japão.

## 2.6. AGILE MANUFACTURING: SISTEMA DE MANUFATURA ÁGIL

Com a redução do ciclo de vida dos produtos, a alta qualidade dos produtos se tornou necessária para a sobrevivência da empresa. Mercados tornaram-se altamente diversificados e globalizados, e mudanças contínuas e inesperadas tornam-se fatores chaves para o sucesso, (Gunasekaran, 1998). O futuro da indústria deve enfrentar mudanças de mercado, tais como reduzir o volume de produção, aumentar a variedade de produtos, ciclos de vida dos produtos mais curtos e reduzir o número de pedidos repetitivos. Para responder às mudanças do mercado, a *manufatura ágil* tem obtido considerável atenção da indústria.

*Agilidade*, segundo Lee (1998), é a capacidade de um sistema de manufatura fabricar uma variedade de componentes a um custo baixo e em um curto período de tempo. A *manufatura ágil* deve ser simples, flexível, reconfigurável, prática, capaz de responder rápido ao mercado. De acordo com a definição dada pelo Agile Manufacturing Enterprise Forum, a *manufatura ágil* tem características principais tais como rápida introdução de produtos novos e modificados, reconfiguração dinâmica dos processos de produção, produtos atualizáveis, customização de produto etc.

Goldman *et al.* (1995) afirmam que agilidade é uma resposta compreensiva e estratégica às mudanças estruturais fundamentais e irreversíveis que estão minando os fundamentos econômicos da competição da produção em massa.

A *manufatura ágil* não é conceituada simplesmente como flexível e susceptível às demandas correntes, não obstante que isto seja uma exigência óbvia, o que também requer uma habilidade adaptativa em responder às mudanças futuras. Isto tem dois elementos: desenvolvimento das habilidades internas e de configurar as qualidades da companhia (recursos humanos e de capital) para assegurar vantagem e oportunidades no futuro próximo.

*Corporações ágeis* são capazes de se reorganizarem rapidamente e se auto reconfigurarem para capitalizar de imediato e, talvez, temporariamente as oportunidades de mercado. É conhecido, contudo, que nenhuma firma terá todos os recursos necessários para encontrar cada

oportunidade. *Competências centrais* da organização podem ser combinadas para reduzir o tempo de resposta ao mercado. *Corporações virtuais, reengenharia e manufatura ágil/adaptativa* são todos conceitos novos, baseados no acompanhamento da manufatura integrada da década passada. As novas empresas de manufatura são caracterizadas por uma habilidade de reconfiguração flexível de recursos, de ciclos de tempo mais curtos e de respostas mais rápidas às demandas dos clientes. Pant *et al.* (1994) afirmam que a informação é um fator chave em transcender barreiras físicas e divulgar a *agilidade* orientada à empresa e a *adaptatividade* às organizações.

Para Gunasekaran (1998), as *manufaturas ágeis* devem responder a:

- mudanças rápidas dos mercados;
- pressões competitivas globais;
- redução do tempo de resposta de novos produtos ao mercado;
- aumento de cooperação interempresas;
- relações interativas da cadeia de valores;
- aquisição, marketing e distribuição global;
- aumento do valor da informação/serviço e de todas as áreas da empresa de manufatura.

A Tabela 2.5 apresenta as estratégias para as áreas da manufatura ágil.

Tabela 2.5. Multiface da *agilidade* na manufatura.

Fonte: Gunasekaran (1998).

Áreas da manufatura.	Estratégias para <i>manufatura ágil</i>
Marketing.	Valor individual percebido pelo cliente
Projeto e produção.	Produzir rapidamente variedades de produtos e serviços a pedidos do cliente em quantidades arbitrárias de pedido, uma metodologia que integra relações de fornecedores, processos de produção, processos de negócios, relações com clientes, e uso e eventual disposição dos produtos.
Organização.	Habilidade para sintetizar novas capabilities produtivas – facilidades e habilidades indiferentes à sua localização física.
Gerenciamento.	Liderança, motivação, apoio e negócio.
Pessoas.	Força de trabalho com total conhecimento, habilidosa, autorizada e empreendedora.

A diferença entre as práticas tradicionais e correntes na manufatura pode ser vista na Tabela 2.6, com o objetivo de demonstrar o potencial da *manufatura ágil*.

Tabela 2.6. Prática tradicional X prática corrente na manufatura.

Fonte: Gunasekaran (1998).

Prática Tradicional	Prática Corrente
Produtos uniformes/padronizados.	Produtos altamente variáveis/customizados.
Plataforma contida por si própria.	Plataforma Open-ended para upgrades/informações/serviços.
Expectativa para Ter um mercado de longa vida.	Expectativa para ter um mercado de curta vida.
Produzido por previsão.	Produzido por pedido.
Preço definido pelo custo unitário de fabricação + margem de lucro.	Preço definido pelo valor percebido pelo cliente.
Caracterizado por um nicho específico de mercado.	Caracterizado por múltiplos nichos de mercado.

## 2.7. HOLONIC MANUFACTURING SYSTEM: SISTEMA HOLÔNICO DE MANUFATURA

A demanda de mercado e as pressões ambientais e sociais requerem sistemas efetivos de manufatura, de acordo com Van Brussel et al. (1997), para se adaptarem a um mesmo ritmo crescente. Estes fatores geram necessidades para novos sistemas de controle de manufatura que são aptos a gerenciar mudanças e distúrbios no ambiente produtivo com eficiência e eficácia. Na busca destes novos requerimentos para a manufatura do Século XXI, Van Brussel et al. (1997) citam que novos paradigmas estão sendo investigados:

- *Bionic manufacturing* – Okino (1993);
- *Genetic manufacturing* – Ueda (1993);
- *The fractal factory* – Warneck (1992);
- *Randon manufacturing* – Iwata & Onosato (1994);
- *Virtual manufacturing* – Kimura (1993);
- *Holonic manufacturing* - Van Brussel I(1994).

O Sistema Holônico de Manufatura (*Holonic Manufacturing System*: HMS) é um dos seis projetos em desenvolvimento pelo programa *Intelligent Manufacturing Systems* (1994). O projeto HMS consiste em atingir um melhor entendimento das necessidades da próxima geração de sistemas de manufatura e os meios para construir sistemas atendendo a estas necessidades. O HMS é baseado nos conceitos de sistemas holônicos desenvolvidos por Koestler (1967). Tal sistema de manufatura busca atingir os benefícios que as organizações holônicas fornecem aos seres vivos e às sociedades, isto é, estabilidade na face de desordem, adaptabilidade e flexibilidade na face de mudança e uso eficiente de recursos disponíveis.

Uma arquitetura organizacional consistente pode ser discernida aqui como sistemas complexos e necessita ser decomposta dentro de sub-sistemas mais simples, nos quais os próprios sub-sistemas possam ser tratados como sistemas autônomos, possivelmente contendo seus próprios sub-sistemas. Tal arquitetura é definida por Simon (1990) como sistemas hierárquicos ordenados.

Arthur Koestler (1967) foi mais além e chamou a atenção para esta estrutura comum, a qual ele denominou *holonic system*. Koestler (1967) define *holon* como:

- *Holos* (grego)  $\Rightarrow$  **todo**.
- *Holos* + *on* (sufixo) = *holon*  $\Rightarrow$  **parte**.

Cada unidade identificável, como uma célula em um animal ou uma família dentro da sociedade, inclui outras unidades básicas (plasmas e núcleos, pais e irmãos), enquanto que, ao mesmo tempo faz parte de uma grande organização (um tecido musculoso ou uma comunidade). O *holon*, como Koestler (1967) idealizou o termo, é uma parte identificável de um sistema maior com identidade única e, ainda, é composto de partes sub-ordenadas.

Sistema holônico deve ser considerado como cadeias escalares de *entidades holônicas*, nas quais em cada nível, a *entidade referente* pode subsistir como parte de um sistema de nível superior e conter seus próprios sub-sistemas de nível inferior. Para cada nível, tarefas são alocadas para os *holons* de acordo com um dado projeto, como o processamento paralelo. Isto

determina as relações fundamentais entre *holons* para qualquer nível, entre *holons* para níveis diferentes e entre *holons* e o sistema todo.

### **2.7.1. Definições**

Serão apresentados, a seguir, os conceitos holônicos definidos pelo consórcio IMS (1994), de acordo com Van Leeuwen & Norrie (1997) e Christensen (1994):

#### ***Holon:***

Consiste em um elemento autônomo e cooperativo de um sistema de manufatura para transformar, transportar, armazenar e/ou validar informação e objetos físicos. O *holon* consiste em uma parte responsável por processar informação e, muitas vezes, em uma parte responsável pelo processamento físico. Um *holon* pode fazer parte de outro *holon*.

#### ***Autonomia:***

É a capacidade de uma entidade em criar e controlar a execução de seus próprios planos e/ou estratégias.

#### ***Cooperação:***

É um processo pelo qual um grupo de entidades desenvolve e executa, em conjunto, planos aceitáveis.

#### ***Holarchy:***

Consiste em um sistema de *holons* que pode cooperar para atingir uma meta ou objetivo. A *holarchy* define as regras básicas de cooperação dos *holons* e, portanto, limita suas autonomias.

#### ***Holonic Manufacturing System HMS:***

É uma *holarchy* que integra todo o alcance das atividades de manufatura, desde o pedido, seguindo pelo design, pela produção, pela distribuição e pela comercialização, tornando concreto a empresa de manufatura ágil.

***Atributos holônicos:***

São atributos de uma entidade que consegue um *holon*.

***Holonomy:***

É a extensão para qual uma entidade apresenta atributos holônicos.

**2.7.2. Arquitetura de referência do HMS**

A arquitetura de um sistema HMS a ser apresentado a seguir consiste, de acordo com Van Brussel et al. (1997) e Bongaerts et al. (1997), de três elementos básicos com relativa interdependência entre si, assim como em uma sociedade. Tais elementos são:

***Holon de recurso:***

Contém uma parte física (recurso de produção) e uma parte de processamento de produção, responsável pelo controle do recurso. Um *holon* de recurso é uma abstração da produção e pode significar uma fábrica, uma oficina, máquinas, pallets, matéria-prima, etc.

***Holon de produto:***

Responsável por preparar o conhecimento do processo e do produto e, assim, assegurar a fabricação correta do produto com qualidade suficiente. Um *holon* de produto contém a informação atualizada e consistente sobre o ciclo de vida do mesmo, as necessidades dos usuários, do *design*, dos planos de processos, das listas de materiais, dos procedimentos de garantia da qualidade etc. O *holon* de produto age como um fornecedor de informação para outros *holons* dentro do HMS.

***Holon de pedido:***

Representa uma tarefa no sistema de manufatura. É responsável por realizar o trabalho designado corretamente e no tempo certo, gerenciando o produto físico a ser produzido, o modelo do produto e o processamento de informação logística relacionada à tarefa. Um *holon de pedido* pode representar pedidos de clientes, de produção para estoque, de prototipagem, de manutenção

e reparo de recursos etc. O *holon de pedido* realiza tarefas tradicionalmente designadas a um despachante, um monitor de processo e um programador de curto prazo.

A Figura 2.4 ilustra os três *holons*, bem como a troca de conhecimentos entre eles dentro do sistema de manufatura. Os *holons de produtos* e *holons de recursos* comunicam-se a inteligência do processo; *holons de produto* e *holons de pedidos* trocam a inteligência de produção; e *holons de recursos* e *holons de pedidos* distribuem a inteligência de execução de processo.

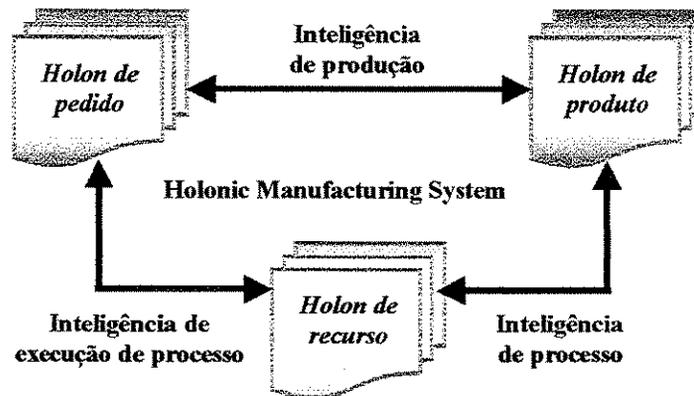


Figura 2.4. Elementos básicos de um sistema HMS e suas relações.

Fonte: Van Brussel et al. (1997) e Bongaerts et al. (1997)

### **Inteligência de processo:**

Contém a informação e os métodos sobre como realizar um certo processo sobre um certo recurso. É a inteligência sobre a capacidade do recurso, quais processos ele pode realizar, os parâmetros relevantes, a qualidade e as saídas possíveis de um processo etc.

### **Inteligência de produção:**

Representa a informação e os métodos de como produzir um certo produto utilizando um certo recurso. É a inteligência sobre o possível sequenciamento do processo a ser executado pelos recursos, a estrutura de dados para representar a saída dos processos, os métodos para acessar informações dos planos de processo etc.

### **Inteligência de execução de processo:**

Contem a informação e os métodos relativos ao progresso de executar processos sobre recursos. É a inteligência sobre como requerer a partida do processo nos recursos, fazer reservas nos recursos, monitorar o progresso de execução, interromper um processo, as conseqüências de interromper um processo, suspender e suprimir processos nos recursos etc.

### **2.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS:**

Procurou-se neste capítulo descrever os sistemas de manufaturas desde a era artesanal até os dias de hoje. Para cada sistema de manufatura foram abordadas as características principais.

O sistema de produção em massa está sendo seriamente questionado sobre sua viabilidade em desafiar a natureza das mudanças do ambiente de negócio.

Batocchio et al. (1999) citam que “o paradigma tradicional enfoca um alto volume de produção e uma baixa variedade de produtos, mas as tendências mostram que esse enfoque está desaparecendo, pois os consumidores estão desenvolvendo uma nova postura, através de exigências que mudam as características do mercado”.

Sharifi & Zhang (1999) citam que novos métodos têm sido usados para sanar os problemas de produtividade dos sistemas tradicionais, tais como *manufatura flexível* e *produção enxuta* e todas as técnicas e ferramentas associadas a estes, são considerados insuficientes na forma em que eles têm sido controlados e utilizados.

*Produção enxuta* é descrita por Womack et al. (1990) como sendo diferente da *produção em massa* o qual esta utiliza menos de tudo: “...metade de esforço humano na fábrica, metade de espaço físico, metade de investimento em ferramentas, metade de esforço de engenharia para desenvolver um novo produto na metade do tempo. A *produção enxuta* requer que se assegure, em grande parte, um menor inventário nas células, resultando em taxas menores de defeitos e produzindo uma variedade maior e crescente de produtos”.

Naylor et al. (1999) afirmam que: “*lean production* significa desenvolver um fluxo de valor para eliminar todas as perdas, incluindo tempo, e assegurar um nível de programação.”

Katayama & Bennett (1999) argumentam que *lean production* não é uma alternativa para produção em massa, mas um meio de enriquecê-la. Segundo os mesmos autores, na teoria, a *mentalidade enxuta* é um conceito compatível com qualquer sistema de produção e complementa as outras abordagens, como a agilidade; contudo, na prática, uma dificuldade surge pelo uso da “produtividade da mão-de-obra” como uma medida da *mentalidade enxuta*, muitas vezes defendida pelos proponentes da *lean manufacturing*.

Por outro lado, o termo *agilidade* é definido em dicionários como um movimento rápido, veloz e ativo. Kidd (1994) define *agilidade* em termos do sistema de manufatura, como flexibilidade, adaptabilidade e versatilidade. Naylor et al. (1999) destacam que *agilidade* significa usar o conhecimento do mercado e uma corporação virtual para explorar oportunidades de lucratividade em um mercado volátil.

Batocchio et.al. (1999) apresentam uma definição para a manufatura ágil elaborada por Owen & Kruse (1997): “*Manufatura ágil* é a habilidade de uma empresa de administrar a mudança no imprevisível mundo do comércio e da indústria e sobreviver no mercado, o que demanda uma resposta rápida às mudanças inesperadas nos anseios do consumidor, nos desafios competitivos e nas rupturas tecnológicas”.

Segundo Gould (1997), “a *manufatura ágil* se diferencia conceitualmente da *manufatura enxuta* e requer diferente estilo de operação e de estrutura organizacional; além disso, a *manufatura enxuta* tem sido mais recentemente empregada quase como uma desculpa para a reestruturação (*downsizing*) e deixou algumas companhias sem um braço ou uma perna. Tal extrema interpretação colocou-as numa posição muito vulnerável quando o negócio expandiu ou o mercado mudou”. Kidd (1994) afirma que: “*manufatura ágil* pode ser considerada como uma estrutura dentro da qual cada companhia pode desenvolver suas próprias estratégias de negócios e de produtos”.

A Figura 2.5 ilustra a evolução dos sistemas de manufatura e suas características básicas:

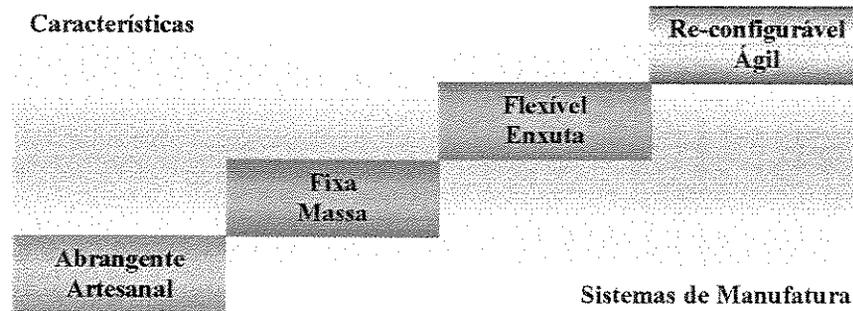


Figura 2.5. A evolução para a agilidade.

Fonte: Gould (1997).

Manufatura ágil é uma resposta às incertezas e pressões no mercado globalizado e que encampa uma série de ferramentas já existentes, mas aplicadas separadamente. Para estender o entendimento de agilidade, Yusuf et al. (1999) destacam a necessidade para desenvolver um entendimento e os modelos práticos de manufatura ágil. Tais modelos não devem ser radicalmente diferentes dos paradigmas de manufatura existente, uma vez que agilidade não nega qualquer outro paradigma anterior. Na verdade, agilidade requer uma metodologia para sintetizar os modelos existentes e adicionar suas aplicações.

Um dos objetivos deste trabalho é estudar e propor um modelo conceitual de manufatura ágil, de tal forma que possa ser utilizado como um roteiro para a modelagem de uma empresa ágil. O Capítulo 3 abordará a conceituação de modelo de empresa ágil.

## Capítulo 3

# MANUFATURA ÁGIL: UMA ABORDAGEM CONCEITUAL

### 3.1. INTRODUÇÃO.

O termo “*agile manufacturing*” foi introduzido no contexto das indústrias americanas após a realização do Fórum “21st Century Manufacturing Enterprise Strategy” patrocinado, pelo Iacocca Institute e realizado em novembro de 1991. Este fórum resultou em um relatório de dois volumes que conduziram a novos estudos do sistema de manufatura frente ao novo ambiente competitivo. Os novos fundamentos dos critérios competitivos apresentados pelo Iacocca Institute (1991) são: mudanças contínuas, respostas rápidas, melhorias na qualidade e responsabilidade social. Este fórum surgiu da necessidade americana em reconquistar a liderança no ambiente global perdida nas décadas de 70 e 80.

A empresa de manufatura ágil, segundo o Iacocca Institute (1991), é capaz de produzir novos produtos de maneira rápida, assimilando áreas de conhecimento e inovações tecnológicas facilmente, modificando-os continuamente. Como as necessidades dos usuários mudam e como melhorias são introduzidas, os usuários podem, com prazer, reconfigurar ou atualizar o que eles teriam que comprar, em vez de recolocá-los.

O ambiente de negócios do Século XXI será caracterizado pela introdução de produtos e serviços novos, modificados e inseridos em mercados altamente fragmentados e em constantes

mudanças. A principal vantagem competitiva será a resposta rápida a este cenário. Neste ambiente, as empresas deverão agrupar suas habilidades e formar parcerias para atender um determinado nicho de mercado.

As bases de competição, de acordo com Sharifi & Zhang (1999), para as quais o preço do produto tem sido utilizado, mudaram-se para a qualidade, o tempo de entrega e, finalmente a escolha do cliente ou, de um modo mais exato, a sua satisfação em adquirir o produto.

Neste capítulo, procura-se focar as mudanças que ocorrem no ambiente da manufatura e apresenta um modelo conceitual de manufatura ágil baseado nas obras de diversos autores.

### **3.2. ABORDAGEM CONCEITUAL DE EMPRESA ÁGIL**

A abordagem proposta é baseada nos trabalhos de Sharifi & Zhang (1999), Gunasekaran (1998), Gunasekaran (1999), Yusuf et al. (1999), Iacocca Institute (1991), Kidd (1994) e outros autores, que serão referenciados conforme suas contribuições para o desenvolvimento deste trabalho.

O modelo a ser apresentado consiste na utilização estratégica de métodos e ferramentas gerenciais e de manufatura, na busca por vantagens competitivas frente às pressões, incertezas e mudanças no novo ambiente de negócio.

*Manufatura ágil* deve ser vista primariamente como um conceito de negócio que induz idéias em conjunto. Frente às mudanças no ambiente de negócio, as empresas devem encorajar-se a construir estruturas ágeis, objetivando adquirir vantagens competitivas neste cenário.

Kidd (1994) afirma que novos conceitos são necessários para desenvolver uma resposta apropriada da manufatura às condições emergentes de mercados, para obter vantagens de novas oportunidades de mercado e explorar os conceitos do negócio, tais como a empresa virtual e o uso intenso de novas tecnologias. Novas estratégias de manufatura são, portanto, necessárias.

Os fundamentos competitivos estabelecidos pelo fórum promovido pelo Iacocca Institute (1991) são destacados a seguir. O quinto fundamento é uma contribuição de Kidd (1994).

1. Mudanças contínuas;
2. Resposta rápida;
3. Aprimoramento da qualidade;
4. Responsabilidade sócio-ambiental e
5. Foco total no cliente.

Kidd (1994) aponta os conceitos essenciais para criar uma empresa de manufatura ágil sobre estes fundamentos competitivos:

- Uma estratégia para se tornar uma empresa de manufatura ágil;
- Uma estratégia para explorar agilidade e obter vantagens competitivas;
- Integração de pessoas, organização e tecnologia dentro de um sistema coordenado e interdependente, que representa a arma competitiva;
- Uma metodologia interdisciplinar de *design* para atingir integração.

A Figura 3.1 esboça o modelo baseado em Sharifi & Zhang (1999), constituído de três partes principais enfocando a necessidade da empresa tornar-se *ágil*.

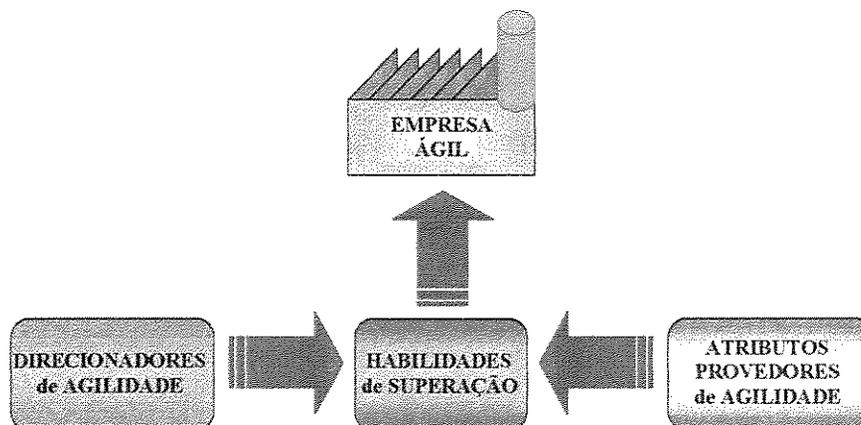


Figura 3.1. Modelo Conceitual para Empresa Ágil.

Fonte: baseada em Sharifi & Zhang (1999).

### 3.3. AGILITY DRIVERS: DIRECIONADORES DE AGILIDADE

Conforme Sharifi & Zhang (1999), direcionadores de agilidade são as incertezas, as mudanças imprevisíveis e as pressões no ambiente de negócio em que a empresa está inserida, sendo as responsáveis pelo direcionamento da companhia para uma nova posição na execução de seu negócio e na busca por vantagens competitivas. Diferentes empresas com diferentes características e em diferentes circunstâncias serão submetidas às diferentes mudanças que são específicas e, talvez, únicas para elas. Sob tais circunstâncias, as empresas se preparam para se conduzir a uma posição estável e proteger-se de perder suas vantagens competitivas.

A estratégia prevaiente da economia de escala tem sido desafiada pela nova visão de escopo. Kidd (1994) relata que o paradigma econômico prevaiente da economia de escala refere-se ao modelo direcionado pelo binômio custo-preço, baseado na produção em massa é o principal aspecto da abordagem da manufatura tradicional. A economia de escopo, direcionada para o ambiente de manufatura flexível, consiste na habilidade de converter capital fixo (investimentos em máquinas) de um propósito (produto A) para outro (mix de produto da empresa). Este novo modelo de crescimento econômico é baseado em vários mecanismos de interações que ocorrem em diferentes estágios deste ciclo. A Figura 3.2 enfoca estes dois paradigmas.

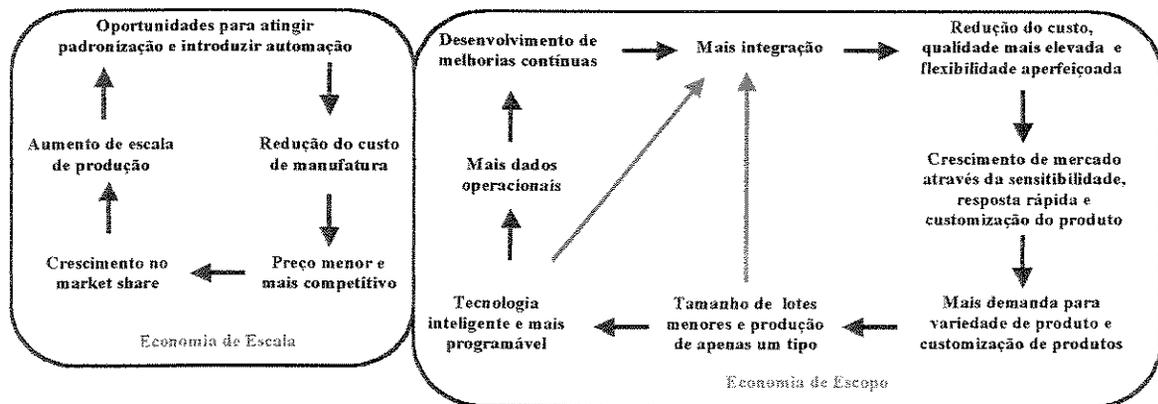


Figura 3.2. Economia de Escala X Economia de Escopo.

Fonte: Kidd (1994)

Tapscott (1995) salienta que o mundo desenvolvido está mudando de uma economia industrial baseada no aço, nos automóveis e nas rodovias para uma nova economia, construída sobre placas de silícios, computadores e redes computacionais. Muitas pessoas discutem sobre uma transferência nas relações econômicas, tanto significativa quanto às mudanças prévias da era da agricultura para a era industrial. Existem novas dinâmicas, novos papéis e novos direcionadores para o sucesso.

Rentes (2000) afirma que qualquer empresa deve estar preparada para absorver mudanças e reagir rapidamente, transformando-se o tempo todo em seu ambiente de negócio. Tais transformações compreendem, desde pequenas modificações num setor específico da empresa, até uma completa reengenharia no *core business process* da organização. A percepção da necessidade de mudar, na maioria das vezes identificada pela alta gerência e responsável pela implantação das mudanças, é citada por Rentes (2000) como disparadores de mudança. O termo disparadores de mudanças é extraído de Berger (1994).

Os velhos modelos de mudanças, descritos por Lewin (1947), referem-se a um processo de descongelamento de uma situação em estado estável, a um processo de mudança por meio de um estágio de turbulência e, então, ao recongelamento de uma nova situação. Kidd (1994) aponta um modelo alternativo que considera as mudanças como um processo contínuo, com processos transitórios ocorrendo em velocidades variáveis.

A empresa que pretende permanecer competitiva e superar seus concorrentes deverá criar uma cultura empresarial voltada para as mudanças contínuas no ambiente corporativo.

A seguir, serão detalhadas as mudanças citadas como *direcionadores de agilidade* por Sharifi & Zhang (1999). Os autores classificam as mudanças em três grupos, sendo que o primeiro grupo se refere às áreas gerais, o segundo a uma lista de mudanças detalhadas e incluídas como subitens nas áreas gerais mais ou menos enfrentadas pela manufatura e o terceiro grupo se refere às mudanças que podem afetar a companhia.

### **3.3.1. As mudanças de primeiro e segundo grupo:**

#### **Mudanças Rápidas no Mercado :**

Hoje o mercado é altamente competitivo e diferenciado, considerando a alta volatilidade de seu ambiente. Goldman *et. al.* (1995) relatam que, em um ambiente ágil, as limitações se modificam e os clientes exigem mudanças constantes. Trata-se de um ambiente empreendedor, em movimento rápido em diversas direções, impulsionado por inúmeras forças de mercado.

- Crescimento do nicho de mercado;
- Mudanças políticas nacionais e internacionais;
- Aumento na taxa de mudanças nos modelos de dado produto – customização;
- Retração do tempo de vida do produto.

Estas mudanças afetam o ambiente de negócio da empresa, o qual constitui um elemento da empresa da manufatura, identificado pelo Iacocca Institute (1991). O ambiente de negócio é o principal fator que impede ou facilita o desenvolvimento de novos paradigmas do sistema de manufatura. O ambiente estará sob constante evolução devido ao local de mudança e à internacionalização da competição.

#### **Mudanças nos Critérios Competitivos:**

O aumento da competição global e o avanço tecnológico impõem às empresas o desenvolvimento de metodologias de manufatura e gerenciamento novas e melhores, de tal forma que estas sejam capazes de responder rapidamente a um ambiente de mercado globalizado e em constante mudança.

A competitividade é dinâmica, mais do que isto, de acordo com Kidd (1994), ela é interativa, exigindo da empresa um embate para a supremacia competitiva.

- Mercado altamente mutável;
- Crescente pressão sobre custo;
- Crescente taxa de inovação;
- Crescente pressão da competição de mercado global;
- Decrescente *time to market* de novos produtos;
- Habilidade de percepção e resposta dos competidores para mudanças.

### **Mudanças nos Anseios dos Clientes:**

Os clientes globais são mais exigentes e sofisticados. Kasarda & Rondinelli (1998) relatam que clientes com acesso a uma variedade inigualável de produtos oriundos de vários países podem mais facilmente identificar valores agregados a cada produto. Como resultado, eles tornam-se compradores mais seletivos. Os clientes esperam por qualidade, segurança e preço competitivo, mas também desejam produtos customizados e que sejam entregues rapidamente. Muitos se posicionam por trocar a fidelidade do produto, focalizando tipicamente em mercadorias que fornecem maiores valores imediatos.

As empresas de manufatura ágil devem desenvolver novos sistemas que as tornem mais sensíveis às necessidades dos clientes.

- Demandas para produtos e/ou serviços individualizados;
- Tempo de entrega e de resposta para o mercado mais rápido;
- Expectativa da qualidade crescente;
- Mudanças repentinas na especificação e quantidade do pedido.

### **Mudanças na Tecnologia (equipamentos e ferramentas):**

A *manufatura ágil* requer comutação rápida de montagem de um para diferentes tipos de produtos. Por sua vez, conforme Gunasekaran (1999), o sistema de manufatura necessita de troca rápida de dispositivos e ferramentas efetuadas por robôs, alimentadores de peças flexíveis, fixadores modulares, e *hardware* modular de montagem.

- Introdução de recursos de produção mais eficientes, rápidos e econômicos;
- Introdução de novas tecnologias de aplicativos computacionais (*software* e métodos);
- Inclusão da tecnologia de informação nas novas tecnologias de equipamentos.

### **Mudanças nos Fatores Sócio-Culturais e Ambientais:**

Questões estratégicas referentes ao fator ambiental da empresa, tanto interno como externo, conforme Ansof (1980), podem ter um impacto sobre a habilidade da empresa em atingir seus objetivos.

Yane Lobo destaca que “as pressões exercidas pela opinião pública e, inclusive, pela própria estrutura interna das empresas, cada vez mais sensíveis às questões do meio ambiente, são traduzidas no estabelecimento de controles ambientais adequados por parte do setor público, em uma legislação mais rigorosa e em maiores exigências com relação ao comportamento com respeito ao meio ambiente”, (Lobo, 2000).

- Pressões ambientais;
- Expectativas de força de trabalho/local de trabalho;
- Pressões políticas/legais;
- Problemas culturais;
- Mudanças no contrato social.

### **Mudanças nos Relacionamentos Inter/Empresas e na Cadeia de Valores:**

Cada vez mais as companhias estão identificando suas próprias competências centrais (*core business*) e buscando novas competências com a formação de parcerias com outras empresas e, até mesmo, concorrentes.

Kasarda & Rondinelli (1998) apontam que mesmo pequenas e médias empresas estão aumentando consideravelmente as dependências nas redes internacionais de fornecedores, distribuidores e clientes para melhorar sua competitividade global. Empresas de diversos

tamanhos estão desenvolvendo parcerias estratégicas para atender diferentes tecnologias críticas requeridas, para criar produtos sofisticados hoje, de tal forma que apenas uma empresa seja incapaz de concebê-los e manter sua liderança sobre as demais.

Gerenciar rápida e efetivamente pressões comerciais complexas conduzirá a unidades autônomas de negócios bem menores, com equipes trabalhando em conjunto sobre uma base de projeto, para atender as necessidades específicas dos clientes. De acordo com Owen & Kruse (1997), tais unidades pequenas de negócios necessitarão de reconfiguração rápida conforme as mudanças nas demandas do negócio. Elas deverão ser ágeis o bastante para fazerem coisas diferentes, ou fazê-las diferentemente, muito mais rápido do que são alcançadas pelas mudanças repentinas na demanda, pela oferta de produtos competitivos ou pelas ameaças de obsolescências tecnológicas.

### **Mudanças Relacionadas à Tecnologia da Informação:**

Em um ambiente de manufatura global, Gunasekaran (1999) afirma que a tecnologia da informação desempenha um papel dominante na integração de empresas de manufatura fisicamente distribuídas.

- Implantação de redes intranet/internet;
- Aumento de demanda de projetos via internet;
- Aumento na velocidade de implantação de comércio eletrônico pelos concorrentes.

De acordo com Owen & Kruse (1997), os padrões da Tecnologia da Informação (*Information Technology*) e os protocolos de conectividade estão sendo incrementados rapidamente, tornando os processos de comunicação mais fáceis e práticos. Os sistemas de TI representam, sem dúvidas, a vanguarda da agilidade externa e interna da empresa.

### **3.3.2. As mudanças do terceiro grupo:**

As mudanças do terceiro grupo referem-se àquelas que poderiam ocorrer e afetar de várias formas a empresa de manufatura. Tais mudanças poderiam:

#### **Afetar atividades correntes, programas e planos da companhia:**

Estes efeitos seriam percebidos, na maioria das vezes, pela linha principal do processo de manufatura na forma de mudanças para quantidade de ordem e/ou tempo de entrega, na especificação, no modelo ou na configuração de produto, nos serviços e nos suportes requeridos para produtos, também nos problemas com comprimento efetivo da programação da linha de produto devido a problemas de fornecedores.

#### **Afetar os negócios da companhia por colocar em perigo sua posição no mercado para alguns produtos ou alguns setores específicos de mercado:**

Alguns aspectos deste tipo de problema são as mudanças nas regras e nos métodos competitivos, os novos entrantes no mercado, nas mudanças políticas e sociais, as pressões de mercado.

#### **Criar novos horizontes de oportunidades para a companhia por meio da introdução de novos mercados, de uma tendência em clientes e mercados, da queda de competidores principais e de uma idéia totalmente inovativa.**

Baseado nestas circunstâncias, Sharifi & Zhang (1999) categorizam as mudanças em três níveis de domínio, que requerem um tipo ou nível diferente de resposta e, por conseqüência, diferentes tipos de habilidades de superação para responder às mudanças do terceiro grupo. A Figura 3.3 posiciona as mudanças do terceiro grupo dentro dos níveis de domínio de efeitos de mudanças.

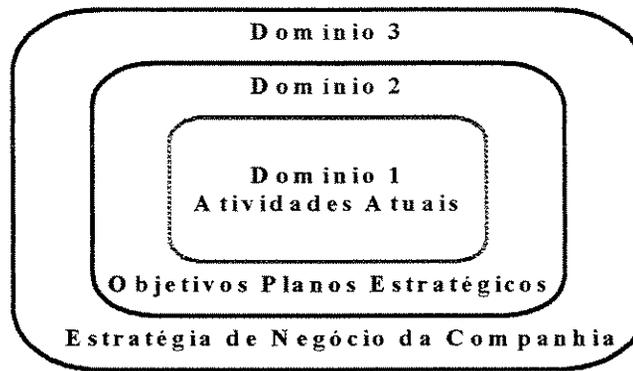


Figura 3.3. Domínios de Efeitos de Mudanças.

Fonte: Sharifi & Zhang (1999)

### 3.4. AGILITY CAPABILITIES: HABILIDADES DE SUPERAÇÃO

*Capability* pode ser definida como a habilidade e aptidão natural pertinente à empresa, desenvolvidas ao longo do tempo e que a torna capaz de superar seus concorrentes.

De acordo com Sharifi & Zhang (1999), as *habilidades de superação* que uma organização deverá ter para ser capaz de responder apropriadamente às mudanças presentes em seu ambiente de negócio são extraídas basicamente de quatro categorias principais:

#### 3.4.1. Responsiveness (Habilidade de Percepção e Resposta):

É a habilidade da empresa em identificar mudanças e respondê-las rapidamente, de forma reativa ou proativa, e se restabelecer. Em um mercado altamente competitivo, os fabricantes, de acordo com Yusuf et. al. (1999), devem ser capazes de agir de forma pró-ativa. Fabricantes pró-ativos integrarão com clientes e auxiliarão a identificar suas necessidades e anseios, e também contrairão para si *habilidades* para superar suas necessidades. Tal habilidade consiste em:

- Sentir, perceber e antecipar mudanças;
- Reagir de imediato a mudanças ao efetuá-las dentro do sistema;
- Restabelecer-se das mudanças.

### 3.4.2. Core Competence (Competências Centrais):

Constitui-se de uma série de habilidades que proporcionam produtividade, eficiência e eficácia das atividades por meio dos objetivos e das metas da empresa. Yusuf et. al. (1999) salientam que as competências centrais de uma organização têm que estar associadas à força de trabalho e ao produto da empresa, identificadas a dois níveis diferentes, mas relacionados: o individual e a empresa. As competências centrais do nível individual incluem suas habilidades, seus conhecimentos, suas atitudes e suas especialidades. Para Prahalad & Hamel (1990), competências centrais extraem por toda a corporação o processo de aprendizado, a integração de várias habilidades, a organização do trabalho, a criação e entrega de valor e habilidade para cooperação interorganizacional. As habilidades a seguir formam as competências centrais:

- Visão estratégica;
- Tecnologias apropriadas;
- Eficácia nos custos;
- Alta taxa de introdução de novos produtos;
- Gerenciamento de mudanças;
- Pessoal altamente capacitado;
- Eficiência e eficácia operacionais;
- Cooperação interna e externa;
- Integração.

### 3.4.3. Flexibility (Flexibilidade):

É a habilidade para processar diferentes produtos e atingir diferentes objetivos dispondo dos mesmos recursos. Mair (1994) expõe o conceito de *flexi factory* e argumenta que este é um veículo para transcender a micro-flexibilidade e concretizar uma estratégia de flexibilidade que abrange toda a empresa. Consiste em:

- Flexibilidade no volume de produção;
- Flexibilidade de modelo e configuração do produto;

- Flexibilidade na estrutura organizacional;
- Flexibilidade de pessoal.

#### **3.4.4. Quickness (Velocidade):**

É a habilidade para realizar tarefas e operações no mais curto espaço de tempo possível. Resposta rápida, conforme Perry et. al. (1999), refere-se fundamentalmente à velocidade para o mercado de produtos, que se move rapidamente por meio do ciclo de produção e da entrega, de fornecedores de matérias-primas e componentes, para fabricantes, varejistas e, finalmente, para os consumidores finais. Esta habilidade é constituída de:

- Tempo de resposta rápida ao mercado para novos produtos;
- Rapidez e menor tempo para o serviço de entrega;
- Tempo operacional mais rápido.

### **3.5. ESTRUTURA CONCEITUAL DO SISTEMA DE MANUFATURA ÁGIL**

No modelo de Sharifi & Zhang (1999), provedores de agilidade (*agility providers*) são os meios pelos quais as chamadas habilidades de superação podem ser alcançadas e apoiadas nas quatro áreas principais do ambiente da manufatura. Tais áreas são: organização, pessoas, tecnologia e inovação.

Baseado em análise bibliográfica, Gunasekaran (1999) desenvolveu um modelo conceitual a partir de quatro dimensões chaves, incluindo: estratégias, tecnologia, pessoas e sistemas, com o objetivo principal de desenvolver um sistema integrado de manufatura ágil (*Agile Manufacturing System AMS*), e com o auxílio de estratégias e técnicas adequadas.

Sharifi & Zhang (1999) relatam que todas as áreas devem ser integradas e devem ter um poderoso sistema de tecnologia da informação, sendo este o principal diferencial de uma empresa de manufatura ágil comparada a sistemas tradicionais.

Este trabalho é modelado considerando os trabalhos dos autores já citados. Portanto, as cinco *áreas-chave da organização* serão as seguintes:

- Estratégias / Inovações;
- Organização / Sistemas;
- Pessoas;
- Tecnologias;
- Sistemas / Tecnologia da Informação.

No modelo de Sharifi & Zhang (1999), os chamados *provedores de agilidade* (*agility providers*) são estratificados em práticas, métodos e ferramentas (*agility practices*). Por outro lado, Gunasekaran (1998) esboça uma estrutura composta de inúmeras ferramentas e técnicas então chamadas de habilitadores de manufatura ágil (*enablers of agility manufacturing*). Sendo assim, o modelo resultante a ser empregado neste trabalho pode ser visto na Figura 3.4.

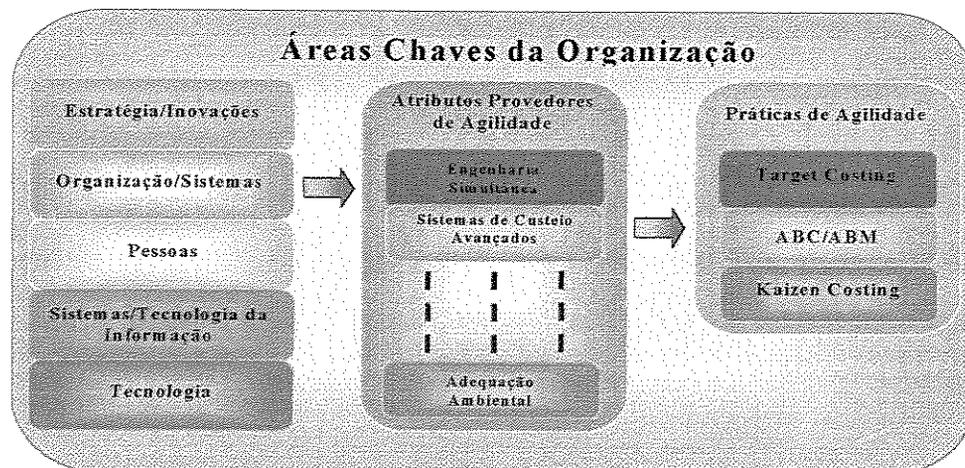


Figura 3.4. Áreas Chaves da Organização, Provedores de Agilidade e Práticas de Agilidade.

Fonte baseada em Sharifi & Zhang (1999) e Gunasekaran (1998).

As *áreas-chave* constituirão a estrutura conceitual do sistema de manufatura ágil. Gunasekaran (1999) apresenta uma série de referências bibliográficas classificadas dentro das *áreas-chave da organização*. O autor argumenta que nestes trabalhos são empregadas diversas

ferramentas mas isoladamente. Cada companhia deve encontrar a combinação correta de cultura, práticas de negócio e tecnologia, para se tornar ágil.

A seguir será apresentada cada *área-chave da organização*, bem como seus respectivos habilitadores de agilidade.

### **3.5.1. Estratégia / Inovação**

Gunasekaran (1999) afirma que a *manufatura ágil*, por si só, é uma estratégia. Certo & Peter (1993) definem estratégia como um curso de ações para garantir que a organização alcance seus objetivos.

Pires & Carpinetti (2000) relatam “que num contexto de crescente competição global e grande dinamismo, a tendência é que as empresas industriais se vejam forçadas a rever suas estratégias competitivas e a melhorar o desempenho das operações produtivas”. Sendo assim, os autores afirmam que o gerenciamento estratégico da função produção tornou-se peça fundamental para se alcançar vantagens competitivas.

O modelo de *manufatura ágil* apresentado pelo Iacocca Institute (1991) inclui os seguintes elementos pertinentes à empresa de manufatura e relacionados a esta área chave da empresa:

#### **Ambiente de Negócio:**

Este subsistema é, de acordo com o Iacocca Institute (1991), o principal fator que impede ou facilita o desenvolvimento do novo paradigma do sistema de manufatura. O ambiente estará sob constante evolução devido ao ritmo de mudanças e internacionalização da competição. Este mesmo ambiente competitivo requer que a empresa seja capaz de reagir rapidamente e que ela forneça qualidade total. Além disto, muitas oportunidades de negócios forçarão a companhia a trabalhar em parcerias para atingir suas vantagens competitivas.

### **Agentes de Cooperação e Formadores de Equipes:**

Elementos de cooperação são mecanismos, conforme Iacocca Institute (1991), que habilitam a cooperação dentro e entre as companhias e com outras organizações, tais como órgãos governamentais, institutos de pesquisas e universidades. A organização coopera para atingir vantagens mútuas. Tais mecanismos incluem ferramentas tecnológicas, como as redes de computadores interligados que, uma vez bem projetadas, simplificam a interação de pessoas e equipes, e agentes organizacionais que facilitam ou impedem a cooperação. Cooperação é um fator crítico de uma empresa na busca por vantagens competitivas neste novo milênio.

### **Simultaneidade de Atividades por toda Empresa:**

O objetivo é reduzir o tempo total requerido para lançar um novo produto ao mercado. Uma outra meta importante é realizada também: o projeto e a produção de produto com qualidade superior são efetuados devido à troca de informações entre a engenharia de produto e de processos. Estas atividades são conhecidas como engenharia simultânea ou concorrente. Os conceitos de atividades simultâneas podem ser ampliados para encampar quase todos os aspectos da empresa de manufatura, (Iacocca Institute, 1991).

### **Suporte a Fornecedores e Sub-Contratados:**

A comunidade de fornecedores e sub-contratados é constituída por pessoas empreendedoras, capazes e com conhecimentos técnicos adequados. O Iacocca Institute (1991) aponta que micros e pequenas empresas necessitam de recursos financeiros para remunerar e selecionar pessoas à parte para negociar com muitos problemas técnicos de rede de trabalhos, sistemas computacionais, banco de dados distribuídos, bem como treinar a força de trabalho, a garantia do sistema da qualidade e o planejamento envolvido na reestrutura da companhia. Há uma grande necessidade de transferência de conhecimento e tecnologia de todos os tipos para o suporte a fornecedores e sub-contratados.

### 3.5.2. Organização / Sistemas

Os sistemas para *manufatura ágil*, deverão incluir, principalmente, sistemas de apoio de tomada de decisão / *software* para várias operações de planejamento e controle, como planejamento de requisição de materiais, de recursos de manufatura, e controle de produção e *design*. Gunasekaran (1999) afirma que sistemas como MRPII, ERP e CAD/CAM/CAE e KBS podem ser usados para coletar informações e tomar decisões mais apropriadas com respeito a operações efetivas que dariam suporte de agilidade nas organizações de manufatura.

Portanto existe a necessidade do desenvolvimento e da integração de infra-estrutura de informação que facilite as funções de *design*, de planejamento, de manufatura e de *marketing* em uma empresa ágil.

Podem ser incluídos os seguintes elementos do modelo proposto pelo Iacocca Institute (1991) para manufatura ágil:

#### **Flexibilidade da Empresa:**

Resposta e realização rápida em um ambiente de mudanças contínuas requerem uma flexibilidade sem precedentes na composição e arquitetura de um amplo sistema integrado entre pessoas, *hardware* e *software*. A empresa, de acordo com o Iacocca Institute (1991), efetuará mudanças contínuas sobre uma base diária, bem como reconfigurações principais sobre algo menos freqüente, mas igualmente audacioso, como mudanças nos requisitos de produção e como tornar disponíveis novas metodologias e tecnologias de processos .

Inerente nesta nova flexibilidade está a capacidade de reconfiguração rápida para acomodar mudanças imprevistas, bem como a habilidade para efetuar mudanças incrementais e contínuas no ambiente de produção operacional sem correr riscos.

### **Melhoria Ambiental:**

Questões ambientais tornaram-se um fator crítico para operar uma empresa. Há uma preocupação latente quanto às questões ambientais por parte da sociedade e dos cidadãos, principalmente com o uso abusivo de recursos naturais e com a contaminação do meio ambiente. O Iacocca Institute (1991) relata que o sistema de manufatura deverá se adequar à demanda da sociedade para atender às necessidades do presente, sem comprometer a habilidade de gerações futuras de atender suas próprias necessidades. Estruturas organizacionais, processos, sistemas e equipamentos estão sendo adaptados para transformar companhias em organizações ambientalmente seguras.

Roma et al. (2000) assinalam as ferramentas da Engenharia do Ciclo de Vida e Análise do Custo de Vida como sendo políticas e estratégias eficazes, ambientais e econômicas no suporte às mudanças necessárias para melhoria do produto e do processo.

#### **3.5.3. Pessoas**

Gunasekaran (1999) afirma que o problema mais crítico em um ambiente ágil é como gerenciar e motivar a força de trabalho a apoiar a flexibilidade e habilidade de percepção e resposta da empresa de manufatura. Para o desenvolvimento de práticas de negócios ágeis, deve-se considerar como os fatores humanos afetam na tomada de decisão dentro do ambiente dinâmico cadenciado.

A maioria dos desafios relacionados aos fatores humanos propostos pelo ambiente ágil pode ser superada por uma série de encontros da equipe. Durante estes encontros, toda a equipe desenvolve o plano de projeto, incluindo os objetivos, as estratégias para atingi-los, uma rede detalhada de tarefas, a programação e projeção de recursos e fundos.

A força de trabalho ágil deverá ser capaz de identificar os desafios tecnológicos crescentes, projetar seus postos de trabalho, resolver problemas relacionados com a qualidade e *team-to-team learning*, melhorar a disponibilidade de equipamentos, utilizar processos imunes de falhas,

relacionar-se com complexidade elevada e, finalmente, apoiar a harmonia da força de trabalho de seus membros e as expectativas da companhia, (Plonka, 1997).

O elemento a ser incluído neste modelo refere-se ao Elemento Humano proposto pelo Iacocca Institute (1991) para a *manufatura ágil*:

#### **Elemento Humano:**

O Iacocca Institute (1991) cita que empregados desempenham bem suas funções quando eles entendem o sistema de avaliação aplicado no seu desempenho e quando eles entendem suas tarefas e como estas contribuem para o sucesso da empresa. Melhorias ocorrerão em consequência de manter os empregados continuamente informados sobre medidas e padrões de desempenho e das metas da empresa.

Um funcionário irá operar em ambos os casos: tanto individual quanto um membro de uma equipe ou mais equipes simultaneamente. A empresa deverá encorajar seus funcionários a tomar decisões empreendedoras frente aos projetos da mesma, dentro do contexto da política organizacional.

#### **3.5.4. Sistemas/Tecnologia da Informação**

Sistemas e tecnologias de informação, citados por Gunasekaran (1999), tais como redes Intranet, Internet, CAD/CAM, MRPII, ERP, EDI, EC podem ser empregados para uma integração mais efetiva de firmas fisicamente distribuídas em empresas de *manufatura ágil*. A troca de informações realizada entre grupos de trabalhos eliminará erros relacionados a fatores humanos, além de controlar inúmeras fases operacionais da produção.

A *manufatura ágil* demanda funcionários especializados, tais como operadores de computadores, engenheiros de projetos, engenheiros de *software*, analistas de sistemas e demais funcionários com habilidades para trabalhar neste novo ambiente de manufatura.

Rozenfeld & Bremer (2000) afirmam que o grande diferencial competitivo é o uso inteligente do potencial da tecnologia da informação. Os autores apontam outra forma de uso da tecnologia de informação para a melhoria de produtividade pessoal, por meio do gerenciamento eficiente da cultura empresarial e seu impacto nos processos da empresa.

O acesso global a pessoas, dados, *software*, documentos e multimídia tem permitido à organização encurtar o ciclo de desenvolvimento para novos produtos, comunicar com especialistas de todas as partes do mundo, melhorar o processo de manufatura e receber, de imediato, retorno dos clientes.

### **Comunicação e Informação:**

A descrição feita pelo Iacocca Institute (1991) sobre comunicação e informação é que esta infra-estrutura permite que pessoas e equipes interajam rapidamente por meio de uma grande companhia distribuída e entre empresas. Os elementos de infra-estrutura de comunicação e informação constituem-se de componentes técnicos, pelos quais fluem informações e conhecimentos, resultando na nova revolução industrial, citada como “Era do Conhecimento” por Agostinho (1997) e “Economia Digital” por Tapscott (1995).

Santos e Rezende (2000), ao citarem Lucas Jr (1997): “Informação é uma entidade, tangível ou não, que reduz a incerteza sobre algum estado ou evento”, relaciona a posse de informação com a redução de incerteza em tempos de transição, como sendo um dos grandes problemas da organização.

### **3.5.5. Tecnologias**

A *manufatura ágil* requer a troca rápida de montagem de um produto para outro diferente. Por sua vez, de acordo com Gunasekaran (1999), há a necessidade de um dispositivo de troca rápida efetuada por robôs, alimentadores de partes flexíveis, fixadores modulares e dispositivos de montagem modulares.

A empresa de *manufatura ágil* requer sensibilidade inteligente e sistemas de tomada de decisão capazes de realizar, automaticamente, inúmeras tarefas tradicionalmente executadas por humanos. Enke & Dagli (1997) apontam que a inspeção visual é uma destas tarefas que necessita ser realizada por um efetivo sistema de inspeção visual automatizado.

Criar e manter liderança em tecnologia exigirá gerenciamento, baseado na visão imaginativa e indivíduos *empowerment*. Liderança tecnológica, de acordo com o Iacocca Institute (1991), não é extraída de decreto em uma estrutura de gerenciamento, mas de motivação e habilidade de funcionários, e de um gerenciamento de suporte efetivo. Isto requer a preparação dos funcionários para desempenharem o papel de liderança tecnológica, fornecendo-lhes, constantemente, o melhor em sistema de informação, educação e equipamento.

### **Elementos de Desdobramento da Tecnologia:**

As atividades de transferência de novas tecnologias e métodos têm sido o foco de muita atenção nos últimos anos, mas, conforme o Iacocca Institute (1991), nenhuma delas se mostrou bem sucedida em apressar o seu processo de adoção. Um bom exemplo são as máquinas ferramentas CNC, cujas habilidades foram primeiramente demonstradas em 1958 e o conceito esteve maduro em 1965. A mesma fonte afirma que por volta de 1990, somente 20% das máquinas instaladas no parque industrial americano eram dotadas desta tecnologia, diferente da faixa de 30-35% no parque europeu e 65 % no parque japonês, ambas para o mesmo período.

Oliveira & Coelho (2000) destacam o papel da automação industrial no contexto competitivo. Os autores apontam como tendência à introdução do monitoramento e supervisão do processo de fabricação, associados aos robôs e às máquinas CNC's. Desta tendência será possível obter um sistema de manufatura com alto grau de automação e confiabilidade.

Com a aceleração tecnológica, a empresa que tiver a habilidade de avaliar e desdobrar tecnologias apropriadas as suas necessidades, tornar-se-á altamente competitiva.

### **3.6. AGILITY PROVIDERS/ENABLERS: ATRIBUTOS PROVEDORES DE AGILIDADE**

No modelo de Sharifi & Zhang (1999), os atributos provedores de agilidade são os meios pelos quais as habilidades de superação podem ser alcançadas e devem ser solicitadas pelas *áreas-chave* do ambiente da manufatura. Tais áreas são: organização/sistemas, pessoas, tecnologia estratégia/inação, e tecnologia/sistema de informação.

Os subsistemas incluídos no modelo apresentado pelo Iacocca Institute (1991) constituem-se de uma série de habilitadores capazes de proporcionar agilidade à empresa.

As Tabelas III.1a. e III.1b. no Anexo III ilustram alguns destes subsistemas, além de outros *provedores de agilidade* propostos por outros autores, e relaciona-os às *áreas-chave da empresa*. Ao utilizar estas tabelas, as pessoas podem estabelecer a influência de cada provedor de agilidade sobre cada elemento das áreas chaves da empresa, baseadas na Escala de Saaty (1980). Cada empresa estabelecerá os índices de valores que refletem a sua realidade.

A Escala de Saaty (1980), aplicada às abordagens AHP/ANP, refere-se à influência de um atributo sobre o outro, quando comparados par-a-par na tomada de decisão de critério de um nível superior. Para a Tabela 3.1, considera-se apenas a influência de provedor de agilidade sobre os elementos das áreas chaves da empresa. O valor atribuído a cada provedor crescerá de 1 até 9 proporcionalmente ao seu grau de influência sobre cada elemento.

A seguir serão detalhados os principais provedores de agilidade.

#### **3.6.1. Ferramentas e Medidas de Formação da *Empresa Virtual*:**

A *empresa virtual* EV, segundo Gunasekaran (1998), facilita a reconfiguração da organização para poder responder rapidamente às necessidades de mudanças do mercado.

Bremer & Ortega (2000) afirmam que a característica principal de uma empresa virtual é a integração das competências necessárias pertinentes a empresas distintas. Seguindo esta afirmativa, uma dada entidade organizacional deve assegurar-se da responsabilidade pelo projeto, enquanto outra realiza a fabricação e uma terceira, o *marketing*. Isto é, cada aspecto funcional do projeto de fabricação, produção e *marketing* de um produto deve ser realizado por organizações diferentes. Coordenação e interação são especialmente complicadas sob tal combinação. Portanto, a obtenção do sucesso das metas do negócio da *empresa virtual*, para Gunasekaran (1998), depende de suas habilidades para alinhar os processos e as práticas do negócio das firmas envolvidas na parceria.

Por definição, *empresas virtuais ou distribuídas* são temporárias, o que demanda que tais organizações sejam facilmente montadas e desmontadas. Qualquer organização pertencente à *empresa virtual* não deixa de existir individualmente. Os parceiros devem permanecer competitivos em alguns mercados ou retornar a uma relação competitiva com outros parceiros após a dissolução da *empresa virtual*. Bremer & Ortega (2000) destacam ainda a necessidade das empresas se concentrarem em suas competências essenciais, unindo suas forças em rede, de tal forma a se tornarem capazes de produzir mercadorias mais complexas e customizadas.

Gunasekaran (1998) salienta que a informação sensível e os processos de negócios devem ser protegidos como parte de todo o projeto do processo de negócio, bem como habilitar o tipo de comunicação necessário para permitir aos parceiros realizá-la com sucesso como uma simples entidade. O sistema de informação computacional com proteção normal deve auxiliar na salvaguarda da informação sensível. A *manufatura ágil* requer o desenvolvimento de um sistema que abraçe o *projeto virtual*, a *manufatura virtual* e a *montagem virtual*.

Porto & Palma (2000) cita a definição de *manufatura virtual* apresentada no *Technical Report* do *Virtual Manufacturing User Workshop* como “um ambiente de manufatura integrada e sintética que averigua uma ou mais posições para melhorar todos os níveis de decisão e controle”.

Estes são alguns dos índices de performances que podem avaliar a efetividade da formação da *empresa virtual* (Gunasekaran (1998)):

- Tempo para identificar as competências centrais das firmas parceiras;
- Tempo de desenvolvimento de novos produtos;
- Níveis tecnológicos;
- Inovação; Flexibilidade; Lucratividade;
- Desempenho de entrega;
- Tempo de desenvolvimento da empresa virtual;
- Habilidades e conhecimentos da tecnologia de informação em usar estas medidas.

### **3.6.2. Manufatura e Equipes Fisicamente Distribuídas:**

Novos tipos de infra-estruturas, isto é, manufaturas e equipes fisicamente distribuídas, dão suporte à agilidade e às respostas rápidas, com o objetivo de reduzir o tempo para pesquisar o mercado global. Por exemplo, atualmente, empresas contam com lojas internas ou um número reduzido de fornecedores familiares para criar protótipo e sistema de produção JIT, (Gunasekaran, 1998).

*A empresa fisicamente distribuída* é uma aliança temporária de outras empresas parceiras localizadas por toda parte do mundo, onde cada uma contribui com suas *competências centrais* em adquirir vantagens de uma oportunidade de negócio ou repelir uma ameaça de mercado, (Gunasekaran, 1998 e Bremer & Ortega, 2000).

Estas oportunidades ou ameaças, de acordo com Vastag *et al.* (1994), são tipicamente de curto período e surgem subitamente no ambiente competitivo. Contudo, a pesquisa inovativa em inteligência artificial distribuída e os sistemas de manufatura inteligente são essenciais para organizações de manufatura fisicamente distribuídas. Isto auxiliará a integrar o sistema por meio de barreiras heterogêneas criadas pelos componentes do sistema. Esta *integração* atenderá aos novos requerimentos para *integrabilidade, configurabilidade, adaptabilidade, extensibilidade e praticidade* e, por último, *agilidade*.

Bremer & Ortega (2000) relacionam esta estrutura como sendo “uma organização estável de empresas por meio da cadeia de valor de cada produto, em que a tecnologia da informação é

utilizada como ferramenta facilitadora e habilitadora de parceria”. Os autores identificam esta estrutura como *empresa estendida*.

*Sistemas de correio eletrônico e redes* aumentam a possibilidade do ambiente de *manufatura distribuída* e, sendo assim, *equipes distribuídas*.

A experiência de chão de fábrica de manufatura demanda flexibilidade operacional e organizacional e adaptabilidade para encontrar mudanças em mercados e tecnologia.

### **3.6.3. Ferramentas/Medidas para Formação Rápida de Parceria:**

Em um ambiente global de *manufatura distribuída*, Gunasekaran (1998) relata que há uma necessidade de desenvolver trabalhos operativos apoiados na formação de parceiros ou equipes convenientes. Isto pode ser atingido por meio do alinhamento de estratégias do negócio, de manufatura e operacional e do desenvolvimento de um sistema de controle de gerenciamento usando tecnologia avançada de informação e novos conceitos de gerenciamentos.

Em ambiente de *manufatura ágil*, *parceiros estratégicos* executam um importante papel em resposta ao mercado, tão rápido quanto possível. Em uma *empresa virtual*, a coordenação e integração das atividades das firmas que compõem a parceria são essenciais para o sucesso do negócio.

O principal objetivo do programa de parceria é posicionar uma companhia no espectro da manufatura global pela combinação de suas técnicas de vendas e habilidades de *marketing* àquelas do líder das empresas de manufatura. Meade *et al.* (1997), destacam que o critério para formação de parceria deve ser baseado no desempenho de entrega, na qualidade do produto, na infra-estrutura, na produtividade e no nível das habilidades da *tecnologia da informação* (TI) para assegurar um parceiro estratégico efetivo em uma *empresa virtual*. As vantagens competitivas que podem ser obtidas por uma EV dependem de quão bem as firmas individuais se complementam, de suas habilidades de integração e suas competências centrais.

#### **3.6.4. Engenharia Simultânea:**

Em um ambiente ágil, há uma necessidade de resposta rápida do sistema de manufatura. *Engenharia simultânea (Concurrent Engineering CE)* é a resposta à necessidade do desenvolvimento de ciclos mais curtos de produtos e, portanto, a resposta tão rápida quanto possível às mudanças do mercado, (Gunasekaran 1998).

Winner (1998) relata que CE é uma abordagem sistemática da simultaneidade de projeto e seus processos relacionados, incluindo a manufatura e o suporte. Os desenvolvedores de produto são forçados a considerar todos os elementos do ciclo de vida do produto, desde a concepção até o seu despojo, incluindo custos, qualidade, programação de produção e anseios dos usuários.

A aplicação de CE no desenvolvimento de produto indica que novos produtos são projetados com *inputs* com tudo a que diz respeito. O cliente é ilustre e está em primeiro plano, determinando o sucesso do produto. Se os requisitos alvos estão bem definidos e documentados, então a especificação do produto pode ser focalizada nas necessidades do cliente. Os métodos de QFD (*quality function deployment*) são *designados* para ouvir a voz do cliente, especialmente para produtos a serem modificados e o cliente está bem ciente das mudanças atuais e das habilidades dos produtos disponíveis, (Gunasekaran 1998).

A aplicação da CE é inevitável para responder à incerteza e turbulência dos nichos do mercado global. Em adição, a CE pode ser aplicada na seleção de parceria, na prototipagem rápida, na formação rápida de parceria, na reestruturação organizacional e na reengenharia de processo em uma *empresa virtual*.

#### **3.6.5. Sistema de Informação de Produto/Produção/Negócio Integrado:**

O *sistema de informação* deve ser organizado em um formato padrão, permitindo que outras entidades entendam e usem as informações efetivamente. Para um controle efetivo de produção em um ambiente de *manufatura ágil*, o *sistema de informação* deve acessar um número de fontes de dados, incluindo pacotes computacionais independentes, sistemas de banco de dados

proprietários e equipamento de teste. Em uma *empresa virtual*, o sistema integrado de informação torna-se complexo por causa da distribuição física dos parceiros. Cada parceiro deve usar seu próprio sistema de controle para suas operações e este deve estar ligado com outras firmas parceiras. Também, por causa da linguagem e das diferenças no sistema e das habilidades disponíveis, há a necessidade de estabelecer uma rede de comunicação para a troca de informação em várias operações/produção, atingida por meio de tecnologias avançadas de comunicação, isto é, recursos de multimídia, tele/videoconferências, internet, *Electronic Data Interchange* EDI, (Gunasekaran, 1998).

Cho *et al.* (1996) relatam que a *tecnologia da informação* TI, deve dar apoio à manufatura ágil com os seguintes objetivos funcionais:

- *Disponibilidade*: confiança nos protocolos de interfaces amplamente implementados e disponibilizados, de tal forma que qualquer pessoa possa usar e oferecer serviços por meio da infra-estrutura ágil para os sistemas de manufatura, incluindo serviços que alavancam a própria estrutura.
- *Escalabilidade*: habilidade para acessar serviços por meio do chão de fábrica ou em redor do mundo usando o mesmo protocolo.
- *Extendabilidade* e *exclusão elegante*, serviços que podem ser adicionados, removidos ou substituídos a qualquer tempo, com mudanças incrementais no desempenho.
- *Compatibilidade*: com sistemas legados através de encapsulamento.

### **3.6.6. Ferramentas de Prototipagem Rápida:**

A prototipagem descreve o projeto e a geração de uma versão primitiva de um produto. A versão não tem necessariamente todas as características do produto final, mas tem bastante das características chaves que permitam testar certos aspectos (isto é visual, física, funcional) do projeto do produto contra os requisitos do produto.

A *prototipagem rápida* com o auxílio de tecnologias computacionais avançadas, tais como CAD/CAE e CE, auxilia a reduzir o tempo para desenvolver um produto e as atividades que não

agregam valor para o próprio estágio de projeto, o que melhora a sensibilidade de todo o sistema às exigências do cliente. Portanto, *prototipagem rápida* é um dos principais facilitadores para a *manufatura ágil*, (Gunasekaran, 1998).

Silva et. al. (1999) afirmam que a *prototipagem rápida* permite detectar erros nos primeiros estágios do ciclo de desenvolvimento de produtos, quando as alterações podem ser feitas sem encarecer o produto.

Uma definição simplificada de *prototipagem virtual* (PV) é extraída da citação de Spreng et al. (1996) feita por Gunasekaran (1998). Portanto, *prototipagem virtual* é o projeto e geração de uma versão primitiva de uma peça em um ambiente baseado em computador (isto é virtual). O termo “*virtual*” implica que o projeto do produto não está fisicamente criado, mas uma representação computacional do produto é apresentada ao usuário para observações, análises e manipulação. O custo envolvido em gerar um *protótipo virtual* é geralmente muito menor que o custo de construir um protótipo físico. Além disso, o curto prazo do ciclo desde o projeto até a manufatura para testar em PV assegura que o projetista pode ser prontamente informado de qualquer erro de projeto. Os passos principais envolvidos em PV são *Design, Análise de Manufaturabilidade e Re-Design*. O design de uma peça é obtido tipicamente por um modelador sólido.

### **3.6.7. Comércio Eletrônico:**

*Comércio eletrônico* significa, segundo Gunasekaran (1998), usar avanços tecnológicos para promover qualquer coisa que é comercializada. EDI é definido como a comunicação de informação de negócio entre aplicações computacionais de forma eletrônica padronizada. Em poucas palavras, o EDI transmite a informação pertinente de transações de negócios entre os sistemas computacionais das companhias, das organizações governamentais, dos pequenos negócios e dos bancos. Seu uso está crescendo e é selecionado para se tornar o padrão pelo qual as organizações comunicarão formalmente com cada uma das outras.

Outra ferramenta prática em uso, citada por Pires & Musetti (2000), é o ECR – *Efficient Consumer Response*, originada no mercado varejista e que segue a mesma linha de barateamento das transações de vendas, além de responder em tempo real e instantâneo às oscilações da demanda.

Atualmente, os computadores simplificam e reforçam a comunicação entre parceiros comerciais globais e permitem novas práticas de negócios, como compra e fornecimento global. Visto que uma interação fechada de clientes e fornecedores é essencial para a *manufatura ágil*, o *comércio eletrônico* inevitavelmente leva em conta os clientes dispersados geograficamente e suas expectativas, (Gunasekaran, 1998).

A principal motivação por trás do *comércio eletrônico* é melhorar o tempo de resposta à demanda do cliente, tão rápido possível, pela coleta direta das expectativas dos clientes por meio de um sistema de comunicação on-line, isto é, internet, www. Isto auxiliará na redução do tempo de pesquisa de mercado, e sendo bastante flexível para interagir com clientes por acordos mútuos, adicionando algum contato humano no pedido com a interação íntima com o cliente.

Pires & Musetti (2000) citam que o comércio eletrônico tem sido muito empregado na venda de produtos duráveis ao consumidor final. Hoje se nota que esse canal de venda se expande para outros produtos, como é o caso da venda do Celta pela internet (carro da GM produzido em Gravataí no Rio Grande do Sul).

O benefício primário do EDI para negócios é uma redução considerável nos custos de transações, pois melhora a velocidade e eficiência dos pedidos acertados. Em adição, o canal de comunicação comum entre parceiros comerciais pode promover relações mais fechadas. Tudo isto pode resultar em importantes vantagens competitivas e estratégicas, (Gunasekaran, 1998).

### **3.6.8. Sistemas Avançados de Custeio:**

Um fator importante dentro do gerenciamento de custo é o avanço tecnológico da manufatura com a automação, reduzindo drasticamente, desta forma, o uso da mão-de-obra direta. Isto fez com que os sistemas tradicionais de apuração de custos se tornassem obsoletos, os

quais usavam o custo da mão-de-obra direta como um referencial para o rateio dos custos indiretos de fabricação, (Sakurai, 1997).

Logo, o gerenciamento do custo de um produto é uma condição necessária de sobrevivência da empresa. Agindo na redução do custo, a empresa tem um comportamento defensivo e reativo com o intuito de obter liberdade de ação para estratégias ofensivas, direcionadas a satisfazer todos os elementos chaves da cadeia de valor do produto.

Kidd (1994) destaca e discute que as mais recentes inovações da gestão da contabilidade não têm sido consideradas em detalhe no ambiente da *manufatura ágil*. Na maioria das vezes, a discussão está centrada nos métodos tradicionais e inadequados de gestão da contabilidade em relação ao custeio de produto mais exato e na justificação de tecnologias avançadas de manufatura, tais como FMS e CIM. Além disso, o uso contínuo destes métodos tradicionais não fornece uma estrutura de apoio ao ambiente de manufatura ágil.

Gunasekaran (1999) argumenta que sistemas de custeio, como o *Activity Based Costing ABC*, aplicam-se bem ao ambiente de manufatura avançado. O mesmo autor alerta que, considerando as características da empresa ágil, o uso do ABC necessita de mais investigações. Um ambiente de manufatura fisicamente distribuída demanda um sistema simples de contabilidade para superar as dificuldades de comunicação, integração e regulamentações domésticas entre os parceiros dispersos geograficamente.

Uma outra abordagem de custeio, de caráter estratégico, desenvolvida no Japão e apontada por Sakurai (1997), é o sistema integrado constituído: do *custeio meta*, que procura determinar o custo-meta para o produto ainda na sua fase de concepção, e do *custeio kaizen* visando a redução de custos por meio de melhorias e manutenção dos custos, o que significa operar com custos-padrão normais de tecnologia, comercialização e operação.

Esta abordagem é objeto de estudo do novo paradigma da *manufatura ágil*. Sendo assim, este trabalho contempla os principais conceitos envolvidos em cada sistema de custeio, buscando justificativas para aplicá-los dentro do ambiente da *manufatura ágil*.

### 3.7. AGILITY PRACTICES: PRÁTICAS DE AGILIDADE

Sharifi & Zang (1999) definem *práticas de agilidade* como sendo uma série de práticas, métodos, ferramentas e modelos que podem ser aplicados e utilizados em diferentes níveis da organização, desde a tomada de decisão e a estratégia da alta gerência, até as técnicas de chão de fábrica para melhorias operacionais. As *práticas de agilidade* constituem-se de alguns métodos e ferramentas referenciados como técnicas de agilidade e desenvolvidas muito recentemente e que ainda estão em fase de aprimoramento pelos pesquisadores. Teoricamente, são necessárias para atingir as *habilidades* requeridas pela *manufatura ágil*.

Algumas destas *práticas de agilidade* foram apresentadas nos *provedores de agilidades*, descritas nos itens anteriores. Uma *prática de agilidade* pode ser comum a vários *provedores de agilidade*.

As Tabelas IV.1a. e IV.1b no Anexo IV apresenta uma série de *práticas de agilidade* relacionadas aos *atributos provedores de agilidade*. De forma análoga aos critérios de influências apresentados nas Tabelas III.1a. e III.1b. no Anexo III, pode-se estabelecer o grau de influência de uma *prática de agilidade* sobre os *atributos provedores de agilidade* com o qual esta interage.

### 3.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Sheridan (1993), ao apontar a definição dada pelo “Agile Manufacturing Enterprise Fórum”, afirma que a manufatura ágil apresenta características principais, tais como a rápida introdução de produtos novos e modificados, a reconfiguração dinâmica dos processos produtivos, os produtos atualizáveis, a customização do produto etc.

Agilidade, conforme Sharifi & Zhang (1999), é uma habilidade vital na dinâmica revolucionária do ambiente de negócio inserido numa arena turbulenta de competição e luta pelo sucesso. Agilidade para Goldman et al. (1995) é uma resposta estratégica às mudanças estruturais fundamentais e irreversíveis que estão questionando os fundamentos econômicos da competição baseada na produção em massa.

Como o crescimento das pressões competitivas e a fatia do portfólio do valor têm aumentado pela competição globalizada, Owen & Kruse (1997) afirmam que as empresas necessitam focalizar-se sobre suas competências chaves para que se sobressaiam das demais.

O cenário competitivo atual e as incertezas futuras compõem os chamados *direcionadores de agilidade*, que afetam e pressionam as empresas a se tornarem ágeis. Para que estas empresas se sobressaiam devem desenvolver suas *habilidades de superação* ao longo de suas existências, correndo o risco de serem engolidas por empresas mais rápidas e eficientes frente às pressões externas.

Kidd (1994) sugere que a estratégia para a *manufatura ágil* deverá focalizar aquele sistema que conduz a uma resposta mais rápida (veloz) aos padrões da demanda dos clientes altamente variáveis, a *lead-time* mais curtos de *design* e manufatura, a melhor utilização dos recursos empregados, a flexibilidade dos processos produtivos e ao tamanho dos lotes que inclui a produção de apenas um produto de cada tipo, a variedade de produtos, e assim por diante.

Procurou-se, neste capítulo abordar os conceitos e propor um modelo de empresa ágil a partir de revisão bibliográfica. Neste sentido, foi apresentada uma série de mudanças no ambiente de negócio onde as empresas estão inseridas, bem como uma série de *atributos provedores de agilidade* que auxiliarão as mesmas a desenvolverem suas *habilidades de superação*.

Uma das contribuições deste trabalho é apresentar uma metodologia de apuração do custo de um produto, utilizando sistemas de custeio modernos, capazes de atender os requisitos do paradigma de agilidade. Tal metodologia será embasada sob forma de revisão bibliográfica nos capítulos 4 e 5 deste trabalho.

## **Capítulo 4**

# **SISTEMAS DE APURAÇÃO DE CUSTOS**

### **4.1. INTRODUÇÃO**

O objetivo das empresas, para Bacic & Costa (1995), é a obtenção de um nível satisfatório de lucro sobre o capital investido em longo prazo. No caso da grande empresa, o conceito satisfatório pode ser assumido como a máxima rentabilidade sobre o capital investido em um dado horizonte de tempo. No caso das pequenas e médias empresas, muitas vezes, satisfatório significa garantir a própria sobrevivência em um horizonte de tempo bem mais curto.

Cabe ressaltar que a satisfação do cliente é condição necessária, porém não suficiente, para a obtenção de um nível de rentabilidade satisfatória. Um aspecto importante quanto à obtenção do lucro (e para possibilitar a sobrevivência) refere-se à capacidade de transferir, por meio dos preços e das quantidades vendidas, o total de custos aos clientes.

As empresas, de acordo com Kaplan & Cooper (1997), utilizam os sistemas de custeio para realizar três funções principais:

1. Avaliação de estoque e medida do custo de produtos vendidos, visando relatórios financeiros;
2. Estimação de custos de atividades, produtos, serviços e clientes; e

3. Controle operacional para fornecer retorno financeiro a gerentes e operários sobre a eficiência do processo.

Os autores argumentam que a primeira função é de caráter externo e visa atender, por meio de relatórios financeiros, aos investidores, aos credores, aos reguladores e ao fisco. As demais funções surgem de necessidades da gerência interna em entender e melhorar o desempenho econômico de suas operações. Gerentes necessitam de informações sobre custos acurados e em tempo real, para tomar decisões estratégicas e implantar melhorias operacionais.

Boisvert (1999) citando H. L. Gantt (1915): diz que: “A visão dos custos tão amplamente mantida, a saber, o qual o produto de uma fábrica, por menor que seja, deve sustentar a despesa total, por maior que seja, é responsável por muito de confusão de custos e, então, conduz a políticas inseguras de negócios”. Desse modo, denuncia a contabilidade financeira no que diz respeito ao cálculo dos custos, com duas visões distintas se confrontando, dois contextos conceituais relativos à análise de custos nas empresas.

Os dois conceitos distintos citados anteriormente e ilustrados na Figura 4.1 referem-se a:

- Contabilidade financeira tradicional, responsável por informar a terceiros sobre a posição financeira da empresa em dado momento e sobre os resultados alcançados ao longo do último exercício;
- Contabilidade de gestão, que tem por finalidade produzir informações úteis aos gestores, estimulando suas reflexões sobre o processo de negócio da empresa e permitindo-lhes a redução de custos e a melhoria de desempenho da mesma.

#### **4.2. OS ESTÁGIOS DOS SISTEMAS DE CUSTEIO**

Kaplan & Cooper (1997) apresentam o desenvolvimento de sistemas integrados de apuração de custos e a mensuração de performance como uma jornada seqüencial de quatro estágios. Kaplan & Cooper (1997) citam, ainda, que as empresas não devem migrar do estágio II para o estágio IV. A maioria das empresas encontra-se operando nos sistemas do estágio II.

Sendo assim, elas devem migrar para o estágio III, desenvolvendo sistemas únicos e customizados para a mensuração de custos, da lucratividade e do desempenho antes de se aventurar em, de certa forma, para algo desconhecido e perigoso do estágio IV. A Tabela 4.1, a seguir, ilustra esta seqüência e suas características para cada estágio.

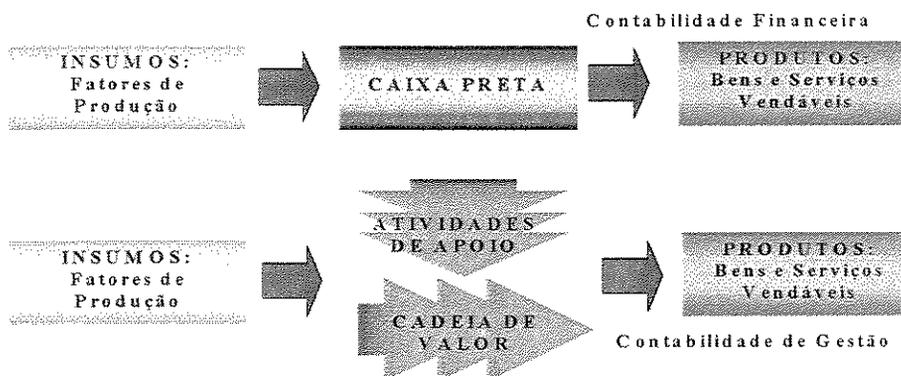


Figura 4.1. Contabilidade Financeira Tradicional X Contabilidade de Gestão.

Fonte: Boisvert (1999).

Tabela 4.1. Estágios dos Sistemas de Apuração de Custos.

Fonte: Kaplan & Cooper (1997)

Sistemas	Estágio I Falidos	Estágio II Conduzidos pelo Relatório Financeiro	Estágio III Especializados	Estágio IV Integrados
<b>Aspectos</b>				
<b>Qualidade de Dados</b>	Muitos erros. Grandes variâncias.	Sem surpresas. Relaciona padrões p/ auditorias.	Bancos de dados distribuídos. Sistemas específicos. Integração informal.	Bancos de dados e sistemas completamente integrados.
<b>Relatório Financeiro Externo</b>	Inadequados.	Feito sob medida para atender relatórios financeiros	Mantidos os aspectos do Estágio II.	Sistemas de relatórios financeiros.
<b>Custos Direcionados para Produto / Cliente</b>	Inadequados.	Inexato. Custos e lucros ocultos.	Sistemas <i>ABC</i> específicos e distintos.	▲ Sistemas <i>ABM</i> integrados. ▼
<b>Controle Estratégico e Operacional</b>	Inadequados.	Retorno limitado. Retorno retardado.	Sistemas de mensuração de desempenho específicos e distintos .	▲ Sistemas de mensuração de desempenho operacionais e estratégicos. ▲

#### **4.2.1. Estágio I:**

Este estágio refere-se a sistemas de custeio inadequados quanto ao propósito de emitir relatórios financeiros. As incertezas, conforme Kaplan & Cooper (1997), surgem de controles internos pobres para armazenar transações, de tal forma que estas transações sejam incorretamente armazenadas ou nem venham a ser armazenadas. Os sistemas de custeio deste estágio possuem algoritmos incorretos para alocações de custos indiretos de fabricação CIF (*overheads*) aos produtos e para atualizar custos padrões velhos aos níveis de preço corrente.

As características dos sistemas de custeio deste estágio são:

- Quantidade extensiva de tempo e recursos requeridos, para consolidar diferentes tipos de relatórios dentro da empresa e fechar o balanço contábil para cada período.
- Ocorrência de variâncias inesperadas ao final de cada período contábil, quando inventários físicos são reconciliados em confronto com valores do livro contábil.
- Anotações volumosas de inventário após auditorias internas e externas.
- Muitos ajustes realizados após o encerramento da contabilidade financeira.
- Uma carência geral de integridade e auditabilidade do sistema.

#### **4.2.2. Estágio II:**

Os sistemas financeiros inseridos neste estágio, de acordo com Kaplan & Cooper (1997) e presentes em inúmeras empresas, consistem em:

- Reunir requisitos de relatórios financeiros;
- Coletar custos por centros de responsabilidade, ao contrário por atividades e processos de negócio;
- Reportar custos de produto altamente distorcidos;
- Custos direcionados para o cliente inexistentes ou altamente distorcidos;
- Fornecer retorno muito atrasado, agregado e financeiro aos gerentes e funcionários.

Kaplan & Cooper (1997) relatam que estes sistemas financeiros referem-se aos custos de produtos individuais, empregando os mesmos métodos simples e agregados, usados nos relatórios financeiros para avaliar inventários e medir o custo final de mercadoria vendida. Estes sistemas fornecem retornos financeiros para gerentes e empregados no mesmo ciclo de relatório usado para preparar o balanço financeiro agregado da organização. Sistemas de custeio neste estágio são completamente inadequados para dois propósitos gerenciais chave:

1. Estimar o custo das atividades e do processo de negócio, e o custo e a lucratividade de produtos, serviços e clientes;
2. Fornecer retorno útil visando a melhoria de processos.

#### **4.2.3. Estágio III:**

Novas filosofias de custeio foram desenvolvidas, conforme Kaplan & Cooper (1997), quando do desenvolvimento de sistemas para relatório financeiro, mensuração de custo e gerenciamento de desempenho, em sistemas do terceiro estágio. Tais sistemas contém:

- Um sistema financeiro tradicional e que realiza bem a contabilidade básica e as funções de capturar transações e preparar balanços financeiros periódicos para usuários externos, utilizando os métodos convencionais para alocar custos periódicos de produção para custos de mercadorias vendidas e a contabilidade de inventários.
- Um ou mais sistemas *ABC* que capturam dados de sistema financeiro oficial, bem como de outros sistemas de informações e operacionais, para mensurar acuradamente custos das atividades, dos processos, dos produtos, dos clientes, dos serviços e das unidades organizacionais.
- Sistemas operacionais de retorno que fornecem aos operadores e todos empregados de linha informações precisas e com rapidez, financeiras ou não, sobre a eficiência, a qualidade e o tempo de ciclo (*cycle time*) dos processos de negócios.

Neste estágio, gerentes devem ter três tipos separados de sistemas financeiros e suplementares:

- Um sistema tradicional para relatório financeiro;
- Sistemas *ABC* para informação sobre custo de processos, produtos e clientes; e
- Sistemas de retorno operacionais para promover a eficiência local e as melhorias de processos.

#### **4.2.4. Estágio IV:**

Neste estágio, Kaplan & Cooper (1997) argumentam que, os sistemas *ABC* e de retorno operacionais são integrados e, juntos, fornecem as bases para preparar balanços financeiros externos. Não existe conflito fundamental entre os custos de produto calculado por um sistema *ABC* e os requisitos externos para objetivos, avaliações consistentes de inventários e custos de mercadorias vendidas. O sistema *ABC* fornece as bases para o orçamento organizacional, para consentir o fornecimento e o consumo de recurso em todas as unidades organizacionais. Os orçamentos baseados em atividades são, então, utilizados pelo sistema de retorno operacional para comparar e analisar os gastos atuais incorridos em cada unidade organizacional durante o ano todo. Em contrapartida, o sistema de retorno operacional abastece o sistema *ABC* com informações sobre as mais recentes eficiências e a utilização da capacidade de operações, as quais atualizam as taxas dos direcionadores de custos (*cost drivers*). Este retorno possibilita as taxas de direcionadores de custos de atividades a rastrear melhorias operacionais de maneira rápida e confiante.

### **4.3. SISTEMA DE CUSTEIO TRADICIONAL**

Pamplona (1997) cita que o sistema de custeio tradicional tem como característica a utilização de um método de apropriação de custos em dois estágios (Figura 4.2):

- 1º. No primeiro estágio, os custos indiretos são imputados aos centros de custos por meio de várias bases de rateio como, por exemplo, a quantidade produzida, as horas de mão-de-obra direta, o valor de mão-de-obra direta, a área ocupada, o valor da produção e a potência das máquinas etc.

- 2º. Em um segundo estágio, os custos são apropriados dos centros de custos aos produtos por meio de uma base de volume, quase sempre horas de mão-de-obra direta (Cooper & Kaplan (1998)). Outras bases utilizadas para esta apropriação são: horas-máquina, custo da mão-de-obra direta, quantidade ou valor da matéria-prima.

De acordo com Oliveira (1991), os custos apresentam elementos constitutivos à matéria-prima, à mão-de-obra direta (ambas com comportamento variável em relação ao volume de produção) e aos custos indiretos de fabricação (CIF), com uma parcela variável e outra fixa. Ao calcular o custo total por unidade de produção, os CIF são rateados e absorvidos pelas unidades produzidas - este é o chamado *Custeio por Absorção*, um método convencional em que todos os custos são absorvidos pelas unidades produzidas. No *Custeio Direto*, a parcela fixa do custo indireto é tratada como despesa do período, associada a um período de tempo e não a uma unidade produzida. Só são considerados como custos do produto, os custos variáveis diretamente relacionados à produção: os custos da mão-de-obra direta, os de matéria-prima e os CIF variável. Na verdade, o custeio direto seria mais corretamente chamado custeio variável ou marginal, por aplicar apenas os custos de produção variáveis ao custo da produção.

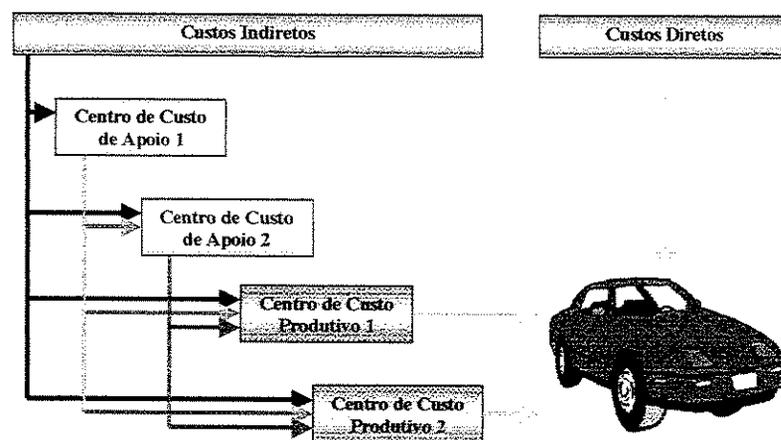


Figura 4.2. Sistema de Custeio Tradicional.

Fonte: Pamplona (1997)

Gooley (1995) argumenta que sistemas de custeio tradicionais têm sido aplicados às operações logísticas por muitos anos; contudo, estes sistemas não fornecem informação suficiente sobre custos de processos e lucratividade do produto. Ao contrário, eles são projetados para focar custos de impostos, de inventários, de materiais e de empregados, alocando despesas para algumas categorias de contas padrão que foram desenvolvidas quando o sistema de manufatura era gerenciado diferentemente de hoje.

#### **4.4. ACTIVITY-BASED COSTING (ABC): SISTEMA DE CUSTEIO BASEADO EM ATIVIDADE**

O custeio baseado em atividades (*ABC*), proposto por Robin Cooper e Robert Kaplan (Cooper & Kaplan (1988)), constitui, de acordo com Sakurai (1997), “uma abordagem que revisa a metodologia e a filosofia de apurar o *overhead*”.

Um sistema *ABC* bem projetado reflete, segundo Colbert & Spicer (1998), “um entendimento seguro dos tipos de transações ou atividades que geram *custos indiretos de fabricação*”. O’Guin (1991) afirma que o *ABC* vai muito além de apuração do custo do produto, informando aos executivos o que dispara os custos e como gerenciá-los.

O *ABC* é uma ferramenta para o gerenciamento de custo. O gerenciamento baseado em atividade busca focalizar a companhia como sendo um conjunto de atividades relacionadas aos desejos dos clientes e aos custos. Constitui-se de um processo para determinar, alocar e medir o custo das atividades de uma organização.

O *ABC* atribui custos aos produtos e/ou serviços e aos clientes, baseado nos recursos que eles consomem. O sistema identifica, conforme O’Guin (1991), os custos das atividades, tais como preparar máquinas, receber matéria-prima e programar a produção. O *ABC*, então, direciona os custos destas atividades para um produto e/ou serviço e ao cliente, que dispara a atividade. Conseqüentemente, o custo deste produto e/ou serviço incorpora todos os custos destas atividades. Sendo assim, os *CIF* são direcionados aos produtos com mais rigor, e os gerentes poderão aprender como controlar as ocorrências das atividades e os seus custos.

#### 4.4.1. Definições Básicas:

Brimson (1991) afirma que atividades formam o fundamento dos sistemas de gerenciamento de custos. Uma atividade descreve o meio pelo qual uma empresa emprega seus recursos e tempos para atingir seus objetivos (Figura 4.3):

- Função: é uma agregação de atividades relacionadas por um propósito comum, tal como vendas, compras, *marketing*, qualidade etc.
- Processo de Negócio: é uma rede de atividades relacionadas e independentes, ligadas por meio de um resultado final, ou seja, um produto ou serviço.
- Tarefa: é a combinação de elementos de trabalho ou de operações que realiza uma atividade; em outras palavras, uma tarefa é como a atividade é realizada.
- Operação: é a menor unidade de trabalho usada para planejar ou controlar um propósito.
- Centro de Custos: correspondem ao reagrupamento de funções geralmente associadas a lugares físicos (pode agregar várias atividades).

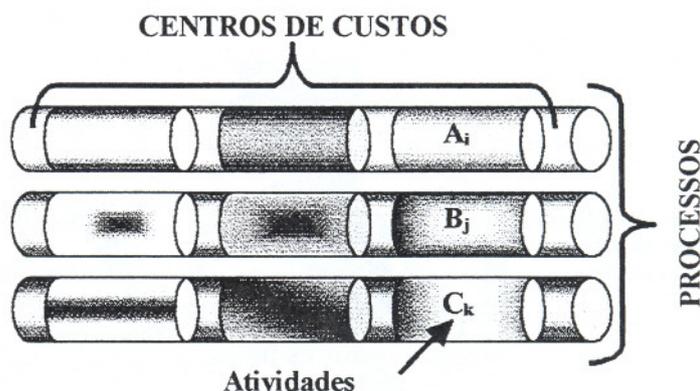


Figura 4.3 Relação entre Centro de Custos, Processos e Atividades.

Fonte Boisvert (1999).

Boisvert (1999) afirma que o reagrupamento de atividades pode corresponder a :

1. uma divisão vertical da empresa conforme a homogeneidade das operações ou da função, ou seja, em centro de custo;
2. uma divisão horizontal da empresa conforme o objetivo do cliente, ou seja, em um processo.

Uma atividade é definida, conforme Sénéchal & Tahon (1998), como um grupo de tarefas ou ações (Figura 4.4):

- Realizadas por uma pessoa ou por uma equipe;
- Requisitando um grupo homogêneo de habilidades;
- Tendo um comportamento coerente a um ponto de vista sobre custos e desempenho;
- Que pode ser globalmente caracterizada por entradas e por uma saída comum bem conhecida.
- Tendo efetivamente ou potencialmente uma importância significativa para a performance econômica da unidade analisada.

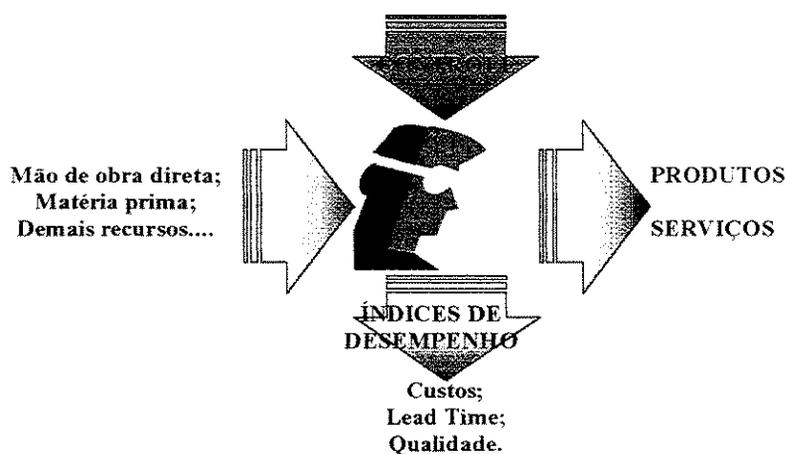


Figura 4.4. Descrição clássica de uma atividade.

Fonte baseada em Sénéchal & Tahon (1998)

#### 4.4.2. Hierarquias de Atividades:

A Tabela 4.2 apresenta uma hierarquia de atividades mais ampla, direcionada para produtos e clientes.

Tabela 4.2. Hierarquia de Custos de Atividades direcionadas aos Produtos e ao Cliente.

Fonte: baseada em O'Guin (1991).

	<b>Fator de Proporção no Nível de:</b>	<b>Descrição:</b>	<b>Atividades:</b>
<b>Produto</b>	Unidade	Custos de atividades de produção alocados para cada unidade produzida	Atividades Produtivas
	Lote	Custos de manufatura alocados para cada lote processado.	Setup; Movimentação de materiais etc.
	Produto	Custos destinados a projetar ou manter uma linha de produto.	Alterações engenharia; projeto de linha etc.
	Instalações	Custos de atividades ligadas a manter o negócio.	Manutenção predial; Proteção patrimonial etc.
<b>Cliente</b>	Pedido	Custos atribuídos diretamente a pedidos de vendas e entregas para clientes individuais.	Entrada de pedido; enviar produto ao cliente; faturar pedido etc.
	Cliente	Custos não relacionados a pedidos atribuídos a clientes individuais.	Forças de vendas; reembolso de mercadoria etc.
	Mercado	Custo requerido para entrar ou permanecer no mercado.	Pesquisa/desenvolvimento; promoção/marketing etc.
	Empresa	Custos para permanecer no negócio; intransferível para qualquer nível inferior.	Obrigações financeiras com benefícios, licenças e comissão de diretores.

Por simplificação, utiliza-se a hierarquia apresentada em Spending & Sun (1999), proposta por Cooper (1990). Tal hierarquia, é constituída pelo nível de unidade, de lote, de produto e de instalações.

A Figura 4.5. ilustra o procedimento para determinar o custo de cada produto dentro da ótica do *ABC* clássico. Observa-se que cada recurso consumido está diretamente relacionado a uma ou mais atividades. As questões são, então, determinar a influência destas atividades sobre o

valor agregado aos produtos, avaliar a eficiência da atividade (razão entre custo e valor agregado) e a tomada de decisão sobre esta (suprimir, mudar recursos associados, modificar suas regras internas etc.).

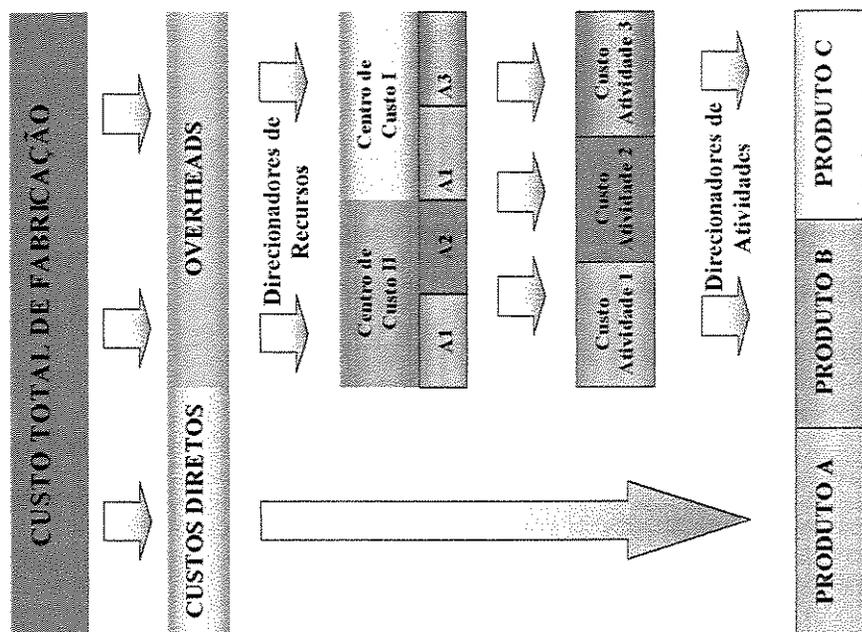


Figura 4.5. Procedimento para Determinação do Custo de Produtos no *ABC* Clássico.

Fonte: baseada em Sénéchal & Tahon (1998)

Custos diretos, como mão-de-obra direta, matéria-prima e subconjuntos comprados fora, são alocados diretamente aos produtos. Os gastos e as despesas indiretas de fabricação são alocados aos produtos em dois estágios:

- 1º. Alocação dos recursos indiretos aos centros de custos, os quais agrupam um certo número de atividades, por meio dos direcionadores de recursos. A partir daí é calculado o custo de cada atividade.
- 2º. Alocação dos custos de cada atividade aos produtos ou a outras entidades objetos de custeio (processos, mercados, clientes, etc.) que as consomem, por meio dos direcionadores de atividades.

Sakurai (1997) afirma que o *ABC* é um modo eficaz de identificar produtos não lucrativos. Em sua forma original, é o instrumento conhecido mais poderoso e sofisticado para analisar a lucratividade por produto, para fins de reestruturação. Porém é menos eficaz para reduzir custos neste contexto, necessitando de uma ferramenta complementar.

Com a implementação do sistema *ABC* dentro das empresas, há a necessidade de interação de todas as pessoas envolvidas nos processos de manufatura e no gerenciamento da fábrica, proporcionando, desta forma, o desenvolvimento do gerenciamento baseado em atividades ou *Activity-Based Management ABM*. Sendo assim, tanto o contador da empresa como o operador interagem em um processo para a melhoria de dada atividade, eliminando as perdas e as atividades desnecessárias.

#### **4.5. ACTIVITY-BASED MANAGEMENT (ABM): GERENCIAMENTO BASEADO EM ATIVIDADE**

O Gerenciamento Baseado em Atividade é um instrumento que analisa os processos da empresa para o entendimento de todas atividades relacionadas a tais processos e às tarefas incluídas dentro destas atividades. Ao realizar tal análise, a empresa está buscando a melhoria de sua eficiência e as oportunidades para as melhorias de processos; eliminando desperdícios; custos de esperas e de problemas relacionados à qualidade dos produtos.

O gerenciamento baseado em atividade, segundo Maskell (1999), é:

- Uma forma de se atingir a melhoria dos processos;
- Um modelo para ilustrar como ocorrem os custos (e receitas) e como são gerados por meio dos processos e das atividades;
- Uma ferramenta que traz o contador para o chão de fábrica, integrando-no com os operadores na busca de melhorias para a companhia;
- A base para outros métodos avançados de custeio como *custeio meta*, *activity-based budgeting* e *análises de lucratividade*.

O *ABM*, segundo Turney (1992), tem duas metas principais:

- 1º. Agregar valor ao produto/serviço oferecido ao cliente;
- 2º. Aumentar a lucratividade relativa ao aumento do valor agregado.

Não obstante, Sakurai (1997) estabelece os seguintes passos na implantação do *ABM*:

- 1º. Identificar e classificar as atividades quanto a sua importância para o cliente e para o negócio;
- 2º. Identificar e analisar atividades que agregam valor;
- 3º. Comparar as atividades às melhores práticas;
- 4º. Examinar as ligações entre as atividades.
- 5º. Analisar fatores geradores de custos e dos direcionadores, objetivando a redução de custos.

#### **4.6. KAIZEN COSTING: SISTEMA DE CUSTEIO KAIZEN**

De acordo com Imai (1986), "*Kaizen* quer dizer melhoria. Além disso, significa a melhoria contínua de vida pessoal, vida no lar, vida social e vida profissional. Quando aplicado ao local de trabalho, *Kaizen* quer dizer melhoria contínua envolvendo todos na empresa (gerentes e trabalhadores)". O autor relaciona qualidade ao *Kaizen* como sendo, em seu sentido mais amplo, algo que pode ser melhorado.

*Custeio kaizen* é a melhoria contínua aplicada à redução de custos no estágio da manufatura dentro do ciclo de vida do produto, (Cooper, 1995). É uma técnica bastante empregada nas empresas japonesas, com o objetivo de incrementar a eficiência do processo de produção usado na manufatura. Em muitas empresas que apresentam produtos de vida muito curta, conforme Kaplan & Cooper (1997), o ciclo de vida do processo de produção é mais longo que a vida do produto. Portanto, maiores reduções de custos podem ser atingidas focalizando mais a fase de produção do produto do que propriamente o produto. O foco do *custeio kaizen* está na habilidade dos gerentes em identificar grandes oportunidades de redução de custos. *Custeio kaizen* significa,

segundo Monden (1999), manter os níveis correntes de custos para os produtos que estão na linha de produção e trabalhar sistematicamente para reduzir os custos aos valores desejados.

Williamson (1997) relata que, após um produto ser introduzido no mercado, o cliente tenderá a exigir características que agreguem valor ao produto, a partir de uma combinação de maior desempenho ao menor custo. Sendo assim, o plano de negócio da empresa deve demandar uma política de redução incremental dos custos em torno de 5% ao ano, tornando o produto mais competitivo.

Cabe aos executivos da empresa estabelecer metas de redução de custos, decompostas em níveis de departamentos e grupo de trabalho, por meios de inovações tecnológicas ou de novos métodos de trabalho e de fabricação.

As atividades de *custeio kaizen* são focalizadas de duas formas por Monden (1999):

- 1º. Atividades específicas por departamentos ou fábricas, programadas para cada período de negócios;
- 2º. Atividades específicas por modelo de produto, executadas como projetos especiais com ênfase na análise do valor (AV).

De acordo com Monden (1993), as práticas do *ABM* são exatamente as mesmas do *custeio kaizen* no que diz respeito às metas de aperfeiçoamento contínuo das operações, praticadas pelas principais empresas japonesas.

É comum que as empresas japonesas antecipem a produção de um determinado produto em até três meses para se adaptar ao mercado e saber como se comporta o custo do mesmo em relação ao *custo meta*. Se o custo deste mesmo produto estiver muito alto nesta fase, de acordo com Williamson (1997), será necessário implantar um programa de redução de custo efetivo dentro da fábrica.

As características mais comuns do sistema *custeio kaizen*, de acordo com Kaplan & Cooper (1997), são:

- O foco é informar e motivar o processo de redução de custo, não apenas obter custos do produto mais acurados.
- Redução de custo é uma responsabilidade de uma equipe, não de um indivíduo.
- Os custos atuais da produção, mesmo lote por lote, são calculados com frequência, distribuídos e analisados pelos operários da linha de frente. Em muitas instâncias, os próprios operadores coletam e preparam a informação de custo.
- A informação de custo usada pelas equipes é personalizada para seu próprio ambiente de produção, de tal forma que os estudos e os esforços de melhorias sejam focalizados nas áreas de maiores oportunidades de redução de custo.
- Custos Padrão são continuamente ajustados para refletir tanto, reduções ocorridas em custos atuais, quanto metas de melhorias em custos futuros. Isto assegura que as inovações comprovadas no processo de melhoria do processo serão mantidas e posicionarão um novo nível de futuras melhorias.
- Equipes de trabalhos são responsáveis por gerar idéias para atingir as metas de redução de custos; elas têm autoridade para fazer pequenos investimentos, caso seja comprovado a redução de custos.

Ainda, segundo Kaplan & Cooper (1997), a meta principal do *custeio kaizen* é melhorar continuamente processos críticos, de tal forma que os custos sejam continuamente reduzidos em linhas de produtos existentes, altamente sensíveis ao preço e não facilmente influenciável pela inovação de produto.

#### **4.7. TARGET COSTING: SISTEMA DE CUSTEIO META**

*Custeio Meta* consiste de uma metodologia integrada de apuração de custo, com característica estratégica de redução de custo do produto, desde a sua fase de concepção até o pós-venda. É um processo para assegurar que produtos e serviços sejam projetados de tal forma

que uma empresa possa vendê-los a um preço mais acessível e ainda resultar em um lucro mais justo, (Souza et al., 1999).

Traduz-se:

- *Target costing: sistema de custeio meta* ou *alvo*;
- *Target cost: custo meta* ou *alvo*.

*Custeio meta* é uma ferramenta, segundo Kato et al. (1995):

- Orientada para o futuro;
- Focaliza a atenção dos projetistas às implicações do custo das decisões de projetos;
- Auxilia os gerentes na avaliação da lucratividade de um produto antes dele ser produzido.

Sakurai (1997) cita que, desde o final da década de 80, o *custeio meta* ligou-se fortemente à estratégia empresarial, tornando-se a principal ferramenta no gerenciamento estratégico de custo, capaz de atender ao planejamento de lucro empresarial de médio prazo.

As empresas japonesas têm utilizado o *Custeio meta*, segundo Kato et al. (1995), há muitos anos, principalmente na indústria automobilística. As empresas européias têm trabalhado o *custeio meta* como uma abordagem característica para criar uma presença competitiva no acirrado mercado globalizado.

Dentro do contexto de negócio japonês, o *custeio meta* inclui três atividades principais segundo Kato et al. (1995):

- 1º. Projeções de preços,
- 2º. Planos de lucro,
- 3º. Experiência de manufatura.

Sakurai (1997), citando Monden (1991) e Monden & Nobbori (1983), indica os três passos iniciais na determinação do *custo meta*.

- 1º. Planejar novos produtos/serviços atendendo à satisfação do cliente.
- 2º. Determinar o *custo meta* atendendo à política estratégica da empresa.
- 3º. Atingir o *custo meta* com uso de recursos de engenharia do valor.

A Figura 4.6 ilustra o processo do *custeio meta* aplicado na indústria japonesa, que consiste em ligar o preço introdutório de um produto aos fatores competitivos, o lucro desejado aos planos de médio prazo da companhia e o *custo meta* a este plano de lucro.

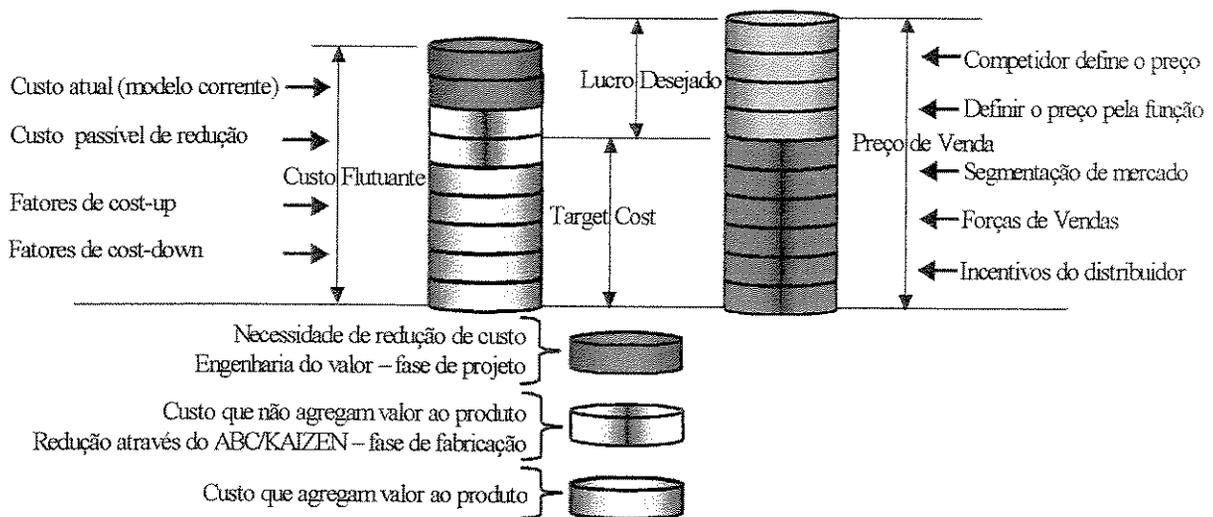


Figura 4.6. Determinação do *Custo Meta*.

Fonte baseada em Kato et al. (1995).

O primeiro componente do *custeio meta* a ser definido é o preço de venda (*selling price*), de acordo com uma série de fatores que influenciam na sua determinação. Os gerentes levam em consideração, nesta fase, a análise do conceito do produto, os atributos de grupos de fornecedores alvo, o ciclo de vida do produto e as reações dos competidores. Sakurai (1997) utiliza, nesta fase, a taxa de lucratividade de cada produto (*Return On Sales ROS*) para determinar o lucro desejado (*target profit*).

O lucro desejado constitui o segundo elemento do *custeio meta* e deve ser escolhido antes do *custo meta* ser extraído. De acordo com Kato et al. (1995), as empresas japonesas extraem o *target profit* de um plano de lucro de médio prazo (muitas vezes de três anos), o que é consistente com o plano estratégico corporativo para toda a empresa.

Para obter o lucro desejado de um produto individual, gerentes dividem o lucro total de médio prazo entre os produtos do portfólio de produtos da empresa. Esta alocação de lucro para vários produtos é uma tarefa árdua que consome muito tempo de discussão até se chegar a um valor final de alocação. Uma outra forma de estimar o lucro por produto consiste em utilizar a taxa de atratividade do seu projeto de lançamento.

O terceiro componente do *custeio meta* é o *custo meta*. Conforme Tanaka (1979), o *custo meta* (*TC*) é o máximo custo de produção permitido, portanto, baseado nas forças do mercado, ou seja, ele é obtido retirando-se do *preço de venda* (*PV*) o *lucro desejado* (*LD*). Geralmente, o custo máximo permitido é o próprio custo desejado pela cúpula administrativa da empresa, tendendo a ser um custo rígido.

$$PV - LD = TC \quad (4.1)$$

Os gerentes utilizam a seguinte sistemática: revisam produtos anteriores para encontrar um que possa servir como um ponto de referência para computar o *custo meta* ao novo modelo. E a partir de um produto antecessor, os gerentes fazem a avaliação de seus custos de produção e efetuam o ajuste e a redução do custo do produto ainda não implementado, calculando, por fim, o primeiro valor do *custo flutuante* (*CF*) para o modelo novo.

Sakurai (1997) indica que o *custo flutuante* é um custo cumulativo normal estimado, calculado com base nos registros contábeis e sem a preocupação de ser o *custo meta*, sendo recalculado continuamente à medida em que são cumpridas as atividades de engenharia do valor.

Engenharia do valor é uma abordagem sistemática que busca extrair o melhor balanço funcional entre custos, qualidade e performance de um produto. Os consumidores adquirem

produtos com funções necessárias ao seu dia a dia. Eliminar atividades que não agregam valor à um produto significa reduzir custos e torná-lo competitivo; esta é a missão principal da engenharia do valor. É uma ferramenta de característica estratégica para a empresa, aplicada na fase de concepção do produto, (Sakurai (1997) e Monden (1999)).

*Custo flutuante* representa o custo de fabricar o produto se a companhia tiver implementado todas as atividades disponíveis de redução de custo. Apenas a obtenção do custo flutuante gerará uma redução de custo, o que não é suficiente para atingir o *custo meta*, obtido por subtrair o lucro meta do preço de venda esperado. Sendo assim, há uma necessidade de redução futura de custo, conforme ilustrada em Figura 4.5.

Busca-se, portanto, que o *custo flutuante* seja menor ou igual ao *custo meta*, ou seja:

$$\mathbf{GAP = |CF - TC|} \quad (4.2)$$

O *GAP* é definido como a diferença em módulo entre o *CF* e o *TC*. Quando  $CF > TC$ , a empresa deverá rever suas estimativas de custos na fase de projeto e, ainda, eliminar esta diferença, focando ações na empresa, nos fornecedores e nos clientes. Nem sempre se consegue eliminar o *GAP* na fase de projeto. Desta forma, quando tal produto é liberado para a fabricação, a eliminação do *GAP* deve ocorrer pela redução contínua de custos (*custeio kaizen*) e pelo gerenciamento de custo baseado em atividade (*ABC/ABM*).

Para um melhor entendimento da metodologia descrita anteriormente, foi elaborado por Souza et al. (1999), o seguinte exemplo fictício:

Uma empresa montadora está prestes a lançar no mercado seu novo carro. Após levantamento de mercado, verificou-se que o público alvo está disposto a pagar UP\$ 28 mil pelo carro. A empresa deseja obter um lucro de 15% nas vendas deste modelo (28 mil X 0,15 = UP\$ 4,2 mil). O máximo custo de produção permitido foi calculado a partir de: UP\$ 28 mil – UP\$ 4,2 mil = UP\$ 23,8 mil. (UP\$: Unidade Monetária Padrão)

Os departamentos de engenharia e contabilidade da empresa estimaram o primeiro custo flutuante em UP\$ 25,6 mil, resultando um *GAP* de UP\$ 23,8 mil – UP\$ 25,6 mil = UP\$ 1,8 mil. Com isto, a empresa, ainda na fase de projeto, reformulou o *design* do carro por meio da engenharia do valor, deixando-no competitivo, mas reduzindo o custo flutuante em UP\$ 1,2 mil.

O *custo meta* foi estabelecido como sendo o próprio custo máximo de produção permitido. Ficou estabelecido que o carro seria liberado para a montagem e que o resíduo UP\$ 1,8 mil – UP\$ 1,2mil = UP\$ 0,6 mil seria eliminado por meio das ferramentas de gerenciamento de custos *ABC/kaizen*, já em fase de montagem. A Figura 4.7 ilustra bem este exemplo:

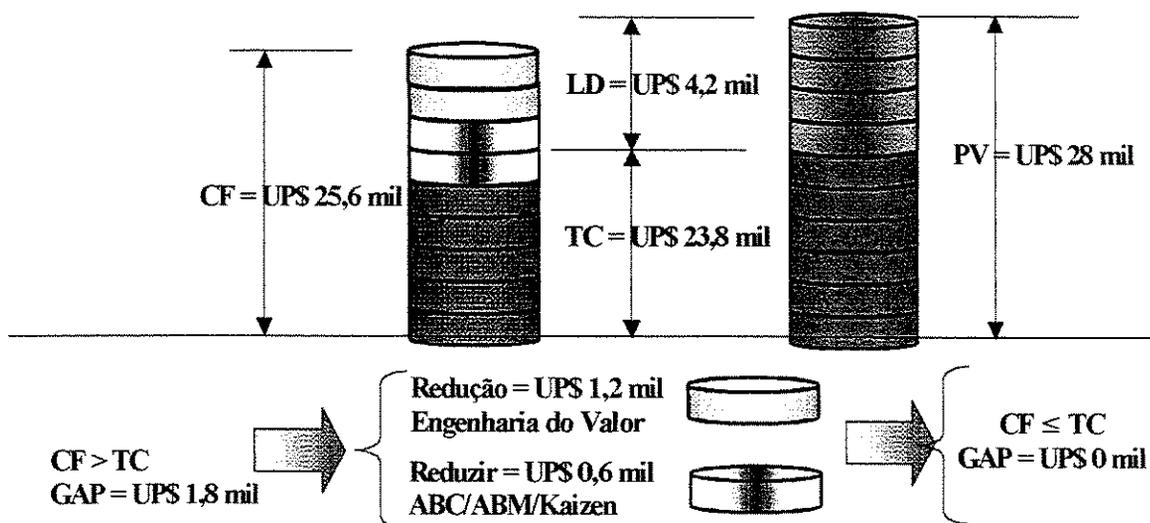


Figura 4.7. Exemplo numérico de determinação do *Custo Meta*.

Fonte: Souza et al. (1999).

#### 4.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Este capítulo teve por finalidade abordar, a partir de revisão bibliográfica, os principais sistemas de custeios utilizados nos meios empresariais e governamentais. A Tabela 4.3 destaca, para cada sistema de custeio, sua finalidade principal, seus elementos de custos e sua ênfase:

Tabela 4.3. Relação entre os sistemas modernos de custeio.

Fonte: Baseada em Sakurai (1997) e Monden (1999).

<b>Abordagem</b>	<b>Finalidade Principal</b>	<b>Elementos de Custos</b>	<b>Ênfase</b>
<b>Sistema Tradicional</b>	Demonstrativo Financeiro	Custos e Despesas	Avaliação de Estoques
<b>ABC</b>	Análise de lucratividade dos produtos.	CIF.	Apropriação dos custos e tomada de decisões gerenciais.
<b>ABM</b>	Reengenharia do processo.	CIF e custos diretos.	Aperfeiçoamento do processo industrial.
<b>Custeio Meta</b>	Gerenciamento estratégico de custos.	Custos diretos e CIF.	Redução de custos.
<b>Custeio Kaizen</b>	Melhoria contínua operacional.	Custos variáveis.	Redução dos custos variáveis e eliminação da variância entre lucro alvo e lucro estimado.

Os métodos da contabilidade tradicional se concentram nos sistemas de custeio baseados no volume, sendo altamente imprecisos no ambiente de manufatura moderna. Muitos dos custos significantes na produção de um item, de acordo com Spending & Sun (1999), não são relacionados a volumes, dentre os quais citam: custos de engenharia, de processamento de pedidos, de planejamento, de controle de qualidade etc., estes relacionados à alta tecnologia, aos produtos sob encomendas ou às entregas *just-in-time*.

O *ABC* é uma resposta a estas inconsistências, pois ele introduz dentro da contabilidade o custo incorrido para o nível de atividade e, então, atribui os custos destas atividades aos produtos que as consomem.

Kaplan & Cooper (1997) estabelecem uma jornada seqüencial de apuração de custos em que as empresas poderão se servir de um guia para as mesmas atingirem melhor desempenho na gestão de custo, usando-na como ferramenta estratégica no cenário globalizado da manufatura.

O foco deste trabalho é o estudo e o desenvolvimento de uma metodologia de determinação e gerenciamento de custos do produto (Capítulo 6). A metodologia utiliza os sistemas *ABC/ABM*, *custeio kaizen* e *custeio meta* em suas referidas fases de aplicação do ciclo de vida do produto. O Capítulo 5 descreve e detalha as diretrizes de cada sistema empregado na metodologia proposta neste trabalho.

## Capítulo 5

# ESTUDO DAS DIRETRIZES DE SISTEMAS AVANÇADOS DE CUSTEIO PARA UMA EMPRESA ÁGIL.

### 5.1. INTRODUÇÃO

As principais diretrizes a serem apresentadas neste trabalho são baseadas e extraídas das obras de The CAM-I Target Cost Core Group (1997), Kaplan & Cooper (1997) e Cooper & Slagmulder (2000), Brimson (1991), Monden (1999) e demais autores a serem citados.

### 5.2. DIRETRIZES PARA CUSTEIO META

*Custeio meta* é principalmente uma técnica para gerenciar estrategicamente os lucros futuros da companhia, seu objetivo, segundo Cooper & Slagmulder (2000), é determinar o custo do ciclo de vida para qual a empresa deve produzir um produto proposto, com funcionalidade e qualidade especificada, caso o mesmo se tornar lucrativo diante de seu preço de venda previsto. Consiste de uma ferramenta, conforme The CAM-I Target Cost Core Group (1997), que gerencia os custos no estágio de projeto, quando estes estão sendo comprometidos, sendo, portanto utilizada para lançamento de produtos novos ou para remodelamentos radicais dos já existentes.

### 5.2.1. Custeio Meta: Abordagem por Níveis

Cooper & Slagmulder (2000) estabelecem três níveis principais do processo *custeio meta*:

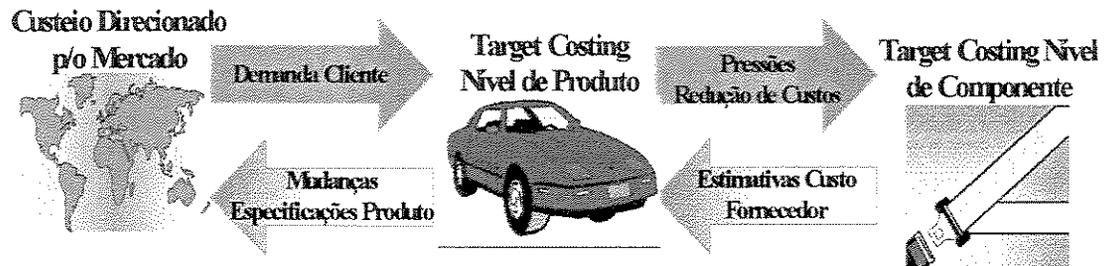


Figura 5.1. Níveis principais do processo de *custeio meta*.

Fonte: Cooper & Slagmulder (2000).

#### Custeio direcionado para o mercado

Focaliza-se nos anseios do cliente e utiliza o conceito do custo máximo permitido para transferir as pressões competitivas do mercado aos fornecedores e aos projetistas do produto da empresa. Neste nível são estabelecidos:

1. Planos de vendas e lucros de longo prazo;
2. A linha de produtos;
3. O preço alvo de venda do produto;
4. A margem de lucro meta praticada pela empresa;
5. O cálculo do custo máximo permitido – *custo meta*.

#### *Custeio meta* no nível do produto

Os projetistas se focam em encontrar meios de desenvolver produtos que satisfaçam os anseios do cliente até o máximo custo permitido. Este custo nem sempre é atingido na fase de concepção do produto. De acordo com Souza et al. (1999), a empresa estabelece este máximo custo permitido como sendo o *custo meta*, disparando para a produção o produto, estabelecendo

metas de redução de custos através do *custeio kaizen*. Cooper & Slagmulder (2000) quebra o *custeio meta* ao nível do produto em três passos:

1. Selecionar o custo meta,
2. Disciplinar o *custeio meta* e
3. Atingir o *custeio meta*.

### ***Custeio meta* no nível de componente**

Uma vez que a empresa tem estabelecido o *custo meta* no nível do produto, este, por sua vez, é decomposto no nível de componentes. Este processo permite, segundo Cooper & Slagmulder (2000), à companhia atingir o segundo objetivo do processo de *custeio meta*: transferir aos fornecedores as pressões competitivas ao nível de custos. Esta fase compõe-se de três passos:

1. Decompor *custos-meta* das principais funções,
2. Selecionar *custos-meta* de componentes e
3. Gerenciar fornecedores.

### **5.2.2. *Custeio Meta*: Abordagem por Ciclo de Vida do Produto**

Por outro lado, The CAM-I Target Cost Core Group (1997) afirma que *custeio meta* está ligado intimamente à estratégia competitiva de uma empresa e ao ciclo de desenvolvimento do produto. *Custeio meta* é o planejamento simultâneo de como satisfazer os clientes, conquistar participação no mercado (*market-share*), gerar lucros, planejar e gerenciar os custos. A inteligência competitiva é atingida por integrar as variáveis estratégicas de tendências de mercado, necessidades do cliente, avanços da tecnologia, e requisitos de qualidade inseridos numa definição do produto de tal forma que atenda as expectativas do cliente em função de preço, qualidade e tempo. Este grupo aponta quatro estágios no ciclo de desenvolvimento de novos produtos, conforme Figura. 5.2.:

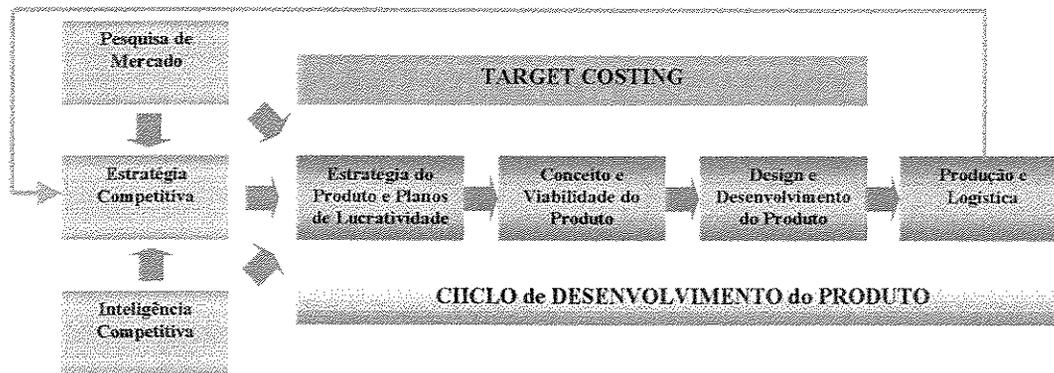


Figura 5.2. *Custeio meta* e o ciclo de desenvolvimento do produto.

Fonte: The CAM-I Target Cost Core Group (1997)

As Diretrizes que hora são apresentadas seguirão o modelo do The CAM-I Target Cost Core Group (1997), mas seguindo a idéia de Cooper & Slagmulder (2000). A seguir serão apresentados os estágios do ciclo de desenvolvimento do produto. Em cada estágio serão apresentadas, em uma forma seqüencial, suas respectivas tarefas.

### **Planos de lucratividade e estratégia do produto/serviço**

O ciclo de desenvolvimento do produto inicia-se com o planejamento estratégico do produto. Para The CAM-I Target Cost Core Group (1997), o resultado é um plano para o negócio, o produto e o lucro, e esclarece os segmentos de mercado onde a empresa procura vender seus produtos e tenta produzi-los para determinado nicho de mercado selecionado. Tais planos delineiam a participação de mercado planejado e as margens de lucro requeridas para vários produtos.

1. Desenvolver a visão estratégica da empresa;
2. Analisar mercados e clientes;
3. Estabelecer e desdobrar estratégias de negócios e da empresa;
4. Selecionar clientes e identificar suas necessidades;
5. Definir linhas de produtos, de objetivos, de participação e de tamanho do mercado;
6. Definir planos de lucros para o portfólio de produtos/serviços.

## **Conceito e viabilidade do produto/serviço**

Uma vez definidos os planos de lucro e de produto, estes são transferidos para as especificações conceituais dos produtos. A viabilidade do produto é determinada, conforme The CAM-I Target Cost Core Group (1997), pela estimativa preliminar do custo do ciclo de vida do mesmo, pela avaliação da tecnologia necessária, pela determinação dos investimentos requeridos e pela estimativa da capacidade produtiva disponível.

1. Definir conceitos do produto/serviço e identificar fornecedores;
2. Identificar oportunidades de melhorias;
3. Iniciar engenharia do valor;
4. Confirmar viabilidade do conceito do produto/serviço.

## **Projetar e desenvolver produto/serviço**

Após a aceitação do conceito do produto e ser testada a sua praticabilidade, o mesmo é direcionado para a fase de *design* e desenvolvimento. Nesta fase, são desenvolvidas, segundo The CAM-I Target Cost Core Group (1997), as especificações detalhadas de manufatura e montagem em parceria com fornecedores, visando à otimização de processos.

1. Preparar plano de desenvolvimento;
2. Projetar produto/serviços e processos;
3. Validar projeto de produto/serviço e processo e plano de produção.

## **Produção e Logística**

Nesta fase, o produto é lançado ao mercado após um planejamento e que envolve a cadeia de distribuidores, o marketing e o serviço de pós-vendas. São monitorados os resultados do mercado e as respostas dos clientes, de tal forma que, segundo The CAM-I Target Cost Core Group (1997), forneçam informações visando à melhoria contínua ou ao *re-design* de produtos existentes ou de próximas gerações.

1. Produzir e entregar produtos/serviços;
2. Implantar planos de vendas, distribuição e serviços;
3. Serviços de pós-vendas;
4. Gerenciar relações da cadeia externa;
5. Gerenciar melhorias e mudanças;
6. Implantar/aplicar *ABC/M*;
7. Implantar/aplicar *custeio kaizen*.

### 5.2.3. Definindo o Preço de Venda e a Margem de Lucro

Definir planos de vendas e a lucratividade a longo prazo é o ponto de partida para o *custeio meta*. Cooper & Slagmulder (2000) ressaltam que os objetivos destes planos são assegurar que cada produto, durante sua vida, contribua com a sua participação de lucro em prol dos objetivos de longo prazo da empresa. Os fatores que estabelecem a credibilidade destes planos de longo prazo consistem em extraí-los de análises seguras de todas as informações relevantes no nível de mercados, de produtos concorrentes, de distribuidores, de clientes e de fornecedores. Outro fator importante refere-se à certeza da empresa em aprovar somente planos realistas, restringindo o oportunismo em função de objetivos que reflitam a realidade. Monden (1999) relata que o horizonte de planejamento de lucratividade de longo prazo das empresas japonesas é de cinco anos, para cada produto, de acordo com a Figura 5.3.

	Ano 2005			
	Mod. A	Mod. B	Mod. C	Total. D
	Ano 2004			
	Mod. A	Mod. B	Mod. C	Total. D
	Ano 2003			
	Mod. A	Mod. B	Mod. C	Total. D
	Ano 2002			
	Mod. A	Mod. B	Mod. C	Total. D
	Ano 2001			
	Mod. A	Mod. B	Mod. C	Total. D
Vendas Totais	12.000	8.600	5.000	25.600
- Custos Variáveis	8.600	5.300	3.100	17.500
- Custos de Projeto	1.200	800	900	2.900
Margem de Contribuição	2.200	2.000	1.000	5.200
- Custos Fixos	800	900	300	2.000
- Custos de Vendas	300	200	140	640
Lucro Operacional	1.100	900	560	2.560
- Juros	200	100	120	420
- Tributos	340	280	240	860
Lucro Líquido	560	520	200	1.260

Figura 5.3. Plano Quinquenal de Lucratividade.

Fonte: Monden (1999)

## Definindo a margem de lucro

Definir a margem de lucro é uma função, de acordo com o The CAM-I Target Cost Core Group (1997), a ser executada em conjunto com os planos no nível de negócio (macro) e com os planos no nível de produto (micro). No nível de negócio, o *lucro requerido* é determinado em função do mix de produtos e da taxa de retorno sobre vendas (*Return On Sales ROS*), considerando a margem de lucratividade para o negócio como um todo destes produtos. O *lucro requerido* é o resultado de simulações de lucros e representa uma fixação do lucro necessário originado de todos os produtos em um mix de produto da empresa.

Por outro lado, o plano micro é embasado na participação de mercado alvo, no tamanho do mercado e no preço de mercado competitivo, de tal forma a projetar um volume de vendas planejadas. O *lucro planejado* é determinado aplicando o ROS sobre as vendas planejadas ao nível de produto.

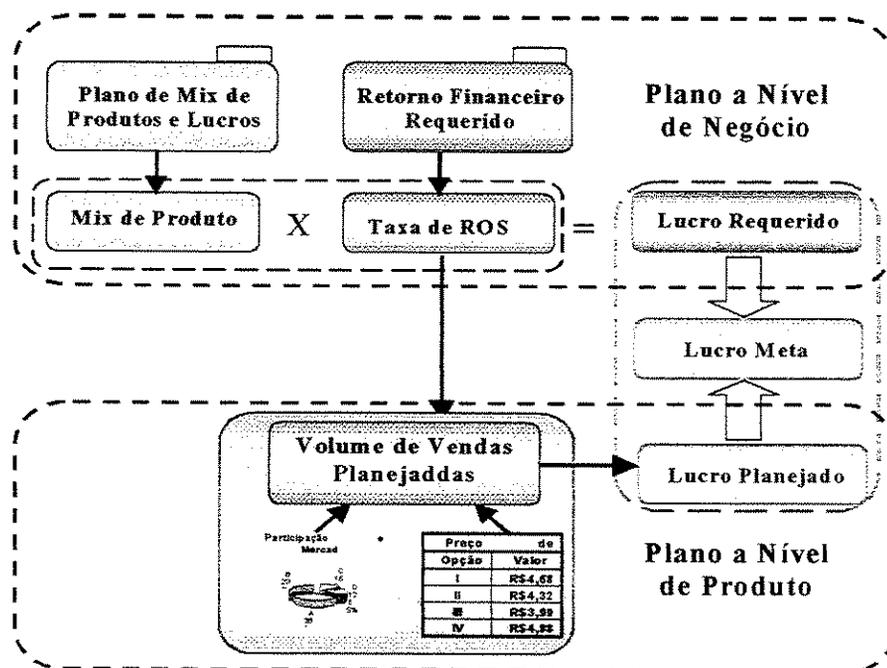


Figura 5.4. Definindo o *Lucro-Meta*

Fonte: Baseada em The CAM-I Target Cost Core Group (1997)

O plano macro é combinado ao plano individual (micro) para cada produto. O *lucro-meta* para cada produto é selecionado comparando o *lucro requerido* ao *lucro planejado*, o que pode ser visto na Figura 5.4.

Monden (1999) determina o *lucro-meta* utilizando as seguintes expressões:

$$\text{TaxaROS} = W_1 * \text{ROS}_E + W_2 * \text{ROS}_S + W_3 * \text{ROS}_5 \quad (5.1)$$

onde:

**Taxa ROS:** Taxa de Retorno Sobre as Vendas para cada ano do período planejado;

**ROS<sub>E</sub>:** Resultado de Vendas da Empresa no passado;

**ROS<sub>S</sub>:** Resultado de Vendas do Setor no passado;

**ROS<sub>5</sub>:** Metas de Resultado de Vendas da Empresa para os próximos cinco anos;

**W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub>, W<sub>3</sub>:** Valores ponderados

A taxa de retorno sobre as vendas combina os resultados obtidos pela empresa e pelo setor no passado ao plano meta quinquenal de vendas da empresa.

Condições:

$$W_1 + W_2 + W_3 = 1 \quad (5.2)$$

Ano 1:  $W_1 \sim W_2$ , e  $W_3 = 0$

Ano 2 até Ano 4:  $W_1$  e  $W_2$  decrescem,  $W_3$  cresce.

Ano 5:  $W_1 = W_2 = 0$ , e  $W_3 = 1$

Sendo assim, pode-se determinar o lucro planejado para cada ano do período, conforme a seguinte equação:

$$\text{LucroPlanejado} = \text{Vendas} * \text{TaxaROS} \quad (5.3)$$

A empresa pode selecionar a margem de lucro, de acordo com Cooper & Slagmulder (2000), de duas formas: o primeiro método consiste em utilizar a margem de lucro do produto antecessor e ajustá-la de tal forma a atender às mudanças nas condições do mercado. Neste método, realizam-se simulações computacionais a partir de relações históricas entre lucros e preços de vendas, para determinar a margem de lucro do novo produto. O objetivo desta análise cuidadosa é selecionar o *lucro-meta* mais realista para atender aos planos de lucratividade de longo prazo estabelecidos pela empresa.

No outro método, a empresa primeiramente estabelece a *margem de lucro-meta* para toda a linha de produtos; em seguida, aumenta ou reduz o lucro individual para cada produto, dependendo da realidade do mercado. A idéia por trás deste método é manter o *lucro-meta* de toda a linha, a partir de tomadas de decisões sobre a contribuição de lucratividade de cada produto para a linha como um todo.

É importante que a empresa tenha uma metodologia confiável para determinar a sua margem de lucratividade condizente com o mercado. Este trabalho se pauta por identificar alternativas em que a empresa possa estar utilizando a melhor metodologia que atenda às suas necessidades.

### **Selecionando o preço de venda do produto**

Preço de venda, de acordo com o The CAM-I Target Cost Core Group (1997), é o valor pago pelo cliente no ato da compra de um produto e/ou serviço livre de descontos, nos termos de pagamentos e outros ajustes fora da fatura. O preço de vendas deve considerar os custos de envio do produto, constituído pelos custos de emissão de fatura, de transporte, de reparos de manutenção (assistência técnica), de serviços de atendimento ao cliente e de descartes. O objetivo do *custeio meta* é reduzir estes custos e não apenas o preço de venda ao consumidor.

O cerne do processo seletivo do preço de venda apóia-se no valor percebido pelo cliente. Cooper & Slagmulder (2000) salientam que os clientes poderiam pagar mais por um produto do que por o seu antecessor somente se o valor deste fosse mais elevado.

Existem vários métodos de selecionar preços baseados na literatura econômica e no dia-a-dia das empresas. The CAM-I Target Cost Core Group (1997) cita as seguintes abordagens: preço definido pelo *mark-up*, preço baseado no custo marginal, preço baseado no volume e preço acrescido de prêmio. Tais abordagens são métodos de determinação do preço do produto, de acordo com Monden (1999), nas quais o mercado é comprador.

Os mesmos autores consideram que *custeio meta* ocorre em um ambiente competitivo, onde as empresas diferenciam seus produtos com bases em qualidade, serviço, tempo de resposta ao mercado, suporte técnico, funções e atributos e ciclos de vida curtos dos produtos.

As empresas japonesas, conforme The CAM-I Target Cost Core Group (1997), utilizam quatro determinantes chave na seleção do preço de produto em um ambiente *custeio meta*:

1. Necessidades, desejos e sensibilidades dos clientes em relação aos atributos físicos e às funções estéticas do produto;
2. Preço aceitável que os clientes estão dispostos a pagar pelos atributos e pelas funções do produto;
3. Análises competitivas dos atributos, das funções estéticas e de preços de produtos de empresas concorrentes;
4. Metas de participação de mercado indicadas pelo preço do produto lançado no mercado.

A Figura 5.5 ilustra bem a determinação do preço de venda de mercado praticado nas empresas japonesas. Induz uma relação recursiva entre: os quatro determinantes chaves do preço-meta, os atributos físicos e estéticos do produto e o preço final de venda de mercado. Inúmeras iterações serão necessárias para se determinar o preço de venda final.

### **Selecionando o preço de venda para um novo produto (inovação)**

A Figura 5.5 enquadra-se bem na abordagem para selecionar o preço de uma nova versão de determinado produto já existente no mercado, e que a empresa já comercializa. Para produtos sem histórico no mercado, como é o caso do *walkman* da Sony e da máquina de fotocópias da

Xerox, o desafio é maior, (The CAM-I Target Cost Core Group, 1997) e (Kaplan & Cooper, 1997).

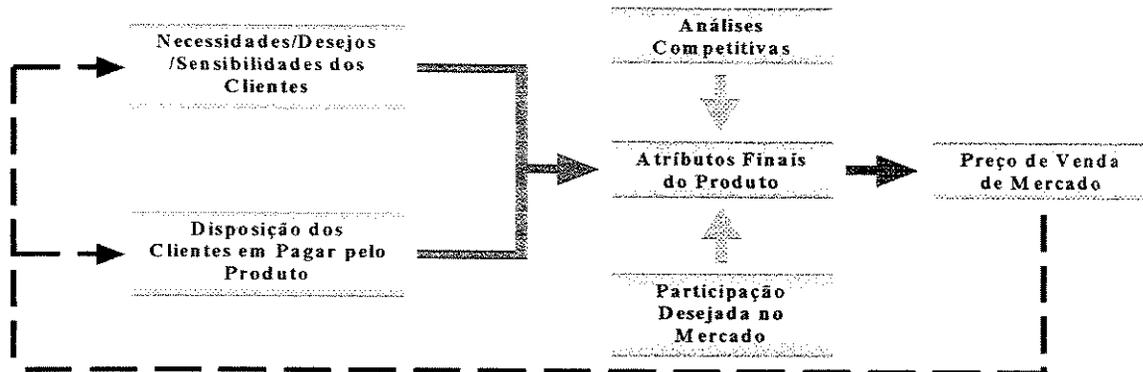


Figura 5.5. Selecionando o Preço de Venda de Mercado.

Fonte: The CAM-I Target Cost Core Group (1997).

Cooper & Slagmulder (2000) consideram que, dada à importância do processo de seleção do preço de venda-meta, não é surpresa que as empresas sejam muito cautelosas em assegurar preços de venda mais realistas para o mercado, principalmente quando se trata de produtos inovadores.

O preço de venda a ser definido pela empresa deve refletir, segundo Kaplan & Cooper (1997), o valor percebido do produto aos olhos do cliente, a funcionalidade relativa antecipada e o preço de venda dos produtos concorrentes.

### **Selecionando o preço de venda para um produto existente (atualização)**

“Clientes poderão pagar mais por uma versão atualizada de um produto antecessor somente se eles perceberem valores adicionais neste novo produto”, (Cooper & Slagmulder, 2000).

The CAM-I Target Cost Core Group (1997) aponta três abordagens de seleção do preço de venda de atualização de produtos existentes. Os autores consideram o preço de venda, os atributos físicos, as características e as funções do produto existente, como sendo o ponto de partida na seleção de preço de venda do novo produto. Os métodos utilizados levam em consideração a natureza da indústria e o tipo do produto em questão.

### 1. Abordagem baseada na função

Este método consiste em selecionar o preço de produto atualizado e em adicionar ou subtrair o valor de funções agregadas ou retiradas de produto existente. Tanaka (1995) descreve uma metodologia empregada dentro do Sistema Toyota para determinar o preço de venda de um modelo do corrente ano, considerando o valor agregado de funções e atributos. Dentro deste contexto, uma função pode ser *air-bags*, *cd players* com carrossel etc. (UP\$: Unidade Monetária Padrão).

$$P^n = P^c + \sum_{i=1}^n f_i \quad (5.4)$$

onde:

$P^n$  : Preço de venda do novo produto (UP\$);

$P^c$  : Preço de venda do produto corrente (UP\$);

$f_i$  : Valor alocado pelo mercado sobre uma função (UP\$);

$i$  : Indexador para função.

Para a indústria de computadores, esta equação não é válida, conforme ressalta The CAM-I Target Cost Core Group (1997). Quando é lançado o PC com um novo processador, em dois anos, este terá seu preço bastante reduzido devido a novos lançamentos com periféricos e processadores mais rápidos. Nesse nicho de mercado, a inovação dita o preço de venda e a descontinuidade de produtos após dois anos de vida.

## 2. Abordagem baseada no atributo físico

Consiste em selecionar o preço com referência aos atributos físicos de um produto, tais como peso, razão de torque, potência do motor etc. Embute-se nos atributos físicos a funcionalidade, utilizada em situações nas quais muda lentamente e os atributos físicos incorporam os anseios dos clientes.

$$P^n = P^c + \sum_{i=1}^n a_i \quad (5.5)$$

onde:

$a_i$  : Valor determinado do atributo do novo produto (UP\$).

## 3. Abordagem baseada no concorrente

Seleciona preços com referências aos produtos ou atributos do concorrente. Constitui-se em estimar o valor diferencial determinado pelo mercado sobre um produto concorrente, baseado em seus atributos ou funções. É utilizada somente para produtos nos quais apenas uma característica dominante explica a diferença de preço.

$$\frac{P^n}{P^k} = \left( \frac{a_n}{a_k} \right)^i \quad (5.6)$$

$P^n$  : Preço de venda do novo produto (UP\$);

$P^k$  : Preço de venda do produto concorrente (UP\$);

$a_n$  : Valor determinado do atributo do novo produto;

$a_k$  : Valor determinado do atributo do concorrente.

#### 5.2.4. Determinado o *Custo meta*

Estabelecido o preço de venda do produto, subtrai-se deste a margem de lucro definida pela empresa. O resultado é o máximo custo permitido que o produto possa ter, neste caso, definido como *custo meta* na Equação 4.1.

Cooper & Slagmulder (2000) destacam duas questões críticas sobre a margem de lucro-meta estabelecida pela empresa:

- 1°. O máximo custo permitido reflete a competitividade da empresa, porque este é baseado nos objetivos de lucratividade de longo prazo. Por consequência não pode ser utilizado como um *benchmark*. Para torná-lo *benchmark*, a empresa deveria selecionar a margem de lucratividade-meta, a qual reflete as *habilidades de superação* do mais eficiente concorrente.
- 2°. O máximo custo permitido não introduz na contabilidade, as *habilidades* de redução de custo dos projetistas ou fornecedores do produto da empresa. Portanto, não há garantia de atingir o *custo meta*. Quando o custo máximo permitido do produto não é atingível, a empresa deverá estabelecer um custo maior dentro do processo de *custeio meta*, ao nível do produto.

Dentro do processo do *custeio meta*, os elementos críticos que, de acordo com The CAM-I Target Cost Core Group (1997), asseguram e acompanham a meta de se atingir o *custo meta* são:

- Análise e estimativa de custos;
- Engenharia do valor e
- Melhorias contínuas.

Attingir o *custo meta* requer o planejamento de custo por meio de dois passos chave, ilustrados na Figura 5.6:

1. determinar o *GAP* entre o custo máximo permitido (*custo meta*) e o custo estimado inicial (*1º custo flutuante*);
2. eliminar o *GAP* através de esforços de engenharia de valor e melhorias contínuas.

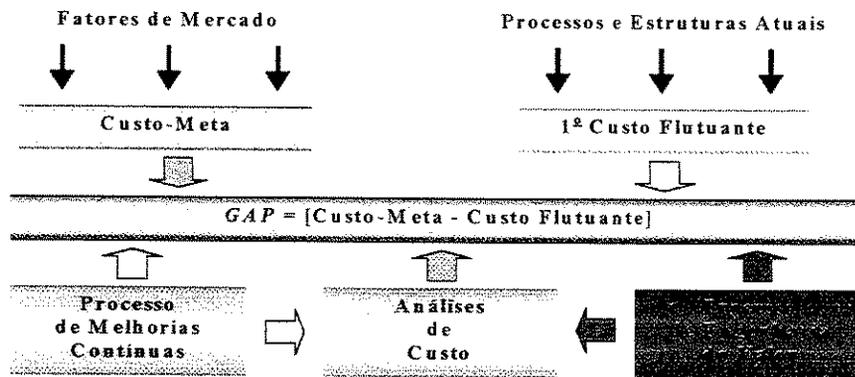


Figura 5.6. Atingindo o *Custo meta*.

Fonte: The CAM-I Target Cost Core Group (1997).

### Estimativa do custo inicial

O custo inicial (*1º custo flutuante*) é estimado preliminarmente como sendo o custo do produto, assumindo estruturas de trabalho, tecnologias e processos existentes. Este custo refere-se ao custo de produzir o produto sem alterações no projeto, troca de materiais etc., e utiliza nesta estimativa os custos de produtos semelhantes, (The CAM-I Target Cost Core Group, 1997) e (Monden, 1999).

### Determinando o *GAP*

Determinar o *GAP* é, de acordo com The CAM-I Target Cost Core Group (1997), confrontar o *custo meta* ao *custo flutuante*, de tal forma que atenda à Equação 4.2. A definição do máximo custo permitido, neste caso *custo meta*, e o custo inicial devem ser baseados nos custos completos do ciclo de vida do produto e devem incluir componentes que são consistentes com as definições de objetos de custos existentes.

Ao selecionar *custo metas* para o nível do produto como um todo, focaliza-se todos os custos e não apenas os custos de manufatura, incluindo os custos de pesquisa e desenvolvimento, de vendas, de distribuição e de descarte do produto. Os custos do ciclo de vida são importantes por considerarem as perspectivas provenientes tanto dos produtores quanto dos clientes. Estão incluídos no custo estimado os custos de operar, de reparar, de garantia, de suporte e de descarte do produto.

A consistência com as definições existentes é importante para a comunicação e a avaliação do desempenho contra as metas. Caso o *custo meta* inclua definições que não façam parte do sistema de custeio da companhia, então, o custo é propenso a criar confusão e provocar incredibilidades com as metas, (The CAM-I Target Cost Core Group, 1997)

### **Decompondo o *custo meta***

Para assegurar as metas de redução de custos, deve-se decompor o *custo meta* (custo do produto como um todo) em elementos discretos. Isto requer o entendimento dos vários componentes do custo do produto. The CAM-I Target Cost Core Group (1997) aponta as seguintes visões de decompor o *custo meta*:

#### Perspectiva da Cadeia de Valor (organizacional):

Visa agrupar custos dentro da empresa estendida, onde estes são incorridos. Isto auxilia a empresa a focar esforços de reduções de custos dentro e fora de seus limites. Esforços devem ser empregados na difusão do *custeio meta* por toda a empresa estendida.

#### Perspectiva do Ciclo de Vida (tempo):

Visa agrupar custos pelo tempo, quando estes são incorridos. Esta visão permite à empresa focar, não apenas os custos atuais, mas também os custos comprometidos no futuro pelas decisões atuais; também encoraja a empresa a ter uma perspectiva de longo prazo sobre os custos, considerando os custos do ciclo de vida para o produtor e para o cliente.

### Perspectiva do Cliente (valor):

Agrupar custos pelas *features* do produto. Uma *feature* é definida como um atributo, físico ou estético, desejado pelo cliente. A decomposição do custo por atributo determina a máxima quantidade permitida que deverá ser gasta em fornecer um atributo particular.

### Perspectiva da Engenharia (*design*):

Constitui-se numa visão funcional do produto. Uma *function* é definida como um subsistema principal, uma submontagem, um componente ou uma dimensão de desempenho, a qual tem sua única equipe de manufatura e *design*, departamento ou especialidade. A visão da engenharia decompõe o *custo meta* dentro do que pode ser gasto por cada *function* e, então, decompõe-se estes *custos-meta* funcionais dentro de subsistemas, componentes e peças. Isto fornece uma visão da manufatura porque a decomposição final é baseada na lista de materiais (*bill of materials bom*) do produto, (The CAM-I Target Cost Core Group, 1997).

Dentro da indústria automobilística, Monden (1999) cita que o departamento de engenharia direciona a decomposição do *custo meta*, expressa por unidade de veículo, em categorias baseadas em elementos de custos (custos de matéria-prima, de mão-de-obra etc.), e a decomposição funcional baseada nos componentes estruturais do veículo (funções do motor, da transmissão etc.).

### Perspectiva da Contabilidade (tipo do custo):

Agrupar custos por três subcategorias principais:

- *Custos sob o tempo*: diferencia os custos pela sua ocorrência, de forma contínua ou apenas uma vez ao ano. Incluem nesta categoria os custos de desenvolvimento de produto e de capital relacionados ao novo produto.
- *Custos novos ou herdados*: o foco refere-se se os custos são relacionados com o lançamento de um novo produto (*new costs*), incluídos pelo incremento de custos de

materiais, mão-de-obra, equipamentos, marketing e promoção; ou se é parte de (*legacy costs*) custos herdados por aquele produto, que são quantias gastas como um resultado de decisões passadas.

- *Custos direcionado pelo Design*: o foco é sobre os direcionadores de custo. Esta categoria diferencia custos entre os direcionados pelo *design* do produto e do processo, e aqueles direcionados pelas atividades de trabalho. Todos os custos são afetados pelas mudanças no *design* do processo, sem levar em consideração onde os custos são incorridos na cadeia de valor.

### **Estimativas de custos**

Muitos métodos de estimativas de custos são aplicados nas empresas. The CAM-I Target Cost Core Group (1997) ressalta que cada empresa desenvolve modelos que atendam suas necessidades. As variáveis usadas para a estimativa de custos e o nível de acurácia requerido mudam com os diferentes estágios do ciclo de desenvolvimento do produto.

O uso das variáveis nos modelos de estimativas de custos dentro do *custeio meta*, deve ser relacionado aos atributos físicos do produto ou processo. A função destes modelos é informar ao projetista como as mudanças na fase de *design* dos atributos podem afetar o custo do produto. The CAM-I Target Cost Core Group (1997) aponta que estes modelos são paramétricos ou detalhados.

O nível de acurácia esperado irá variar em cada linha de negócio, dependendo dos fatores de custo e projeto e de suas taxas de mudanças. The CAM-I Target Cost Core Group (1997) acena para os vários níveis de acurácia das estimativas de custos aplicados pela japonesa Kubota Tekko aos vários estágios do ciclo de vida do produto, vistos na Tabela 5.1.

Tabela 5.1. Níveis de Acurácia dos Custos X Estágios do Ciclo de Vida.

Fonte: The CAM-I Target Cost Core Group (1997).

<b>Estágios do Ciclo de Vida</b>	<b>Intervalos de Acurácia %</b>
Conceito do Produto	± 12,0 %
<i>Design</i>	± 8,0 %
Prototipagem	± 5,0 %
Pré-Manufatura	± 2,0 %
Esboço da Manufatura	± 1,5 %

A estimativa de custos na fase de projeto, de acordo com Monden (1999), é transferida aos veículos planejados nos níveis específicos de produto, por função e por peça, com base no desenho do projeto. As estimativas de custos são detalhadas em três categorias dentro da configuração geral de custo, expressas na Equação 5.7:

$$\mathbf{CGP = CDM + CP + COD} \quad (5.7)$$

sendo:

**CGP:** Custo de Produção;

**CDM:** Custos Diretos de Materiais;

**CP:** Custos de Processamento;

**COD:** Custos Operacionais Diretos.

Estimativas de custos são feitas com a utilização de *tabelas de custos*, separadas em custos de materiais, de processamento e operacionais diretos. Monden (1999) relata que as tabelas de custos são similares às de custo-padrão para o modelo do veículo corrente, mas atualizadas uma ou duas vezes ao ano, devido à incorporação de melhorias de custos executadas anualmente, tendências de preço de *commodities* e de mudanças na taxa operacional.

## **Transferir metas de reduções de custos**

Equipes internas e externas de *design* são formadas e responsabilizadas pelas metas de redução de custos, e suas principais ferramentas, de acordo com The CAM-I Target Cost Core Group (1997), são: Engenharia do Valor e Melhorias Contínuas de Custo. As ferramentas *ABC/M* são responsáveis por direcionar os custos dos recursos para as atividades e pelos esforços de melhorias contínuas. Juntos, estes esforços permitem à empresa converter o custo máximo permitido em *custo meta* atingível.

As atividades de redução de custos e as melhorias contínuas no processo de produção representam o último estágio para atingir o *custo meta*. As empresas japonesas referem-se a estas atividades como *custeio kaizen*. Muitas empresas americanas consideram-nas como *análise de valor* e outras como *melhorias contínuas*. Estas atividades ocorrem na fase de manufatura do produto e serão discutidas oportunamente.

### **5.2.5. A Influência do Cliente sobre o Custeio Meta**

Como já fora abordado, *custeio meta* é um sistema direcionado para o mercado, que resgata em seus estágios os anseios, os desejos e as necessidades dos clientes. A consequência direta para a empresa é a necessidade de várias técnicas de análise e coleta de dados aplicados junto aos seus clientes.

O desafio para os projetistas e para os analistas de custo é encontrar ou exceder os anseios dos clientes a um preço aceitável, sem ferir as margens de lucro do produto. The CAM-I Target Cost Core Group (1997) afirma que a voz do cliente é o cerne para o processo do *custeio meta* e necessária durante todo o ciclo de desenvolvimento do produto (Figura 5.2) como uma informação para selecionar os preços e os lucros-meta, direcionar as decisões de *design* e realizar as *trade-offs* pertinentes as *features* e *functions*.

### 5.2.6. O Papel do *Custeio Meta* na Empresa Estendida

Empresa estendida, segundo Bremer & Ortega (2000), “trata-se de uma organização estável de empresa, a partir da cadeia de valor de cada produto, em que a tecnologia da informação é utilizada como uma ferramenta facilitadora e habilitadora de parcerias”. Hoje, os passos na cadeia de valor são realizados por um número diferente de empresas, os produtos raras vezes são feitos completamente por uma única empresa ou vendidos aos clientes por outra que coloca sua marca; como exemplo: os computadores pessoais.

Uma empresa estendida, conforme The CAM-I Target Cost Core Group (1997), é uma rede (network) de empresas que controlam juntas o custo e a qualidade, pois cada empresa tem uma informação única sobre os desejos do cliente. A Figura 5.7 descreve graficamente a empresa estendida.

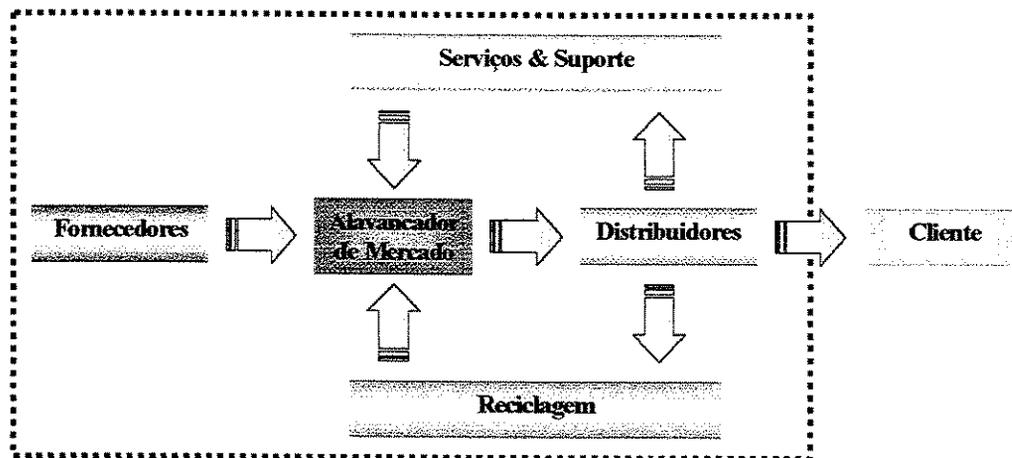


Figura 5.7. Empresa Estendida.

Fonte: The CAM-I Target Cost Core Group (1997).

O alavancador de mercado pode ser um produto inovador, desenvolvido por um inventor e que leva o nome de uma marca reconhecida no mercado.

Para envolver efetivamente a empresa estendida no processo de *custeio meta*, os autores envolvidos no projeto The CAM-I Target Cost Core Group (1997) apontaram cinco mensagens chaves:

- 1º. O ponto chave para a redução total de custo é a redução em toda a cadeia de valor;
- 2º. Transferir a redução de custo aos fornecedores, distribuidores e recicladores não é *custeio meta*. Para manter sua viabilidade, tais empresas devem manter suas margens de lucro;
- 3º. Todos os membros da cadeia de valor devem estar envolvidos em cada um dos quatros estágios do ciclo de desenvolvimento do produto;
- 4º. O envolvimento dos membros da cadeia de valor no processo de *custeio meta* traz muitos benefícios para ambas as parte. Produtos são mais duráveis e confiáveis, atendendo melhor aos requisitos dos clientes, obtidos por meio de processos de produção mais eficientes.
- 5º. O elemento chave para a empresa estendida é gerenciar os fornecedores.

Paton & Ross (1999) salientam que as mais importantes reduções de custos na cadeia de valor não ocorrem devido às melhorias isoladas, mas devido a uma visão mais holística da cadeia de fornecedores que abraça todos os membros. Portanto, as tecnologias que simultaneamente distribuem a informação sobre a demanda, o inventário e a capacidade disponível, por toda a cadeia de fornecedores, permitem maiores reduções de custos e aumento nos lucros. Sendo assim, o lançamento de um produto está intimamente relacionado às estratégias de formação da cadeia de fornecedores no início de concepção do produto.

### **5.2.7. Core Tools: Ferramentas Essenciais do *Custeio Meta***

As *ferramentas essenciais*, que ao todo são nove, conforme The CAM-I Target Cost Core Group (1997), são executadas no ciclo de desenvolvimento de um novo produto. A Tabela 5.2 ilustra o uso destas ferramentas nas etapas do ciclo de desenvolvimento do novo produto e em suas respectivas áreas funcionais. O uso correto destas *ferramentas essenciais* no estágio

adequado do processo de *custeio meta* é essencial ao aumento da eficiência organizacional. Estas ferramentas são descritas no Anexo V Core Tools: Ferramentas Essenciais ao Custeio Meta.

Tabela 5.2. Posicionamento das *ferramentas essenciais* dentro do ciclo de desenvolvimento do produto e das áreas funcionais. Fonte: The CAM-I Target Cost Core Group (1997)

	<b>Estratégia do Produto</b>	<b>Conceito e Praticabilidade</b>	<b>Design e Desenvolvimento</b>	<b>Produção e Logística</b>
<b>Planejamento</b>	Planejamento Plurianual de Produtos e Lucratividade			
<b>Marketing</b>	Benchmarking QFD			
<b>Contabilidade</b>	Planilhas de Custo	Feature to Function Costing QFD	Análise de Custo de Componente Custeio de Processo	
<b>Engenharia</b>		EV DTC QFD	EV DFMA/DTC QFD	AV
<b>Compras</b>		EV para Fornecedores	EV para Fornecedores	

### 5.3. DIRETRIZES PARA ABC

A finalidade principal do *ABC*, de acordo com Sakurai (1997), é proporcionar aos administradores a informação sobre o custo do produto (e de atividades), para análise de lucratividade e outras decisões. Já o objetivo do *ABM* é o gerenciamento do custo, para aperfeiçoamento do processo produtivo e da inovação. Apesar do *ABM* ter surgido após o *ABC*, esta última técnica é considerada pelo *CAM-I* como substrato do *ABM*.

Os princípios básicos do sistema *ABC*, de acordo com Gunasekaran & Shing (1999), são identificar as atividades de uma organização e calcular o custo de cada atividade, para então, determinar o custo do produto em função das atividades necessárias ao seu processo produtivo.

O *ABC* é uma forma de análise paramétrica de custo. O custo é parametrizado pelo custo proporcional da atividade e direcionado pelas variáveis que quantificam o número de vezes que uma atividade é utilizada no sistema para produzir um produto, (Dean, 1997)

A estrutura do *ABC* atribui os custos em dois estágios: os Custos de Recursos são direcionados às Atividades no primeiro estágio e, em seguida, os Custos das Atividades são atribuídos aos Objetos de Custos.

Com base nestes princípios, procura-se abordar as principais diretrizes pertinentes ao sistema *ABC*.

### 5.3.1. Identificação e Análise das Atividades

A descrição das atividades da empresa é o elemento essencial do *ABC*. Tal procedimento, de acordo com Boisvert (1999), consiste em estabelecer uma representação da empresa que descreva os principais processos de negócio e suas repercussões sobre os custos. Pamplona (1997) relata que o pessoal envolvido no projeto, na implementação e na operação dos sistemas de custos deve entender o processo de produção de bens ou serviços.

Lobo (2000) cita que há duas formas de operacionalizar o *ABC*: a primeira consiste na decomposição dos custos em dois estágios e a segunda é uma análise de processo de negócio (*Business Process Analysis BPA*). Pamplona (1997) apresenta esta relação na Figura 5.8.

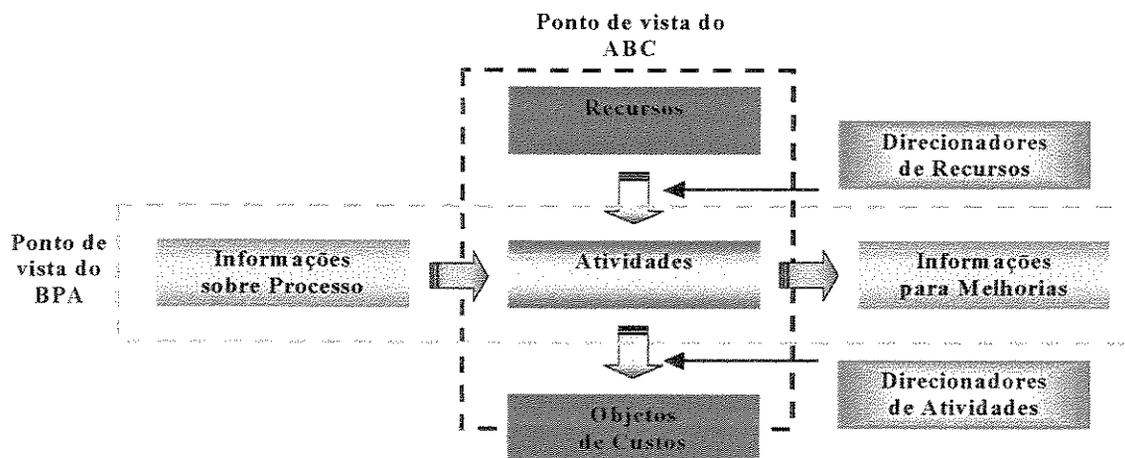


Figura 5.8. Relacionamento entre o *ABC* e *BPA*.

Fonte: Pamplona (1997).

Uma característica importante dos processos de negócios é que eles transcendem os limites organizacionais. Brimson (1991) exemplifica que a introdução de um novo produto requer esforços das áreas de marketing, pesquisa e desenvolvimento, engenharia de fabricação e finanças.

Brimson (1991) afirma que a análise de atividade identifica as atividades significantes (produção e suporte) de uma empresa para estabelecer uma base de determinação precisa de seus custos e desempenho. A análise de atividades decompõe uma organização grande e complexa em atividades elementares que são entendidas e fáceis de gerenciar.

A identificação e a análise de atividades seguem um roteiro básico proposto por Brimson (1991), que consiste em: definir as atividades, sua racionalidade, sua classificação como primária/secundária, criar mapa e documentar atividades.

Uma atividade é definida por um verbo e um nome, tais como: receber matéria-prima, treinar pessoal, usar eixo etc. Brimson (1991) apresenta uma série de técnicas para coletar dados sobre atividades, como:

- Análise de dados históricos
- Análise de unidades organizacionais
- Análise de processos de negócio
- Análise de funções de negócio
- Estudo direcionado à engenharia industrial
- Reconciliação de definição de atividade

O ponto chave na análise de atividade é estruturar uma lista de atividades que forneça um nível suficiente, mas não excessivo de detalhamento. Quanto mais simplificada for a lista, mais fácil será gerenciar e influenciar positivamente as decisões do negócio.

O *ABC* mapeia as atividades da companhia e descreve a estrutura de custos em termos do consumo da atividade. Brimson (1991) estabelece o seguinte roteiro para mapear atividades: mapeia-se os processos de negócio para função organizacional e, em seguida, mapeia-se as atividades para processo de negócio. Veja o exemplo a seguir:

<b>Atividades</b>	<b>Função Organizacional</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efetuar pedidos</li> <li>• Monitorar Inventários</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compras</li> <li>• Comercial;</li> </ul>

### **5.3.2. Análise do Ciclo de Vida do Produto/Serviço e Processo**

As análises do ciclo de vida fornecem uma estrutura para gerenciar o custo e o desempenho de um produto/processo na duração de suas atividades. Brimson (1991) relata que o ciclo de vida de um produto começa com a identificação das necessidades do cliente e estende-se pelo planejamento, pela pesquisa, pelo desenvolvimento, pela produção, pela avaliação, pelo uso, pelo suporte logístico, pela retirada e pelo despojo de produto.

Sakurai (1997) afirma que o ciclo de vida real termina quando o produto ou o equipamento perde sua utilidade ou se desgasta totalmente, sendo que as atividades de operação são de responsabilidade do usuário até o descarte. Hoje nota-se a preocupação de empresas com o lixo gerado pelo descarte de seus produtos; um exemplo a ser citado são as baterias de celulares. A competitividade força as empresas a projetarem produtos cada vez mais confiáveis, com qualidade e assistência pós-venda, de tal maneira a otimizar o desempenho e a lucratividade do usuário.

Lobo (2000) destaca que: “com a utilização dos conceitos do *ABC*, ampliando sua visão temporal de mensal para uma visão total do ciclo de vida, pode-se conseguir custear, e principalmente, a fase de desenvolvimento. Com isto, fica possível acumular todos os custos dos produtos e fornecer relatórios gerenciais sobre este custo”.

As empresas que vedem produtos com grande valor, alta qualidade e satisfação do cliente certamente terão maiores forças competitivas. Portanto, nota-se a importância da análise de ciclo de vida de produtos e processos.

### **5.3.3. Determinação dos Custos das Atividades**

O custo de dada atividade é extraído da alocação de custos de todos os recursos essenciais para executar esta atividade. Isto consiste, segundo Brimson (1991), em identificar todos os recursos pertinentes às atividades. Tais recursos são pessoas, máquinas, matéria-prima, transportes, energia etc., expressos como elementos de custos dentro de um mapa contábil.

Quando uma relação de causa e efeito pode ser estabelecida entre um fator de produção (recurso) e uma atividade, Brimson (1991) afirma que o custo é dito rastreado. Uma relação causal existe quando um recurso é consumido pela atividade, da mesma forma quando um objeto de custo consome atividades.

A atribuição dos custos dos recursos para as atividades é efetuada por meio dos direcionadores de custos de primeiro estágio e será vista a seguir.

#### **Direcionadores de custos de primeiro estágio (recursos)**

Representam, de acordo com O'Guin (1991), o consumo de recursos de suporte pelos centros de atividades. Estes custos de suporte incluem custos de manutenção, da garantia da qualidade, de serviços públicos, da engenharia industrial etc. Pamplona (1997) apresenta uma série de direcionadores a partir da categoria de custo de recursos (Tabela 5.3).

Pamplona (1997) afirma que é preferível usar medidas de atividades, como direcionadores de primeiro estágio, que designar custos de suporte aos centros de atividades, devido a uma menor exigência quanto ao rigor. O ponto chave para estabelecer uma relação causal é definir uma medida de atividade para ambos o recurso e a atividade.

Tabela 5.3. Direcionadores de Custos de Primeiro Estágio a partir da Categoria de Custo.

Fonte: Pamplona (1997).

<b>Categoria de Custo</b>	<b>Direcionador de Custo</b>
Ocupação (aluguel, arrendamento, seguros, etc.)	Área (m <sup>2</sup> )
Depreciação	Depreciação por localização
Setor Pessoal	Número de funcionários
Engenharia Industrial	Ordem de trabalho; Mudança de rotas; Estudos; Levantamentos
Engenharia de Qualidade	Defeitos; Especificação por peças; Planos de teste.
Serviços Públicos (Utilidades)	Medições

Brimson (1991) define *medida de atividade* como um dado de entrada ou de saída ou um atributo físico de uma atividade. O autor apresenta uma série de exemplos de *medida de atividade* (Tabela 5.4).

Tabela 5.4. Medidas de Atividades.

Fonte: Brimson (1991).

<b>Atividade</b>	<b>Medidas de Atividades</b>
Controlar Qualidade	Número de Inspeção
Comprar Matéria-Prima	Número de Pedidos de Compras
Controlar Estoques	Número de Itens

### **Medidas de atividade ou direcionadores de custo?**

Pamplona (1997) cita que “na visão de Brimson (1991), quando uma atividade representa o fator que varia com os custos de um dado processo, esta *medida de atividade* não é o direcionador de custos. O direcionador de custo é o fator cuja ocorrência cria o custo. Nesta visão, uma medida de custo seria a variável dependente em uma análise de regressão.”

Para exemplificar a diferença entre a *medida de atividade* e o direcionador de custos, Brimson (1991) cita que no processo de inserção de componentes em placas de circuitos eletrônicos, quando o número desta atividade aumenta ou diminui, os recursos de produção devem estar simultaneamente ajustados. O número de inserções é um atributo físico, é denominado de *medida de atividade*, e é causado por fatores, como o projeto do produto e a tecnologia disponível. O autor considera que tais fatores representam os direcionadores de custos, que são as causas precedentes do custo e removidos da atividade analisada.

Uma boa *medida de atividade* é aquela que causa uma correlação direta da medida, no caso anterior, o número de inserções, e o recurso requerido para apoiar a atividade.

Desta forma, Pamplona (1997) define como fator de consumo de recursos "a quantidade de cada direcionador que está associada à atividade a ser custeada".

A seguir, serão apresentadas as metodologias de alocação de custos dos recursos utilizando os direcionadores de custos (*CAM-I*) e as medidas de atividades (*OMM*).

### **Alocação dos custos dos recursos utilizando os direcionadores de recurso (*CAM-I*)**

Esta metodologia proposta pelo *CAM-I* é utilizada para alocar tanto os custos dos recursos para atividades quanto os custos das atividades para os objetos de custos, utilizando os respectivos direcionadores de recursos e atividades.

O uso desta metodologia atribui os custos dos recursos empregados nas atividades sem considerar a quantidade de recursos necessária, considerando apenas as quantidades disponíveis para estas atividades. A alocação de custos pela metodologia dos direcionadores não informa a ociosidade das atividades, transferindo, assim, os custos da ociosidade para os produtos. Observe o exemplo na Figura 5.9.

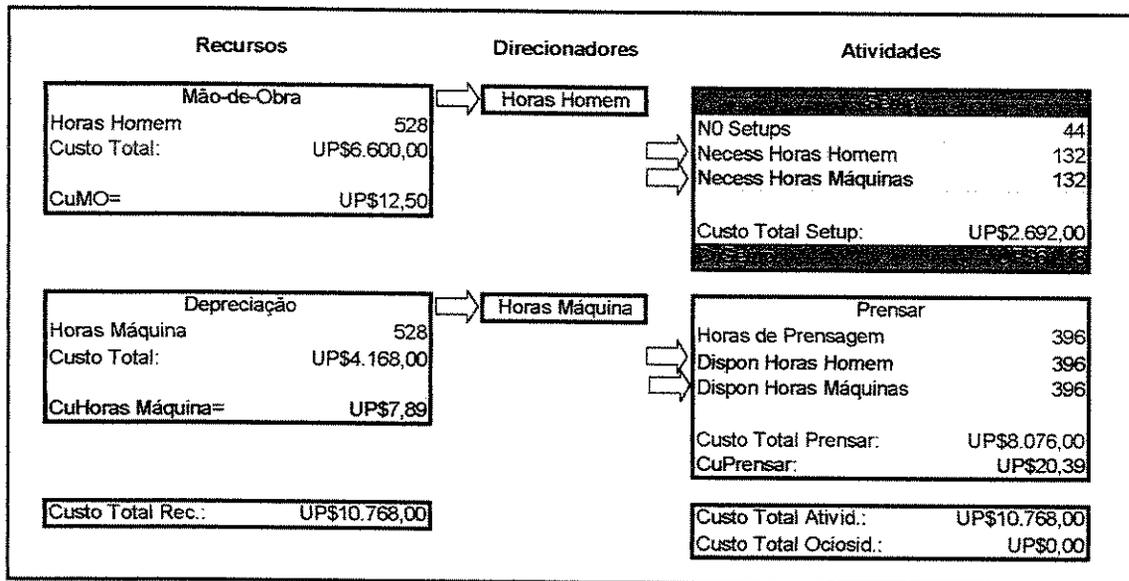


Figura 5.9. Alocação dos Custos dos Recursos para Atividades por Direcionadores de Custos CAM-I. Fonte baseada em Souza et al. (2001).

### Alocação dos custos dos recursos utilizando os indicadores de consumo (OMM)

Esta técnica é definida pela metodologia *Output Measure Methodology (OMM)*. Consiste em estabelecer uma relação constante entre o consumo de recursos e a realização da atividade. Os índices de consumo são determinados individualmente para cada recurso utilizado nas atividades e, conseqüentemente, atividades distintas possuem diferentes índices de consumo para o mesmo recurso. A unidade dos índices de consumo é definida pela unidade medida de recurso dividida pela unidade de realização da atividade, (Bitar & Lima, 1996) e (Rucinsk & Lima, 1996). Observe o exemplo na Figura 5.10.

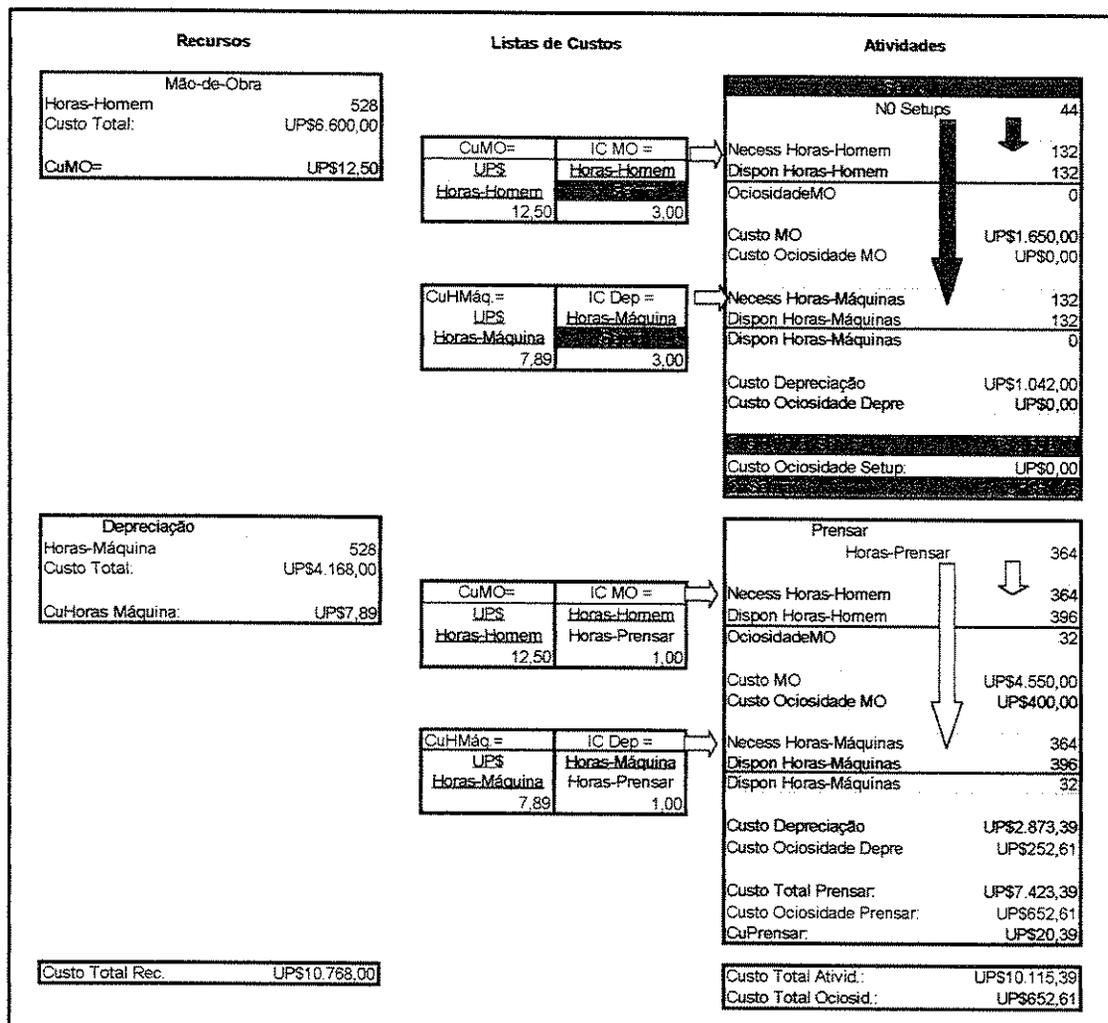


Figura 5.10. Alocação dos Custos dos Recursos para Atividades por Índices de Consumo *OMM*.  
 Fonte baseada em Souza et al. (2001).

O índice de consumo do recurso Mão-de-Obra para a atividade Prensar é dado por (horas homem / horas prensar). A Figura 5.10 ilustra bem esta metodologia. Observa-se que a atividade prensar consome 364 das 396 horas homem disponíveis. Logo contabiliza-se uma ociosidade de 32 horas homem, que equivale a quatro turnos de oito horas não aproveitadas. Sendo assim, faz-se necessária a análise desta atividade e que este recurso ocioso seja utilizado de outra forma.

Souza et al. (2001) apresentaram um trabalho demonstrando, com riqueza de detalhes, as vantagens de se utilizar a metodologia dos índices de consumo (*OMM*) na determinação dos custos das atividades.

As informações geradas até este ponto, conforme Pamplona (1997), são fundamentais na administração da empresa, principalmente na análise das atividades. São fontes de informações essenciais para tomadas de decisões, de uso para o *ABM*, *custeio kaizen* e *custeio meta*.

#### **5.3.4. Medidas de Desempenho das Atividades**

A medida de desempenho fornece uma importante perspectiva de como, efetivamente, a atividade auxilia a empresa a atingir seus objetivos. Brimson (1991) define medidas de desempenho como estatísticas financeiras e operacionais utilizadas para avaliar o desempenho de uma empresa. Neste contexto, medidas de desempenho expõem uma série de questões sobre uma atividade, tais como:

- Quanto esta atividade custa à empresa?
- Em quanto tempo esta atividade é realizada?
- Qual é o grau de eficiência do ato de realizar esta atividade?
- Qual é o grau de flexibilidade desta atividade às mudanças no ambiente de manufatura?

Costa Jr. (2000) relata que “medir é estabelecer relação quantitativa entre aspectos previamente determinados de satisfação, custo, desempenho, qualidade e resultados. A medida é a fonte objetiva para tomada de decisão”.

Na ótica da medida de desempenho baseado em atividade, de acordo com Brimson (1991), cada atividade é analisada para determinar quão efetivamente o trabalho está sendo desempenhado enquanto avaliado por índices de desempenho como: qualidade, custo e tempo. Cada índice de desempenho é simplesmente um atributo diferente de uma atividade.

A relação entre os diversos índices de desempenho é fortemente entrelaçada, de tal forma que uma mudança em uma atividade afeta simultaneamente todos os aspectos de medidas de desempenho. Uma redução no tempo afetará os custos, a qualidade e a flexibilidade, porque afeta os meios pelos quais a atividade é realizada. Como consequência da inter-relação das medidas de desempenho, é ilusório julgar o desempenho da atividade por um simples índice isolado dos demais.

O ponto chave para um gerenciamento efetivo de custo, de acordo com Brimson (1991), é implementar mudanças que causem melhorias, simultaneamente em múltiplas dimensões de desempenho.

### **5.3.5. Cálculo do Custo do Produto ou Serviços**

#### **Objetos de custo**

Objetos de Custo, de acordo com Pamplona (1997), são os produtos, os serviços, a linha de produtos ou serviços, as peças etc., conforme os objetivos da administração. Os custos são atribuídos aos objetos de custos, segundo Brimson (1991), por meio de uma lista de atividades que estes consomem numa relação de causa-efeito. Uma lista típica de atividades é visualizada na Tabela 5.5.

Pamplona (1997) orienta que na determinação dos custos dos objetos sejam realizadas duas tarefas fundamentais: o agrupamento de custos de atividades e a escolha dos direcionadores de custos de segundo estágio.

#### **Grupos de custos de atividades**

O'Guin (1991) define centro de atividades como agrupamentos funcionais ou econômicos de processos homogêneos, nos quais atividades incluídas devem ser agregadas com alto grau de correlação e homogeneidade.

O agrupamento de custo de atividades se faz necessário devido ao fato de não se atribuir um direcionador de custo para cada atividade. Alguns fatores listados por Ostrenga (1993) em relação à consolidação das atividades em grupos são apresentados no trabalho de Pamplona (1997). Tais fatores auxiliam no agrupamento das atividades, considerando o direcionador em comum a ser utilizado, as causas básicas das atividades, a relação do valor percebido pelo cliente, à categorias que estas pertencem e ao valor significativo do custo de uma atividade em relação às demais.

Tabela 5.5. Lista de Atividades e Respetivos Custos.

Fonte Brimson (1991).

<b>Atividade</b>	<b>Custo do Ciclo de Vida</b>	<b>Custo por Unidade</b>
<b>Desenvolvimento</b>		
• Projetar produto	X	X
• Projetar processo produtivo	X	X
• Planejar qualidade	X	X
<b>Manufatura</b>		
• Usinar peças		X
• Efetuar Setup		X
• Movimentar material		X
• Armazenar material		X
<b>Logística &amp; Suporte</b>		
• Programar logística	X	X
• Efetuar apoio de campo	X	X
• Enviar produto p/o cliente		X

### **Direcionadores de custos de segundo estágio**

Pamplona (1997) cita que os direcionadores de custos de segundo estágio ou de custos de atividades são utilizados para atribuir custos dos grupos de atividades aos objetos de custos, possibilitando, assim, o rastreamento dos custos das atividades para os produtos. Gunasekaran & Shing (1999) relatam a seguinte definição proposta por Miller (1996): “um direcionador de custo secundário é uma medida de frequência e de intensidade da demanda estabelecida em cada atividade pelo objeto de custo”. A Tabela 5.6 apresenta exemplos de direcionadores de atividades.

Tabela 5.6 Exemplos de Direcionadores de Atividades:

<b>Atividade</b>	<b>Direcionador de Atividade</b>
Compra de Matéria Prima	N <sup>o</sup> de Pedidos
Recebimento de Matéria Prima	Peso do Lote
Transporte	N <sup>o</sup> de Viagens
Setup	N <sup>o</sup> de Setups

O'Guin (1991) ressalta que a questão central em um sistema *ABC* é selecionar os direcionadores de segundo estágio. O uso destes direcionadores é a maior diferença entre os sistemas tradicionais e o *ABC*. Os direcionadores de segundo estágio determinam a acurácia e a complexidade do sistema.

Nakagawa (1994), citado por Pamplona (1997), informa que o direcionador de custo é um evento ou fator causal que influencia o nível e o desempenho das atividades e o consumo restante, sendo usado como um mecanismo para rastrear e indicar atividades necessárias que atendam aos objetos de custos.

Lobo (2000) relata que o processo de identificar atividades e seus direcionadores de custos envolve uma discussão com os gerentes e os operários da área. Segundo a autora, tal fato conduz a um levantamento de dado complexo e demorado. Sendo assim, a utilização do *ABC* é recomendada nos seguintes cenários:

- Alta competitividade do mercado;
- Diversificação do mix do produto, do processo e dos clientes;
- Custos indiretos altos que não são fáceis de alocar para os produtos.

A precisão dos dados depende usualmente dos detalhes do modelo do *ABC* e do tipo de direcionador de custo usado. Spending & Sun (1999) apontam que existem três tipos de direcionadores de atividade para que os desenvolvedores possam escolher, visando incrementar a acurácia do sistema. Tais direcionadores são:

- Direcionadores de transação: contam cada vez que uma atividade ocorre;
- Direcionadores de duração: representam o tempo gasto por cada atividade e, por isso, devem ser incluídos na contabilidade; e
- Direcionadores de intensidade: alocam diretamente os custos dos recursos utilizados cada vez que uma atividade ocorre.

Em seu trabalho, Pamplona (1997), citando Cooper (1989), aponta os três fatores que devem ser considerados na seleção de um direcionador de custo:

1. A facilidade de dados requeridos pelo direcionador de custo (custo de mensuração);
2. A correlação do consumo da atividade, representada pelo direcionador de custo, e o consumo real (coeficiente de correlação); e
3. O comportamento induzido por aquele direcionador (efeitos comportamentais).

O trabalho desenvolvido por Pamplona (1997) é uma excelente referência na análise dos direcionadores de custos aplicados no *ABC*.

### **Alocação dos custos das atividades utilizando os direcionadores de atividades (*CAM-I*)**

Consiste em alocar os custos das atividades pelos direcionadores de atividades aos objetos de custos. A Figura 5.11. ilustra como são atribuídos os custos das atividades aos objetos de custos, baseados nos dados do exemplo citado na Figura 5.9.

### **Alocação dos custos das atividades utilizando os indicadores de consumo (*OMM*)**

Esta alocação é feita de maneira semelhante à dos custos de recursos para as atividades. Utilizam-se os indicadores de consumo de atividades para alocar os custos de atividades para os objetos de custos. Tal procedimento pode ser visualizado na Figura 5.12.

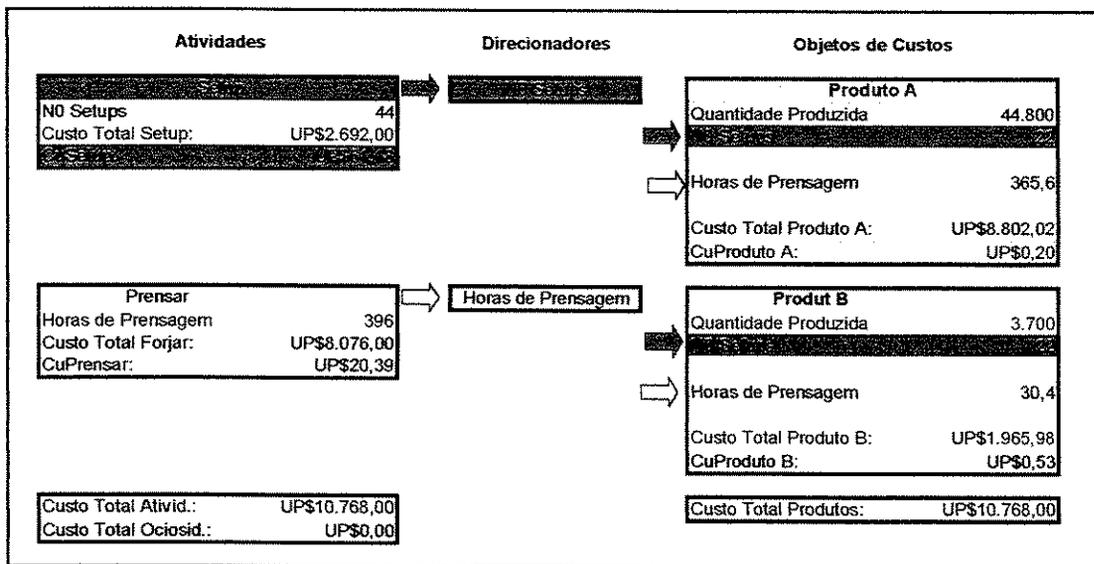


Figura 5.11. Alocação dos Custos das Atividades por Direcionadores de Atividades *CAM-I*.

Fonte baseada em Souza et al. (2001).

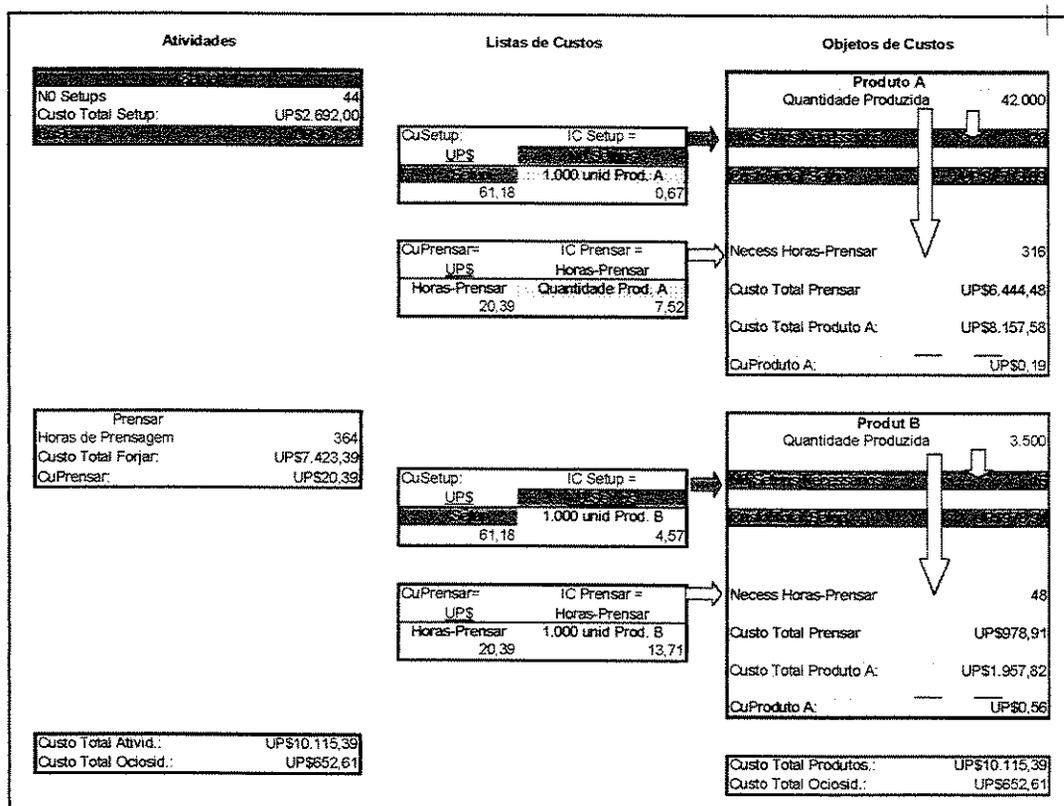


Figura 5.12. Alocação dos Custos das Atividades por Índices de Consumo *OMM*.

Fonte baseada em Souza et al. (2001).

#### 5.4. DIRETRIZES PARA ABM

*ABM: Activity-Based Management* ou *Gerenciamento Baseado em Atividade* refere-se, de acordo com Kaplan & Cooper (1997), ao conjunto completo de ações tomadas a partir de bases de informações adequadas, provenientes do *ABC*. Com o *ABM*, a organização atinge seus resultados com poucas necessidades e recursos organizacionais isto é, a organização pode atingir os mesmos resultados (receitas) a um custo total bem menor.

O *ABM* é tido como uma disciplina que foca o gerenciamento de atividades como uma rota para melhorar o valor percebido pelo cliente e para incrementar o desempenho obtido (em termos de tempo, custo e qualidade) na medida que conceda este valor. Tal disciplina inclui análises dos direcionadores de custos, das atividades e das medidas de desempenho.

Clarke & Bellis-Jones (1996) argumentam que o gerenciamento de custo, baseado em atividades, fornece oportunidades para melhorias, a partir dos verdadeiros direcionadores de custos de uma organização. Este sistema focaliza o fornecimento de métricas de desempenho que monitoram o progresso, assegurando que, uma vez atingidas as melhorias propostas, elas serão sustentadas.

Kaplan & Cooper (1997) definem duas aplicações complementares para que o *ABM* atinja seus objetivos:

1. *ABM Operacional*: refere-se às ações tomadas visando aumentar a eficiência, reduzindo custos e aumentar a utilização de ativos. Em outras palavras, o *ABM Operacional* procura aumentar a capacidade ou reduzir os gastos (reduzindo as taxas dos direcionadores de custo das atividades), de maneira que menores recursos físicos, humanos e de capital de trabalho sejam requeridos para gerar receitas.
2. *ABM Estratégico*: refere-se às ações tomadas corretamente, ou seja, procura alterar a demanda das atividades visando aumentar a lucratividade, enquanto assume, como uma primeira aproximação, que a eficiência da atividade permanece constante. Por exemplo,

a organização pode estar operando a um ponto no qual as receitas que são obtidas de um produto particular, serviço ou cliente sejam menores que o custo de gerar estas receitas.

#### **5.4.1. *ABM* Operacional**

Citando os programas de melhorias de desempenho empregados pelas organizações, como os programas de *Reengenharia* e *TQC* (Controle da Qualidade Total), Kaplan & Cooper (1997) descrevem o papel do *ABM* Operacional para ambos os programas de melhorias de desempenho contínuo e descontínuo, utilizando-no para:

- O desenvolvimento do negócio;
- O estabelecimento de prioridades;
- Fornecer justificativas de custo;
- Rastrear benefícios; e
- Medir desempenho de melhorias em progresso.

Dentro deste enfoque, Brimson (1991) cita as seguintes atividades:

##### **Atividade de gestão de investimento**

Consiste em avaliar o impacto de mudar uma atividade sobre o custo, o desempenho e a interdependência das atividades, tal como introduzir uma nova tecnologia.

##### **Análise dos direcionadores de custos**

Consiste em identificar as atividades que influenciem o custo e o desempenho de atividades subsequentes. Porque reduz ou elimina o evento que dispara a primeira atividade na cadeia, permite eliminar a necessidade de todas as atividades subsequentes. Existem inúmeras atividades que ocorrem em uma empresa; somente poucos direcionadores de custo são críticos e têm um impacto significativo no sucesso da organização. Ao identificar os direcionadores de custo de um

processo de negócio ou uma atividade, a empresa estará controlando efetivamente seus custos, Brimson (1991).

### **Atividade de previsão**

Ter acesso aos fatores que controlam o volume de atividade é uma importante técnica para prever os recursos necessários para a realização de uma atividade. Entender o número de ocorrências da atividade é uma ferramenta efetiva na predição do efeito sobre os custos de suporte de diferentes decisões estratégicas, Brimson (1991).

### **Atividade de Análise de valor**

Atividades que não agregam valor resultam em consumo desnecessário de tempo, de dinheiro e de recursos, adicionando custo desnecessário ao produto. Uma análise destas identifica as atividades que devem ser eliminadas sem nenhuma deterioração no desempenho da empresa em termos de custo, função, qualidade e valor percebido, Brimson (1991).

Vários autores classificam as atividades quanto ao valor a ser agregado ao produto, ao processo e ao negócio (no caso, a imagem da empresa), entre eles Ostrenga et al. (1993), Brimson (1991), Turney (1992) e Pamplona (1997). Por simplificação, usa-se aqui a seguinte classificação:

1. Atividades que agregam valor ao produto aos olhos do cliente;
2. Atividades que agregam valor ao negócio: são atividades necessárias ao processo, mas não aos olhos do cliente; e
3. Atividades que não agregam valor nem ao produto e nem ao negócio: tais atividades devem ser eliminadas.

Por outro lado, Kaplan & Cooper (1997) desdobram a classificação de valor agregado e de valor não agregado das atividades em quatro categorias:

1. Uma atividade requerida para a fabricação do produto ou melhoria do processo: esta atividade *não pode ser* melhorada, simplificada ou reduzida em sua esfera de ação, por uma base de justificativa de custo, neste momento;
2. Uma atividade requerida para a fabricação do produto ou melhoria do processo: esta atividade *pode ser justificadamente* melhorada, simplificada ou reduzida em sua esfera de ação;
3. Uma atividade não requerida para a fabricação do produto ou melhoria do processo: esta atividade *pode ser eventualmente eliminada* por mudar um processo ou um procedimento da empresa;
4. Uma atividade não requerida para a fabricação do produto ou melhoria do processo: esta atividade *pode ser eliminada* no curto tempo por mudar um processo ou um procedimento da empresa.

Os autores afirmam que o desdobramento evita a nuance pejorativa de uma classificação valor agregado / valor não agregado, direcionando energias de melhoria de processo proveniente de funcionários e gerentes para as categorias 3 e 4.

### **Atividade de Análise de Melhores Práticas**

Esta atividade consiste em comparar custo e desempenho de atividades entre os diferentes departamentos, divisões, fornecedores, e/ou competidores, para identificar o meio mais eficiente de realizar a atividade. O resultado desta análise pode ser compartilhado com outros grupos dentro da organização que realiza a atividade para determinar a aplicabilidade de suas operações, (Brimson, 1991).

### **Atividade de Análise de *Custo meta*:**

Consiste em determinar a meta de custo e o desempenho da atividade, baseada na demanda de mercado para um produto. O desafio é reduzir o custo de produção até o *nível desejado*. Atividades fornecem uma base excelente para identificar oportunidades de redução de custo. A identificação de atividades que não agrega valor e de melhores práticas fornece a base para a

aplicação das técnicas de engenharia e análise do valor, com objetivos de reduzir ou eliminar o custo e melhorar o desempenho destas atividades, (Brimson, 1991).

### **Atividade de Análise estratégica**

Consiste em usar os dados de custo e de desempenho de atividade para desenvolver as estratégias da empresa. As análises estratégicas de custo avaliam atividades da companhia, desde o *design* até a distribuição, determinando onde alocar valor ou reduzir custo, tendo em vista o cliente final. O sistema de gerenciamento de custo desempenha um papel crucial por permitir à empresa o acesso ao impacto financeiro de várias alternativas e a seleção das estratégias apropriadas, (Brimson, 1991).

#### **5.4.2. ABM Estratégico**

Kaplan & Cooper (1997) destinam três capítulos ao *ABM* Estratégico. Tais abordagens consistem em:

Mix e Formação de Preço do Produto: estudo da modificação da demanda das atividades organizacionais, visando alavancar a lucratividade.

Relações com os Clientes: uma variedade de ações, visando transformar clientes lucrativos a partir de iniciativas sobre a formação de preço, a tecnologia, o pedido e a distribuição.

Relações com Fornecedores e Desenvolvimento do Produto: estudo das ações entre a cadeia de fornecedores, visando reduzir os custos de aquisição e usar os materiais e os serviços comprados. Consiste ainda no entendimento dos custos das atividades de *design* e desenvolvimento, para gerenciá-los e reduzi-los.

As abordagens citadas anteriormente para o *ABM* Estratégico merecem um estudo mais aprofundado, pois se tratam de diretrizes estratégicas essenciais à organização.

Uma vez que o processo de melhoria tem sido atingido utilizando o *ABM*, Maskell (1999) afirma que muitas companhias estendem o uso da abordagem *ABM* além do processo de melhoria e custeio. O autor enumera várias áreas potenciais para revolucionar o gerenciamento do negócio:

- Usar o *ABM* como metodologia de apoio à tomada de decisão do negócio;
- Reorganizar a estrutura com os gerentes responsáveis pelos processos;
- Usar *custos-meta* baseado em atividades de todo o processo de desenvolvimento e *design* do produto;
- Estabelecer previsões baseadas a partir de atividades realizadas em um departamento ou processo;
- Análise de lucratividade de cliente baseada em atividade;
- Estender a análise do *ABM* aos clientes, fornecedores e terceiros e, desta forma, exteriorizar os benefícios da melhoria de processo;
- Desenvolver medidas de desempenho e critério de participação em lucros, baseada em atividades, e atividades metas de melhorias

#### **5.5. DIRETRIZES PARA CUSTEIO KAIZEN:**

As principais diretrizes apresentadas neste tópico são baseadas e extraídas das obras de Monden (1999) e Kaplan & Cooper (1997).

O principal objetivo do *custeio kaizen*, conforme Monden (1999), é a constante busca por redução de custos em todas as etapas da manufatura, com o intuito de eliminar as diferenças entre o *lucro desejado* (orçados) e o *lucro estimado*. Tal abordagem difere, em termos de conceito e de procedimentos à administração de custo, da forma praticada em um sistema de custeio padrão, apresentado a seguir na Tabela 5.7:

Tabela 5.7. Diferenças Conceituais e de Procedimentos entre os Sistemas de Custeio Padrão e *Custeio Kaizen*. Fonte: Monden (1999)

<b>Diferenças conceituais</b>	
<b>Sistema de Custeio Padrão</b>	<b>Sistema <i>Custeio Kaizen</i></b>
Exerce controle para tornar custos reais iguais a custo-padrão.	Visa reduzir custos reais para um patamar abaixo do custo-padrão.
Supõe que as condições atuais de manufatura serão mantidas e não modificadas.	Exerce controle para atingir reduções do <i>custo meta</i> .
	Modifica continuamente as condições da manufatura para reduzir custos.
<b>Diferenças de procedimentos</b>	
<b>Sistema de Custeio Padrão</b>	<b>Sistema <i>Custeio Kaizen</i></b>
Estabelece custo padrão uma ou duas vezes ao ano.	Estabelece novos alvos de redução mensais de custo; meta: reduzir diferença entre lucros desejados e estimados.
Conduz análise de diferença entre custos padrão e custos reais.	Conduz atividades kaizen ao longo do ano com objetivo de reduzir o <i>custo meta</i> .
Executa investigações e medidas corretivas quando os custos padrão não são atingidos.	Faz investigações e toma medidas corretivas quando as reduções de <i>custo meta</i> não são atingidas.

Kaplan & Cooper (1997) destacam que a atualização de padrões de custos é realizada em três passos:

1. **Simulação:** O departamento de desenvolvimento técnico testa um novo processo em laboratório ou planta piloto, verificando se este pode replicar a melhoria antecipada.
2. **Teste:** Uma vez que a melhoria é confirmada, o staff de desenvolvimento técnico questiona o staff de produção quanto à execução do novo processo na linha de produção e checka o resultado.
3. **Confirmação:** Quando o resultado antecipado é atingido, o staff de produção repete o mesmo processo, de tal forma que possa confirmar independentemente a melhoria.

Uma vez concluídos os passos anteriores com sucesso, a gerência oficialmente endossa os novos padrões e atualiza o banco de dados da empresa.

A variância dos padrões reflete a eficácia das modificações efetuadas no processo. Variâncias negativas refletem a dificuldade da empresa em atingir consistentemente a melhoria do processo. Variâncias iguais a zero ou muito próximas deste valor indicam a expectativa positiva da atualização dos padrões após as melhorias efetuadas no processo.

### 5.5.1. *Custeio Kaizen* para cada Período de Negócios

Monden (1999) ilustra as etapas empregadas pelas empresas de autopeças japonesas:

- 1º. Revisão e exame do plano de negócio de médio prazo da empresa.
- 2º. Revisão e exame de plano de lucro de médio prazo da empresa.
- 3º. Estudo de viabilidade do plano de produção e preparação do orçamento anual.
- 4º. Estimativas de custos para cada setor da empresa.
- 5º. Esboço da declaração de lucro/perda provisório e comparação com o plano de lucro de médio prazo e preparação das metas de redução de custos : *Kaizen Cost (custo kaizen)*.
- 6º. Estabelecimentos dos *custos kaizen* em termos de custos variáveis e orçamentos dos custos fixos.
- 7º. Estudos mensais de avaliação das metas de redução de custos variáveis e fixos.

### Formulação do orçamento e determinação de redução do custo-alvo

Monden (1999) define nesta etapa a determinação do valor da melhoria no *lucro alvo* (desejado) da empresa, a partir da diferença entre o *lucro alvo* (orçado) e o *lucro estimado*. Para atingir este valor alvo de melhoria, a empresa deve determinar o valor de redução do custo-alvo, ou seja o *custo kaizen*. Este valor é decomposto no orçamento para o próximo período de negócio e planos são elaborados para atingir o *lucro desejado* (orçado).

Uma vez determinado o valor de melhoria do *lucro alvo*, este é decomposto para as áreas funcionais da empresa, refletindo os valores dos *custos kaizen* estabelecidos para cada processo. Este método estabelecido por Monden (1999) é mostrado na Figura 5.13.

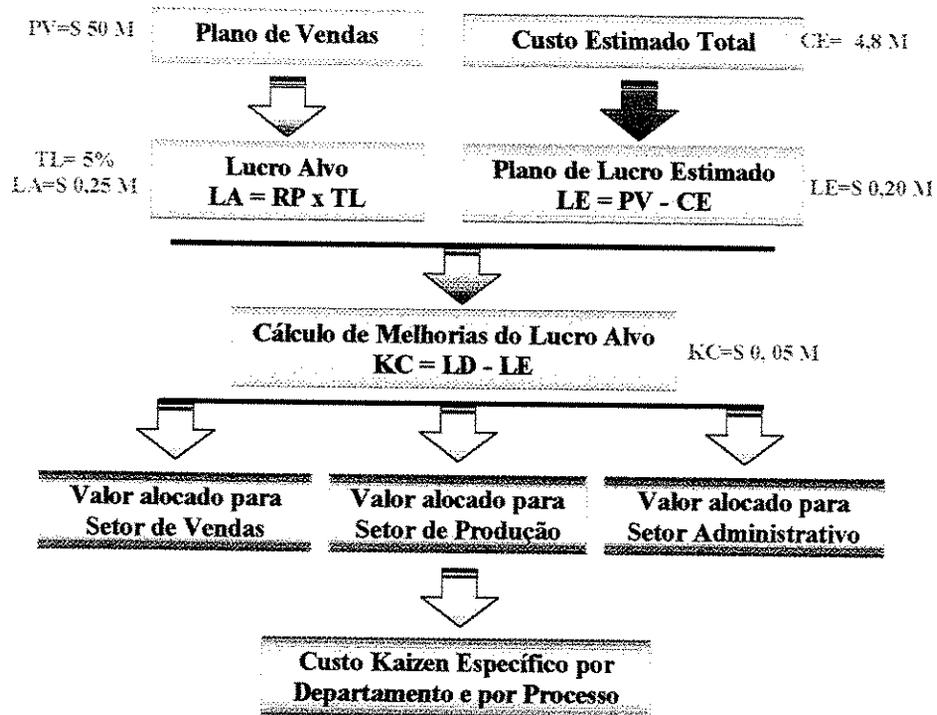


Figura 5.13. Desdobramento do Valor da Redução do Custo-Alvo para *Custo Kaizen* por Departamento e por Processo. Fonte baseada em Monden (1999).

### Atividades *kaizen* no local de trabalho

Monden (1999) define estas atividades como sendo atividades focadas na eliminação completa de todas as perdas existentes no ambiente de produção, dentro do contexto do Sistema Toyota de Produção (ou *Just-In-Time*). Um segundo grupo de atividades *kaizen* refere-se ao sistema contábil *custeio kaizen*, responsável pelas metas de redução de custo-alvo específico por processo, ou seja, o agente motivador das atividades *kaizen* no chão de fábrica.

O *Kaizen*, segundo Monden (1999), trata as perdas em quatro níveis de causa e efeito:

1. Perdas Primárias: causada pelo excesso de elementos de produção.
2. Perdas Secundárias: perda causada pela superprodução quantitativa ou pela superprodução por antecipação.
3. Perdas Terciárias: perda pelo estoque em excesso.

4. Perdas Quaternárias: perda pelo excesso de transporte, pelo estoque excessivo de almoxarifado, pelos custos excessivos de administração, de estoque e de manutenção com excesso de qualidade.

As atividades de *kaizen* no chão de fábrica tomam como ponto de partida para redução de custos os *direcionadores de custos*, pois estes são os fatores que acarretam os custos. Sendo assim, o *custeio kaizen* e *ABM* são ferramentas que se complementam. Monden (1999) faz uma análise do padrão usado para alocar custos específicos por processos entre os produtos, o que caracteriza um bom exemplo dos *direcionadores de custo*.

### **Medida e análise de variância do custo kaizen**

A análise de variância, bastante utilizada no custeio padrão, passa a ser uma ferramenta essencial no *custeio kaizen*. Monden (1999) cita o uso desta ferramenta para a avaliação do desempenho de um departamento pela análise de variância da taxa operacional, do orçamento (ou variações de desempenho) e das variações nas especificações para as mudanças de projeto, resultantes das atividades de análise de valor atual.

#### Determinação da Variação Periódica do Custo Kaizen (Fonte baseada em Monden (1999)):

A Figura 5.14 ilustra a forma de determinar a variação mensal do *custo kaizen* genérico para qualquer período e qualquer produto:

A simbologia na Figura 5.14 representa os seguintes parâmetros:

f: Curva para valores de produção e custos de referência (orçados) para dado período (mês);

r: Curva para valores de produção e custos reais ocorridos no período (mês);

OF: Orçamento fixo previsto para o período (mês) [UP\$];

V<sub>f</sub>: Volume de produção prevista para o período (mês) [unidades];

V<sub>r</sub>: Volume de produção real ocorrida no período (mês) [unidades];

CF<sub>r</sub>: Custo de referência para o volume de produção real no período (mês) [UP\$];

- $CR_r$ : Custo real para o volume de produção real no período (mês) [UP\$];
- $CR_f$ : Custo real para o volume de produção prevista para o período (mês) [UP\$];
- $T_{CR}$ : Taxa do custo real por unidade produzida no período (mês) [UP\$/unidades];
- $T_{OF}$ : Taxa do custo orçado por unidade prevista para o período (mês) [UP\$/unidades];
- $T_{Red}$ : Taxa comparativa de valores previsto e ocorrido por unidade para o período (mês) [UP\$/unidades];
- $KC_r$ : *Custo kaizen* real ocorrido no período (mês) [UP\$];
- $KC_f$ : *Custo kaizen* ajustado para os valores previstos para o período (mês) [UP\$];
- $KC$ : *Custo kaizen* (valor de redução alvo) para o período (mês) [UP\$];
- $\Delta KC$ : Variação do *custo kaizen* para o período (mês) [UP\$].

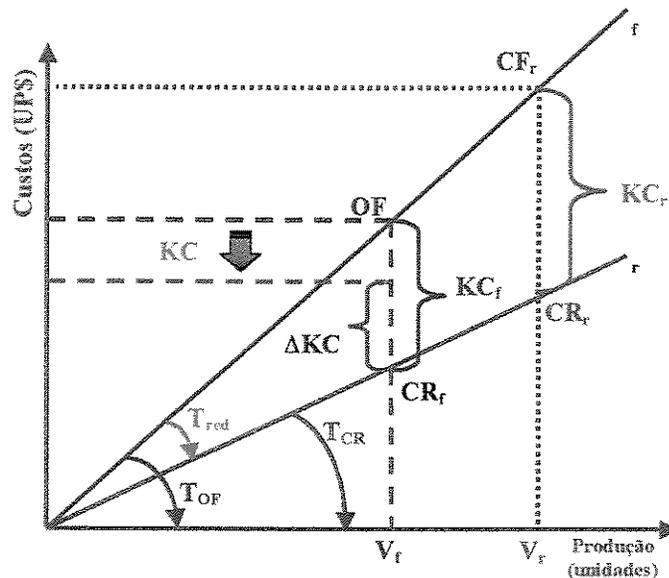


Figura 5.14. Cálculo da Variação do *Custo Kaizen* por Período.

Fonte baseada em Monden (1999).

Os valores de referência, definidos no início do período, são: orçamento fixo, o volume de produção previsto e o valor de redução-meta de custo (*custo kaizen*). Determina-se, ainda, a taxa do custo orçado (custo padrão) por unidade prevista para o período (Equação 5.8).

$$T_{OF} = \frac{OF}{V_f} \quad (5.8)$$

Decorrido o período estabelecido para análise, contabiliza-se o volume de produção obtido e o custo final ocorrido. Estes valores são os valores reais de produção no período. Determina-se, então, a taxa do custo real por unidade produzida no período:

$$T_{CR} = \frac{CR_r}{V_r} \quad (5.9)$$

Determina-se o custo de referência para o volume de produção real no período:

$$CF_r = V_r * T_{OF} \quad (5.10)$$

Em seguida, calcula-se o *custo kaizen* real ocorrido no período:

$$KC = CF_r - CR_r \quad (5.11)$$

Calcula-se o custo real para o volume de produção prevista para o período:

$$CR_f = V_f * T_{CR} \quad (5.12)$$

Em seguida, determina-se o *custo kaizen* ajustado para os valores previstos para o período:

$$KC_f = OP - CR_f \quad (5.13)$$

De posse dos valores de *custo kaizen* ajustado para os valores previstos e o valor de redução alvo para o período, determina-se variação do *custo kaizen* para este período:

$$\Delta KC = KC_f - KC \quad (5.14)$$

Pode-se determinar, ainda, a taxa comparativa de valores previsto e ocorrido por unidade para o período:

$$T_{\text{Red}} = T_{\text{OF}} - T_{\text{CR}} \quad (5.15)$$

As equações anteriores se aplicam a cada departamento e processos para cada tipo de custo (direto e indireto). Os valores são tabelados em seguida para a análise da variância do *custo kaizen* para o período, respeitando a origem dos custos nos processos e departamentos.

A curva de valores de produção e custos reais *r* poderá ter uma inclinação maior que a curva de valores de produção e custo orçado *f*. Quando isto ocorre, as metas de redução de custo não foram atingidas e certamente, os custos reais de produção foram superiores aos custos projetados no início do período.

Análise da Variação Periódica do *Custo Kaizen* (Fonte: baseada em Monden (1999)):

São estabelecidas a cada início de período (mês), metas de redução de custos (*custo kaizen*) para cada departamento e processo. No final do período (mês) são determinados os parâmetros necessários à avaliação das metas propostas, por meio do roteiro definido anteriormente. Os valores destes parâmetros são tabelados e analisados pelos próprios departamentos. A Tabela 5.8 exemplifica bem esta análise:

Os valores negativos para  $KC_f$  implicam que a inclinação da curva de valores de produção e custos reais *r* é maior que a curva de valores de produção e custo orçado *f*. Quando estes valores são comparados à meta de redução de custo, a variação do *custo kaizen*  $\blacktriangle KC$  estará mais afastada da meta inicial e, conseqüentemente, mais distante de atingir a meta de redução de custo  $KC$ .

Na Tabela 5.8 foi acrescentado um farol para indicar a posição da variação do *custo kaizen*. Vermelho significa que as metas não foram atingidas e merecem atenção em dobro. Amarelo indica que a redução foi atingida no limite, mas ainda carece de atenção. Verde indica que o departamento está trabalhando bem na redução de custo e superando suas expectativas.

Tabela 5.8. Análise das Metas de Redução de Custo.

Fonte: Baseado em Monden (1999).

	Custos (valores em UPS)	Mês Março			Período: 1 <sup>o</sup> Trimestre		
		KC	KC <sub>r</sub>	▲KC	KC	KC <sub>r</sub>	▲KC
Recebimento	Mão-de-Obra Direta	200	-60	-260	600	320	-280
	Mão-de-Obra Indireta	310	-40	-350	900	430	-470
	Materiais de Consumo	80	40	-40	300	260	-40
	Energia	290	310	20	1.000	1.120	120
	Transporte	120	120	0	450	470	20
	<b>▲KC = KC<sub>r</sub> - KC</b>	<b>Total</b>	<b>1.000</b>	<b>370</b>	<b>-630</b>	<b>3.250</b>	<b>2.600</b>

Monden (1999) ressalta que os valores da meta de redução de custo e da taxa do custo orçado (custo padrão) por unidade prevista para o período são, de modo geral, aplicados linearmente ao longo do ano comercial. Entretanto, dois fatores rompem estas projeções lineares: as mudanças no projeto durante o período corrente e o aumento em valor do veículo convertido devido à produção variável do modelo.

### 5.5.2. Custeio Kaizen Específico por Produto

Monden (1999) destaca as três formas de *custeio kaizen* por produto:

#### 1<sup>o</sup>. Custeio kaizen por produto voltado para atingir o custo meta

Após o produto ter sido liberado para a produção, os custos de produção são confrontados ao *custo meta*. Como é de se esperar durante este período, os custos produtivos ficaram acima do *custo meta*. A empresa estabelece as políticas de metas de redução de custo (*custo kaizen*), para atingir o *custo meta* e, conseqüentemente, atingir o lucro desejado. A ferramenta empregada nesta fase é a análise do valor.

## **2º. Custeio kaizen por produto voltado para produtos não-lucrativos**

Devido a fatores externos, tais como o fortalecimento e/ou a entrada de novos concorrentes, as taxas de câmbio desfavoráveis etc., a empresa estabelece políticas de redução de custo visando tornar o produto ainda competitivo e manter a lucratividade do mesmo.

## **3º. Custeio kaizen por produto voltado para peças e/ou subcomponentes específicos**

Consiste em estabelecer políticas de metas de redução de custo para peças e/ou subcomponentes, para contribuir com a meta de redução de custo do produto final.

Monden (1999) relata, ainda, que são estabelecidas comissões do *custeio kaizen* visando a melhoria da lucratividade da empresa, com os seguintes propósitos:

1. Analisar o portfólio de produtos da empresa;
2. Confrontar o volume de vendas, os custos de produção e a lucratividade aos valores metas pré-estabelecidos na fase de concepção do produto (*custeio meta*);
3. Identificar as causas e os efeitos e propor soluções;
4. Planejar e supervisionar as metas de melhorias.

## **5.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Segundo Sakurai (1997), os esforços da administração de empresas japonesas, no que tange ao gerenciamento operacional e estratégico de custos, concentram-se em três áreas: inovação, melhoria contínua e manutenção. O autor esclarece os significados de: inovação como mudança drástica, provocada pela introdução de novas tecnologias; melhoria contínua como pequenas atividades diárias e constantes, definidas como *kaizen*; e manutenção como sendo a atividade de manter os padrões correntes de tecnologia, negócios e operações. A configuração para o gerenciamento de custos em empresas japonesas enfoca estas três áreas utilizando os respectivos sistemas de custeio: *custeio meta*, *custeio kaizen* e custeio de manutenção.

Estes sistemas representam os pilares da administração de custos no Japão. Monden (1999) ressalta que o *custeio meta* é o que está recebendo a maior ênfase atualmente, por uma razão simples: o ambiente altamente competitivo e globalizado gerado por avanços tecnológicos e por ciclos de vida de produto cada vez menores. Frente a este cenário, as empresas vêm-se obrigadas a introduzir e gerenciar cortes de custos ainda na fase de desenvolvimento do produto.

Por outro lado, o *custeio kaizen* é responsável por estabelecer metas de redução de custos na fase de produção do produto, visando atingir o *custo meta* e, conseqüentemente, o *lucro desejado*.

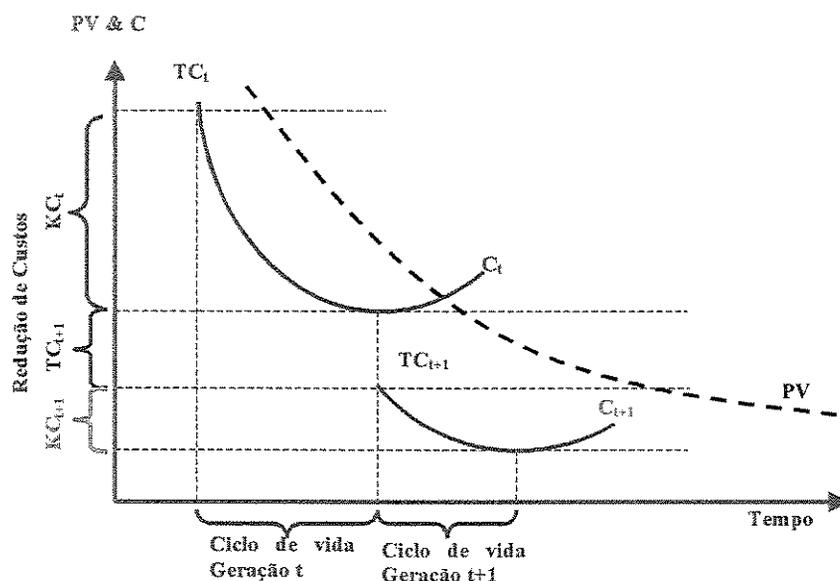


Figura 5.15. Efeitos das Reduções de Custos por meio de *Custeio Meta* e *Custeio Kaizen* e do Preço de Vendas sobre as Curvas de Custos de Produtos de Geração Distinta.

Fonte: Monden (1999).

A Figura 5.15 ilustra como são utilizados os sistemas de custeio *custeio meta* e *custeio kaizen* em conjunto. Um dado produto, ao longo do tempo, tem seu preço de venda (curva PV) decrescente; com isto, a sua lucratividade tende a cair, pois o *custo meta* ( $TC_t$ ) permanece constante até que a empresa resolva promover melhorias, visando a redução de custos (curva  $C_t$ ) pelo uso do *custeio kaizen*. A um dado instante, o produto é remodelado drasticamente, de tal

forma a mantê-lo competitivo. O *custeio meta* desempenha esta função estabelecendo um novo patamar de custo ( $TC_{t+1}$ ), referente a uma nova geração do produto. Novamente a empresa estabelece metas de redução de custos ( $KC_{t+1}$ ), mantendo a lucratividade do produto (curva  $C_{t+1}$ ).

Monden (1999) cita que algumas atividades de redução de custo específicas e programadas para cada período de negócio são determinadas para custos variáveis. Nas empresas japonesas, os custos variáveis respondem por acima de 80% dos custos totais. O autor cita, ainda, que na Toyota, os custos diretos de materiais representam 85%, ao passo que custos diretos de mão-de-obra chegam a 6% e custos diretos operacionais a 9%. Por estes valores justifica-se a preocupação das empresas japonesas com os custos variáveis.

Sakurai (1997) faz uma comparação do *ABC* e o *custeio meta*, mostrando que o *ABC* enfoca mais os custos ultracrescentes de suporte de produção, resultantes da automação industrial e diversificação da produção. Apesar do *custeio meta* focar os custos de suportes, o foco principal, nesta abordagem, tem sido a redução dos custos de matéria-prima. Os custos de suporte no *custeio kaizen* são alvos de controle pelo sistema financeiro e pelo orçamento, em conjunto com instrumentos de engenharias, como *engenharia do valor*, *TQC* ou *just-in-time*.

Outro fator considerado por Sakurai (1997) é que o *ABC* é mais um instrumento de administração financeira do que um instrumento de controle operacional, sendo que a sua maior contribuição tem sido a análise da lucratividade dos produtos e não redução de custos. Por sua vez o *custeio meta* proporciona o clima de tomada de decisão orientada para o alcance de metas, considerando uma série de informações obtidas até mesma pelo *ABC*. O *custeio meta* é o instrumento para alterar a natureza e a magnitude de recursos normalmente disponíveis.

Monden (1999) enfatiza que tanto o *ABC* quanto o *custeio kaizen* têm o propósito de auxiliar nas melhorias operacionais. O *ABC* tem como objetivo promover avaliações contínuas, permitindo, desta forma que melhorias sejam identificadas (pelas avaliações de custos) e recomendadas para cada atividade.

Pamplona (1997) cita: “a análise do processo empresarial, que define as atividades da empresa, executa a análise do valor do processo e desenvolve planos de melhorias, contribui por si só para que a administração busque o aperfeiçoamento da empresa.” A grande contribuição do *ABC*, segundo o autor, são informações que ele gera para serem analisadas na tomada de decisões.

O *ABM* é uma abordagem para explorar a vasta quantidade de informações geradas pelo sistema *ABC*. Raz & Elnathan (1999) citam que o *ABM* reconhece as informações geradas pelo *ABC*, sendo mais que uma fonte de uma melhor estimativa de custo para um produto ou serviço. A ligação entre atividades, direcionadores de custo e custos permite aos gerentes analisarem mudanças potenciais de custo devido às mudanças nas atividades.

Kaplan & Cooper (1997) resumem três aspectos do *ABM* operacional: identificar oportunidades de melhorias de processo, selecionar prioridades destas oportunidades e comprometer recursos para realizar os benefícios. Para muitas empresas, *ABM* é sinônimo de melhorias operacionais.

As práticas do *ABM*, com relação às metas de melhorias contínuas de processo, são exatamente idênticas às práticas de *custeio kaizen* empregadas pelas empresas japonesas, ((Monden, 1993) in (Sakurai, 1997)).

Como a análise das atividades pertinentes ao *ABM* é similar à do *custeio kaizen*, segundo Sakurai (1997), as informações geradas pelo *custeio kaizen* podem ser integradas ao *ABM* com ajustes relativamente pequenos.

Uma das propostas deste trabalho é apresentar uma metodologia que gerencie a apuração do custo do produto, desde a fase de concepção até o descarte do mesmo. Os sistemas de custeio empregados nesta metodologia são: *custeio meta*, *ABC/ABM* e *custeio kaizen*.

## Capítulo 6

# METODOLOGIAS PARA DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE AGILIDADE DE UMA EMPRESA E GERENCIAMENTO DE CUSTOS

### 6.1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste capítulo é apresentar as metodologias que são as contribuições deste trabalho. A primeira metodologia se destina a determinar o grau de agilidade de uma empresa pelo uso de ferramentas de tomada de decisão. No Anexo VI são descritas as ferramentas para tomada de decisão. A segunda metodologia denomina-se gerenciamento de custos. Nesta metodologia é abordado o uso integrado dos sistemas de custeio *ABC/ABM*, *custeio kaizen* e *custeio meta*, e tem por finalidade a determinação do custo de um produto. As diretrizes destes sistemas foram descritas no Capítulo 5.

A seguir são apresentadas as metodologias inseridas neste trabalho:

#### 1º. Determinação do nível de agilidade de uma empresa:

Nesta primeira fase, são apresentadas as etapas, de forma seqüencial, que abordam o ambiente de negócio em que a empresa se situa, identificando as mudanças geradas neste

ambiente. O diagnóstico da empresa, identifica os atributos provedores de agilidades e suas referidas práticas de agilidade.

Após este estudo preliminar, é feito o uso da Abordagem ANP (*Analytical Network Process*), descrita no Anexo VI, para o seguinte questionamento:

- 1°. Qual o nível de agilidade que a empresa necessita ter para se tornar ágil?
- 2°. Qual o nível de agilidade em que a empresa se encontra?
- 3°. Qual o sistema de custeio mais apropriado para uma empresa ágil?

As duas primeiras perguntas têm como finalidade identificar o grau de agilidade da empresa e dar subsídio para que esta utilize práticas (*agility practices*) capazes de proporcionar habilidades de superação (*capabilities*), tornando-se uma empresa ágil.

A última pergunta procura apontar qual sistema de custeio é melhor empregado em um ambiente de manufatura ágil. As alternativas para serem analisadas são três: Sistemas de Custeio Tradicionais, Sistema de Custeio ABC/ABM e o Sistema de Custeio Integrado (*Custeio Meta + Custeio Kaizen + ABC/ABM*). O uso do Sistema de Custeio Integrado faz parte da proposta metodológica a ser descrita neste capítulo e é uma contribuição deste trabalho.

## 2°. Gerenciamento de custos.

A segunda contribuição deste trabalho refere-se ao gerenciamento de custos. Determina-se o custo do produto pelo uso das diretrizes dos sistemas de custeio descritas no Capítulo 5 deste trabalho.

O uso do gerenciamento integrado dos sistemas de custeio tem como objetivo determinar o custo do produto nas seguintes situações:

- 1°. Produto existente na linha de produção: determina-se o custo do produto utilizando os sistemas de custeio *ABC/ABM* e, em seguida, utiliza-se o *Custeio Kaizen* visando as melhorias no processo produtivo e, conseqüentemente a redução de custo e o aumento de lucratividade.
- 2°. Produto existente com modificações ou produto novo: determina-se o custo para ambos por meio do *Custeio Meta*.

Recorrer-se-á o uso de estudo de caso para uma melhor compreensão da aplicabilidade das metodologias propostas. Serão feitas, ainda, considerações finais sobre os resultados obtidos.

## **6.2. METODOLOGIA PARA DETERMINAR O NÍVEL DE AGILIDADE DE UMA EMPRESA**

Embasada em diversas fontes bibliográficas e no modelo proposto por Sharifi & Zang (1999), é proposto neste trabalho uma metodologia direcionada às empresas com as seguintes finalidades:

- Um entendimento melhor do conceito de agilidade;
- Determinar a agilidade necessária;
- Acessar sua posição atual;
- Determinar as *habilidades de superação* requeridas para se tornar ágil;
- Adotar *práticas de agilidade* que poderiam originar as reconhecidas *habilidades de superação*.

Baseado nestas finalidades, foi então, elaborado o fluxograma da metodologia, visto na Figura 6.1.

Na seqüência, serão descritos os conteúdos de cada fase de análise de agilidade.

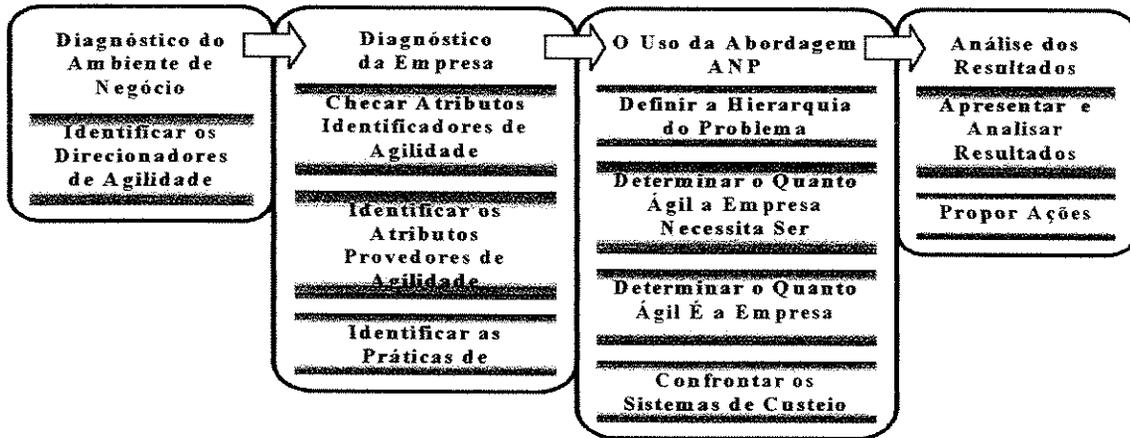


Figura 6.1. Fluxograma de Análise de Agilidade de Uma Empresa.

### 6.2.1. Diagnóstico do Ambiente de Negócio

Considerando o ambiente de negócio como uma fonte de turbulência e mudanças imprevisíveis, impõem-se pressões sobre as atividades de negócio da empresa. Sharifi & Zang (1999) argumentam que estas incertezas, mudanças imprevisíveis e pressões incitam as empresas de manufatura a abordarem práticas apropriadas, que as conduzem a uma posição estável e as protegem de perdas de vantagens competitivas.

Como já fora definido anteriormente, *direcionadores de agilidade* são estas incertezas, pressões e mudanças que ocorrem num ambiente de negócio. Sharifi & Zang (1999) em sua metodologia, argumentam sobre a necessidade de apresentar um mecanismo que detecte tais mudanças. Para antecipar e identificar estes fatores faz-se necessário capacitar pessoas para identificar os chamados *direcionadores de agilidade*, bem como aplicar esta metodologia. Vale ressaltar que os membros que compõem esta equipe são pessoas-chave dentro das áreas funcionais da empresa, contando com a participação de fornecedores e clientes.

A Tabela I.1 no Anexo I apresenta os direcionadores de agilidade abordados no item 3.3 Direcionadores de Agilidade. Estes direcionadores são responsáveis por determinar o quanto a empresa necessita ser ágil.

### 6.2.2. Diagnóstico da Empresa

A Tabela II.1 no Anexo II tem por finalidade verificar se a empresa pode vir a se tornar ágil. A equipe em si procura verificar se a empresa está atenta a estes atributos identificadores de agilidade.

Os *atributos habilitadores ou provedores de agilidade (agility providers)* são identificados e relacionados às *áreas chaves da organização*. Estas relações são efetuadas pela determinação do nível de influência de cada *atributo provedor de agilidade* sobre as *áreas chaves da organização*. Como consequência, direcionam os habilitadores de agilidades para as áreas chave de acordo com o seu nível. As Tabelas III.1a e III.1b no Anexo III têm por finalidade mostrar estas relações definidas pela equipe responsável.

As *práticas de agilidades* são os métodos, as práticas e as ferramentas em uso na empresa. Cabe à equipe identificá-las e correlacioná-las aos *atributos provedores de agilidade*, levando em consideração a sua influência sobre eles. As *práticas de agilidade* são responsáveis por determinar o quanto a empresa é ágil. As Tabelas IV.1a e IV.1b funcionam como matrizes para identificar estas relações.

### 6.2.3. O Uso da Abordagem ANP

Num ambiente de tomada de decisão de multiatributos, o desafio, segundo Meade & Sarkis (1999), é selecionar a alternativa mais atrativa da série de objetivos do grupo. O Anexo V Ferramentas de Tomada de Decisão apresenta, sob a forma de revisão bibliográfica, as abordagens: *AHP (Analytical Hierarchy Process)* e *ANP (Analytical Network Process)*.

A equipe responsável por esta abordagem na metodologia deve estar capacitada para o uso destas ferramentas. Ao leitor é necessário estudar o Anexo VI antes de seguir adiante.

## Passo 1 Definir a Hierarquia Geral do Problema

A hierarquia proposta neste trabalho procura refletir o modelo de empresa ágil apresentado por Sharifi & Zang (1999) e exposto no Capítulo 3. A Figura 6.2 apresenta uma estrutura de hierarquia de controle, pela abordagem ANP, com a finalidade de determinar o nível de agilidade de uma empresa:

Desta forma, o objetivo principal é estabelecer o grau de agilidade com o qual uma empresa responde aos *direcionadores* e a suas *práticas de agilidade* (alternativas  $r,s$ ), por meio de seus *atributos provedores de agilidade* (atributos de agilidade  $k$ ) inseridos nas *áreas chaves* do sistema de manufatura (dimensões de agilidade  $j$ ). As *habilidades de superação* (determinantes de agilidade  $a$ ) serão redes hierárquicas de controle.

### Considerações sobre a estrutura proposta:

O modelo proposto considera apenas a existência de interdependências dos *atributos provedores de agilidades*  $k$ , representadas por setas paralelas de sentidos contrários na Figura 6.2. Não considera, portanto, as interdependências dos *elementos chaves da organização*  $j$ .

Os *atributos provedores de agilidade*  $k$  foram apontados para cada *área chave da organização*  $j$ , conforme as Tabelas III.1a e III.1b no Anexo III. Por simplificação, não se considerou a possibilidade de um *atributo provedor de agilidade* pertencer a mais de uma *área chave da organização*.

A primeira análise a ser feita é a determinação da influência dos *direcionadores de agilidade*  $r$  sobre a empresa. Tal análise traduz o nível de agilidade que a empresa deve ter. Os *direcionadores de agilidade*  $r$  são representados na Figura 6.2 pelas variáveis  $AD_r$ .

A segunda análise consiste na avaliação do nível de agilidade da empresa, de acordo com as *práticas de agilidade*  $s$  implantadas, representadas na Figura 6.2. pelas variáveis  $AP_s$ .

A última análise a ser feita consiste em verificar qual *sistema de custeio* se é mais apropriado para um ambiente de manufatura ágil. Os sistemas a serem analisados são: *sistema tradicional*, *ABC/ABM* e o *sistema integrado* proposto por este trabalho. Por serem considerados *práticas de agilidade*, estes sistemas são enquadrados nas variáveis  $AP_s$ , na Figura 6.2.

Cada empresa poderá estabelecer a sua própria estrutura, considerando o número de *atributos provedores de agilidade*, as *áreas chaves da empresa* onde eles se aplicam, e a realidade da empresa. Tanto os *direcionadores de agilidades* quanto as *práticas de agilidade* refletem a realidade da empresa. Em outras palavras, a empresa determinará quais práticas serão empregadas na estrutura a ser analisada.

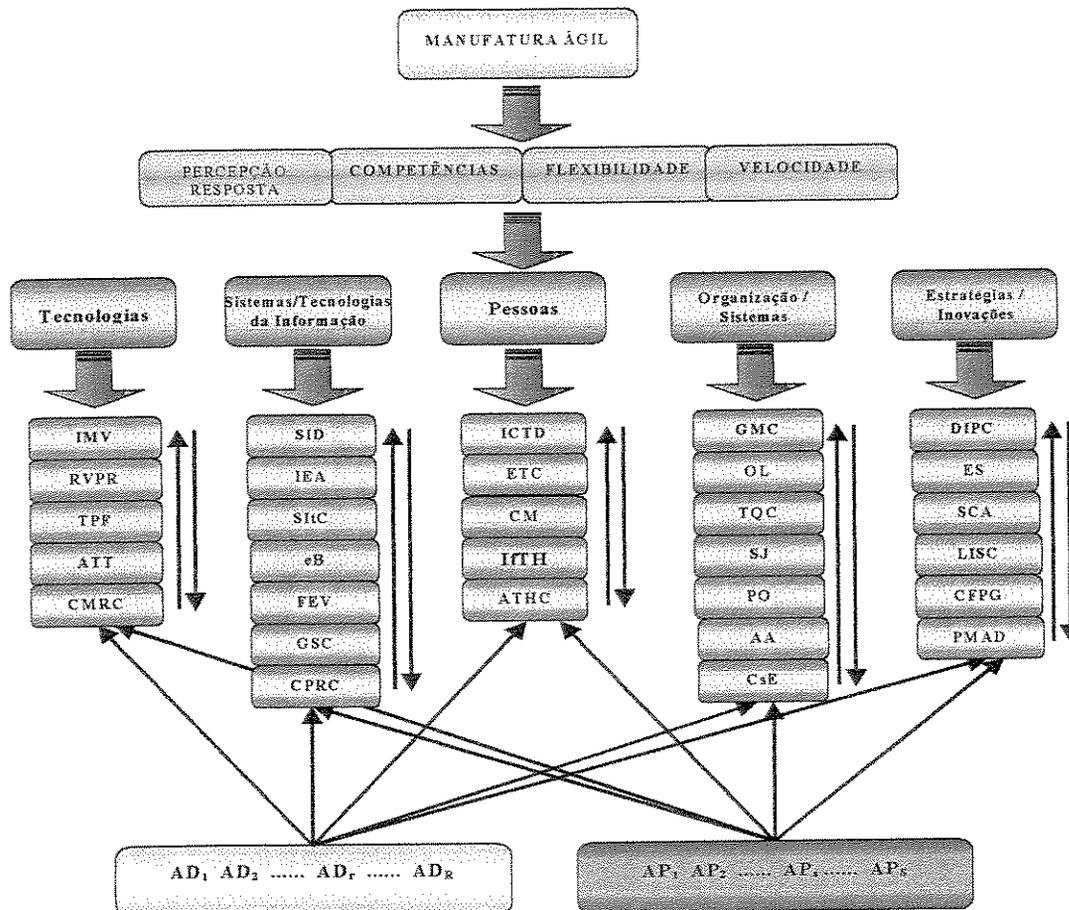


Figura 6.2. Estrutura para Análise do Nível de Agilidade pela Abordagem ANP.

Na estrutura proposta, as *habilidades de superação* (percepção e resposta, competências, flexibilidade e velocidade) **a** constituirão quatro redes de hierarquia de controle. Cada rede terá característica própria, ou seja, um dado *atributo provedor de agilidade* **k** presente em uma *área chave da empresa* **j** para uma dada rede; porém, poderá não estar presente nas demais redes.

Cada *rede de hierarquia de controle* é composta pelos *clusters* de *áreas chaves da empresa* (tecnologias, sistemas/tecnologias da informação, pessoas, organização/sistemas, estratégias/ inovações) **j** .

Para determinar os *clusters* de cada *rede de hierarquia de controle* é necessário identificar os *atributos provedores de agilidade* **k** de correlações fortes a uma dada *área chave da empresa* **j**. Este processo de identificação é feito através das Tabela III.1a e III.1b no Anexo III.

O passo seguinte é estruturar cada hierarquia de controle com os seus respectivos *clusters*, de acordo com a seguinte pergunta: “que *atributos provedores de agilidade* **k** , de correlações fortes à *área chave da empresa* **j** , poderão formar o *cluster* para esta mesma *área chave da empresa* **j** de uma dada *rede de hierarquia de controle*?”.

A Figura 6.3 apresenta a *rede de hierarquia de controle* para a *habilidade de superação* percepção e resposta **a** com os seus respectivos *clusters*. Todas as redes estão no Anexo VIII Redes de Hierarquia de Controle

A estrutura apresentada na Figura 6.2 é separada em quatro *redes de hierarquia de controle* e permite evitar confusões nas relações específicas. As quatro redes serão agrupadas no final para determinar o *índice ponderado de agilidade* **AWI** para cada análise.

Por simplificação, serão consideradas as mesmas redes nas análises dos *direcionadores de agilidade* **r** , das *práticas de agilidade* **s** e das alternativas de *sistemas de custeio* **sc** .

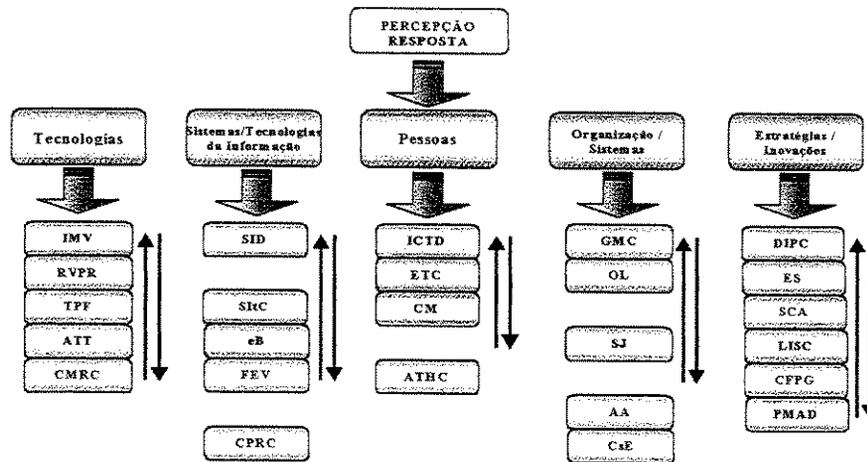


Figura 6.3. Relação de *atributos provedores de agilidade k* dentro de cada *cluster de área chave da empresa j* para a hierarquia de controle *percepção e resposta a*.

## Passo 2 Matrizes de Comparação Par-a-Par de Dependências

Nesta fase, de acordo Meade & Sarkis (1999), os tomadores de decisão são obrigados a estabelecer uma série de comparações par-a-par de componentes de um nível inferior, a um dado momento, sobre um terceiro componente de nível superior, com respeito a critérios pré-estabelecidos. Utiliza-se a escala de Saaty (1980) para estabelecer o grau de dominância ou dependência de um componente sobre o outro.

A primeira pergunta a ser respondida é:

Na determinação do *índice ponderado de agilidade AWI* do sistema de manufatura em resposta aos *direcionadores de agilidades r* e na análise de alternativas de *práticas de agilidade s* : “Qual o *índice de importância relativo P<sub>ja</sub>* de cada *área chave da empresa j*, comparadas par-a-par, sobre a *habilidade de superação a* ??”.

A Matriz 6.1 refere-se a *habilidade de superação percepção e resposta a*. Ao todo são construídas quatro matrizes de comparação par-a-par para o índice  $P_{ja}$ .

Matriz 6.1. Matriz de comparação de paridade entre *áreas chaves da empresa j* pertinente a *habilidade de superação percepção e resposta a*.

PERCEP RESP		TECN.	S/T I	PES.	O/S	E/I	P <sub>ja</sub>
TECN.		1	3	3	6	8	0,465
S/T I		1/3	1	1/2	2	2	0,129
PES.		1/3	2	1	5	5	0,246
O/S		1/6	1/2	1/5	1	7	0,114
E/I		1/8	1/2	1/5	1/7	1	0,046
soma		1,958	7,000	4,900	14,143	23,000	1,000

Na Matriz 6.1, nota-se que a *área chave tecnologias* tem um impacto oito vezes maior ( $a_{1,5}$ ) do que a *área chave estratégia/ inovação* sobre a *habilidade de superação percepção e resposta*. O vetor  $P_{ja}$  indica a *área chave tecnologias* com o maior índice de importância relativa ( $=0,465$ ) para a *habilidade de superação percepção e resposta*.

A partir das relações de dependências  $D$  entre os *atributos provedores de agilidade k* de dada *área chave da empresa j* : “Qual é o impacto relativo (*índice de importância relativo*)  $A_{kja}^D$  de cada *atributo provedor de agilidade k* , de dada *área chave da empresa j* , sobre a *rede de hierarquia de controle de habilidade de superação a* ?”

A Matriz 6.2 refere-se à *área chave da empresa pessoas j* pertencente à *rede de hierarquia de controle de habilidade de superação percepção e resposta a* . No total são construídas 20 matrizes.

Matriz 6.2. Matriz de comparação de paridade entre *atributos provedores de agilidade k* inseridos na *área chave da empresa pessoas j* pertinente à *rede de hierarquia de controle* para a *habilidade de superação percepção e resposta a*.

PESSOAS		ICTD	ETC	CM	IFH	ATHC	A <sub>Dkja</sub>
ICTD		1	6	8	1/6	1/6	0,154
ETC		1/6	1	6	1/6	1/6	0,077
CM		1/8	1/6	1	1/8	1/8	0,029
IFH		6	6	8	1	1/6	0,252
ATHC		6	6	8	6	1	0,488
soma		13,292	19,167	31,000	7,468	1,625	1,000

O próximo questionamento é :

“Qual o *índice de importância relativa*  $S_{rkja}$  de cada *direcionador de agilidade*  $r$  (quando comparado ao outro), sobre o *atributo provedor de agilidade*  $k$  de *área chave da empresa*  $j$  na *rede de hierarquia de controle de habilidade de superação*  $a$  ?”

No total são construídas 109 matrizes, sendo 25, 27, 29 e 28 matrizes de comparação par-a-par para as respectivas *redes de hierarquia de controle* percepção e resposta, competências, flexibilidade e velocidade.

Matriz 6.3. Matriz de comparação de paridade entre *direcionadores de agilidade*  $r$  sobre o *atributo provedor de agilidade* cultura para mudanças  $k$  inserido na *área chave da empresa* pessoas  $j$  pertinente à *rede de hierarquia de controle* para a *habilidade de superação* percepção e resposta  $a$ .

GM	0,113	0,174	0,275	0,163	0,091	0,082	0,102	$S_{rkja}$
1	1	1/5	1/3	1/2	3	4	6	0,113
5		1	2	1/3	1/6	1/2	4	0,174
3			1	8	5	4	6	0,275
2				1	2	5	7	0,163
1/3					1	1/7	1/9	0,091
1/4						1	1/5	0,082
1/6							1	0,102
soma	11,750	12,950	4,075	10,676	27,167	19,643	24,311	1,000

De modo análogo faz-se o mesmo de questionamento anterior para as análises de *práticas de agilidade*  $s$  e de alternativas de *sistemas de custeio*  $sc$ , determinando seus índices de importância relativa  $S_{skja}$  e  $S_{sckja}$ , respectivamente. No Capítulo 7, serão apresentadas as matrizes para a *prática de agilidade*  $s$  e para a alternativa de *sistema de custeio*  $sc$ , ambas pertinentes ao estudo de caso apresentado neste capítulo.

### Passo 3 Determinação das matrizes de comparação par-a-par de interdependências

Esta etapa se justifica por refletir as interdependências que ocorrem em cada *rede de hierarquia de controle de habilidade de superação*  $a$ . A questão a ser levantada é:

“Quando considerado o *atributo provedor de agilidade*  $k_1$ , qual o *índice de importância relativa*  $eW_{kja}$ , da comparação par-a-par dos *atributos provedores de agilidade*  $k_2$  e  $k_3$ , ambos pertencentes à *área chave da empresa*  $j$ , sobre a *rede de hierarquia de controle de habilidade de superação*  $a$ ?”

Ao todo, são construídas 120 matrizes de comparação de paridade de *atributos provedores de agilidade*  $k$ , sendo 30 para cada *rede de hierarquia de controle de habilidade de superação*  $a$ .

Matriz 6.4. Matriz de comparação de paridade entre *atributos provedores de agilidade*  $k_2$  e  $k_3$ , sobre o *atributo provedor de agilidade cultura para mudanças*  $k_1$ , todos pertencentes à *área chave da empresa pessoas*  $j$  pertinente à *rede de hierarquia de controle* para a *habilidade de superação percepção e resposta*  $a$ .

	ICTD	ETC	CM	IFTH	ATHC	$eW_{kja}$
ICTD	1	3	0	3	4	0,481
ETC	1/3	1	0	1/4	1/6	0,089
CM	0	0	0	0	0	0,000
IFTH	1/3	4	0	1	2	0,237
ATHC	1/4	6	0	1/2	1	0,201
soma	1,917	14,000	0,000	4,750	7,167	1,000

#### Passo 4 Formação e análises da supermatriz M

Os valores  $eW_{kja}$ , obtidos no passo anterior, referentes a cada *atributo provedor de agilidade*  $k_1$ , em cada *área chave da empresa*  $j$ , alimentarão a Supermatriz  $M$  pertinente a cada *habilidade de superação*  $a$ , totalizando quatro supermatrizes.

Cada um dos valores diferentes de zero em cada Supermatriz  $M$  são *índices de importância relativa* associados às matrizes de comparação par-a-par de interdependências. Neste exemplo, não são consideradas interdependências dos *clusters* das *áreas chaves da empresa*  $j$  e seus *atributos provedores de agilidade*  $k_{ja}$ . Se existir interdependência dos *atributos provedores de agilidade*, pertencentes a *clusters* distintos, a supermatriz  $M$  terá obtido sub-matrizes de diagonal diferente de zero, conforme Meade & Sarkis (1999).

Meade & Sarkis (1999) relatam que a supermatriz resultante deve ter colunas estocásticas, ou seja, cada coluna da supermatriz terá somatória igual a um. Caso isto não ocorra, a matriz não é uma coluna estocástica, em outras palavras, há interdependência de *clusters*. Para maiores informações, consulte o Anexo VI.

É necessário que a supermatriz tenha colunas estocásticas para se convergir. Meade & Sarkis (1999) aborda a convergência das relações de interdependências elevando a Supermatriz  $\mathbf{M}$  à potência de  $2k+1$ , onde  $k$  é um número arbitrário de valor elevado.

Desta forma, para as *relações de interdependências I* dentro do nível de componentes de *atributos provedores de agilidade k*, determina-se o *índice de importância relativa*  $\mathbf{A}_{kja}^I$ . Este índice refere-se a cada *atributo provedor de agilidade k* pertencente a sua respectiva *área chave da empresa j* na *rede de hierarquia de controle da habilidade de superação a*. As Matrizes 6.5 e 6.6 referem-se as Supermatrizes  $\mathbf{M}$  e  $\mathbf{M}^{2k+1}$  respectivamente.





**Passo 5** *Análise dos direcionadores de agilidade, das práticas de agilidade e dos sistemas de custeio para cada rede de hierarquia de controle*

Direcionadores de agilidade r :

A Equação 6.1 determina o *índice de importância desejável*  $D_{ra}$  para cada *direcionador de agilidade r* pertinente a uma *rede de hierarquia de controle de habilidade de superação a*. No total, serão construídas quatro tabelas, uma para cada *habilidade de superação a*.

$$D_{ra} = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^{K_{ja}} P_{ja} * A_{kja}^D * A_{kja}^I * S_{rkja} \quad (6.1)$$

Práticas de agilidade s:

A Equação 6.2 determina o *índice de importância desejável*  $D_{sa}$  para cada *prática de agilidade s* pertinente a uma *rede de hierarquia de controle de habilidade de superação a*. No total, serão construídas quatro tabelas, uma para cada *habilidade de superação a*.

$$D_{sa} = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^{K_{ja}} P_{ja} * A_{kja}^D * A_{kja}^I * S_{skja} \quad (6.2)$$

Sistemas de custeio s :

A Equação 6.3 determina o *índice de importância desejável*  $D_{sca}$  para cada *sistema de custeio sc* pertinente a uma *rede de hierarquia de controle de habilidade de superação a*. No total, serão construídas quatro tabelas, uma para cada *habilidade de superação a*.

$$D_{sca} = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^{K_{ja}} P_{ja} * A_{kja}^D * A_{kja}^I * S_{sckja} \quad (6.3)$$

Devido ao fator espaço e formatação de páginas deste trabalho, serão apresentados na Tabela 6.1 apenas os *índices de importância desejável*  $D_{ra}$  para cada *direcionador de agilidade*  $r$  pertinente a uma *rede de hierarquia de controle de habilidade de superação percepção e resposta a*.

A Tabela 6.1 ilustra os cálculos dos *índices de importância desejável*  $D_{ra}$  para os *direcionadores de agilidade* inseridos na hierarquia de controle de *habilidade de superação percepção e resposta*. As oito colunas finais apresentam os valores ponderados da influência dos *direcionadores de agilidade* sobre a *habilidade de superação percepção e resposta*, considerando cada índice calculado anteriormente (  $P_{ja} * A_{kja}^D * A_{kja}^I * S_{rkja}$  ). A somatória destes resultados por coluna representa os *índices de importância desejável*  $D_{ra}$  para cada *direcionador de agilidade*, ilustrados e destacados na última linha da Tabela 6.1.



**Passo 6 Determinação dos índices de importância relativa  $C_a$**

Pela comparação par-a-par das *habilidades de superação a* pode-se determinar o *índice de importância relativa  $C_a$*  como respostas às mudanças no ambiente de manufatura.

Matriz 6.7. Matriz de comparação de paridade entre as *habilidades de superação a*, para a determinação do *índice de importância relativa  $C_a$* .

	PERCEP	COMPET	FLEXIB	VELOCI	$C_a$
PERCEP	1	2	3	3	0,437
COMPET	1/2	1	1/2	2	0,199
FLEXIB	1/3	2	1	1/2	0,187
VELOCI	1/3	1/2	2	1	0,177
soma	2,167	5,500	6,500	6,500	1,000

**Passo 7 Determinação dos índices ponderados de agilidade AWI para direcionadores de agilidade, práticas de agilidade e sistemas de custeio**

Direcionadores de agilidade  $r$ :

O *índice ponderado de agilidade  $AWI_r$*  (para um *direcionador de agilidade  $r$* ) é somatório do produto dos *índice desejável  $D_{ra}$*  do *direcionador de agilidade  $r$*  (de cada *habilidade de superação a*) pelo *índice de importância relativa  $C_a$*  para cada *habilidade de superação a* em respostas às mudanças impostas pelo ambiente de manufatura.

$$AWI_r = \sum_a D_{ra} * C_a \quad (6.4)$$

Os valores ponderados apresentados na Tabela 6.2 indicam que o *direcionador de agilidade mudanças na tecnologia* tem a maior influência na empresa, e esta, para se tornar ágil, deverá ter respostas mais efetivas a este *direcionador de agilidade*. Desta forma, a empresa poderá estabelecer ações em função das prioridades estabelecidas e embasadas nestes valores ponderados. Meade e Sarkis (1999) afirmam que as relações e as operações matemáticas são

muito dependentes da forma como a informação é extraída da equipe responsável pela tomada de decisão.

Tabela 6.2. *Índice ponderado de agilidade AWI<sub>r</sub> para cada direcionador de agilidade r.*

	Ca							
PERCEP	0,437	0,032	0,035	0,021	0,052	0,030	0,026	0,036
COMPET	0,199	0,023	0,025	0,033	0,050	0,020	0,019	0,020
FLEXIB	0,187	0,014	0,016	0,015	0,070	0,027	0,026	0,011
VELOC	0,177	0,016	0,018	0,017	0,079	0,030	0,029	0,012
AWI <sub>r</sub>		0,024	0,026	0,022	0,060	0,027	0,025	0,024

Práticas de agilidade s:

O índice ponderado de agilidade AWI<sub>s</sub> (para uma prática de agilidade s) é o somatório do produto do índice desejável D<sub>sa</sub> de prática de agilidade s (de cada habilidade de superação a) pelo índice de importância relativa C<sub>a</sub> para cada habilidade de superação a em respostas às mudanças impostas pelo ambiente de manufatura.

$$AWI_s = \sum_a D_{sa} * C_a \tag{6.5}$$

Sistemas de custeio sc:

O índice ponderado de agilidade AWI<sub>sc</sub> para um sistema de custeio sc é somatório do produto do índice desejável D<sub>sca</sub> de cada sistema de custeio sc (de cada habilidade de superação a) pelo índice de importância relativa C<sub>a</sub> para cada habilidade de superação a em respostas às mudanças impostas pelo ambiente de manufatura.

$$AWI_{sc} = \sum_a D_{sca} * C_a \tag{6.6}$$

Tanto o *Índice ponderado de agilidade*  $AWI_s$ , para cada *prática de agilidade*  $s$  quanto os índices  $AWI_{sc}$  para cada *sistema de custeio*  $sc$  serão apresentados no Capítulo 7 e farão parte do estudo de caso apresentado neste capítulo.

#### 6.2.4. Considerações e Conclusões Sobre a Metodologia

Este modelo busca, por meio de uma equipe de tomada de decisão, determinar o nível de agilidade requerido pela empresa, bem como procura definir o índice de agilidade da mesma. Pode-se utilizá-lo também para filtrar e determinar a melhor alternativa de *ferramentas de agilidade* a serem implantadas pela empresa. As alternativas dentro da estrutura, visualizadas pela equipe de tomada de decisão, terão implicações estratégicas para a empresa.

Meade & Sarkis (1999) argumentam que a metodologia *ANP* mostra-se benéfica por considerar tanto as características quantitativas como qualitativas, que devem ser consideradas da mesma maneira que as relações interdependentes não-lineares dos atributos inseridos nestas considerações devem ser entendidas.

Extrair informações da equipe de tomada de decisão para este modelo é uma tarefa tediosa, pois requer um número muito grande de matrizes de comparações de paridade entre os atributos. Pamplona (1997) desenvolveu em sua tese de doutorado, um aplicativo computacional para criar as matrizes de paridade na avaliação dos direcionadores de custo, utilizando a abordagem *AHP*. O presente trabalho empregou planilhas eletrônicas de cálculos para criar tais matrizes de paridades. Suas vantagens são a possibilidade de rastrear cálculos e a simplicidade de uso pela equipe, considerando que a equipe tenha pessoas capacitadas para este recurso computacional.

Devido ao tempo e ao esforço requeridos por um processo típico *ANP*, esta metodologia deverá ser empregada em decisões mais estratégicas.

### 6.3. METODOLOGIA PARA GERENCIAMENTO DE CUSTOS

A metodologia aqui desenvolvida se baseia no uso dos sistemas avançados de gestão de custos descritos no Capítulo 5 e, aplicados, de uma forma integrada, no ambiente de manufatura ágil. O objetivo desta metodologia é empregar de forma racional tais ferramentas correlacionadas entre si, justificando o seu uso dentro de uma empresa caracterizada como ágil.

A metodologia consiste em determinar o custo do produto, tanto na fase de desenvolvimento (para produtos novos e remodelados a serem lançados no mercado) quanto na fase de produção. Sendo assim, é necessário que a empresa consiga integrar as informações entre os sistemas de custeio, de tal forma a determinar o custo do produto com mais eficácia. A integração entre os sistemas de custeio apresentados nesta metodologia se dará através do *ABM Estratégico (ABC/M e custeio meta)* e *ABM Operacional (ABC/M e custeio kaizen)*.

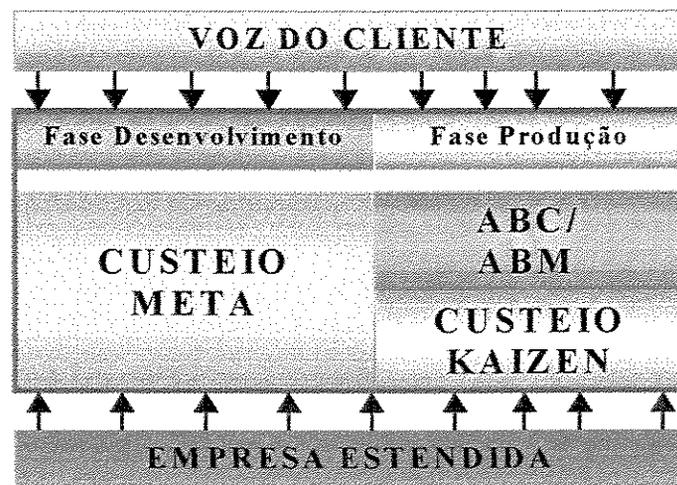


Figura 6.4. Metodologia Proposta de Apuração de Custos de Produto para Manufatura Ágil.

As setas na Figura 6.4 representam a troca de informações entre empresa/clientes e empresa/fornecedores/distribuidores.

Informações precisas e relevantes sobre os custos são pontos críticos para qualquer empresa que procura manter e melhorar a sua posição competitiva. Esta metodologia procura fornecer uma visão geral do processo de desenvolvimento, implantação e aplicação dos sistemas de custeio integrados dentro da empresa.

A metodologia fornece à equipe responsável pela determinação do custo do produto, tanto na fase de produção (*ABC/ABM e custeio kaizen*) quanto na fase de desenvolvimento (*custeio meta*), as seguintes considerações quanto a sua implementação:

- Um entendimento do papel e da responsabilidade da equipe no desenvolvimento deste projeto;
- Um auxílio para convencer a empresa da sua necessidade em rever o sistema de custeio implantado;
- Uma visão geral de como implementar um sistema de custeio integrado e eficaz;
- Um método prático de como apurar o custo de um produto, esteja ele em fase de produção ou desenvolvimento;
- Uma proposta de melhorias para processos, atividades e produtos;
- Um melhor entendimento de custos do produto, processo de negócio e atividade, sendo o meio mais seguro de tomada de decisão de negócio.

A equipe responsável pela implementação e aplicação desta metodologia deverá ter um nível de conhecimento apropriado que auxilie a focalizar a integração dos sistemas de custeio como um todo, desde o seu início. Isto contribuirá para que a equipe possa identificar a unidade apropriada (produtos, processos, etc.) para análise.

Na fase de implantação, a equipe deverá ser capaz de julgar o nível de detalhamento do sistema em estudo e o melhor entendimento do fluxo de custos, em toda a empresa. Uma vez implementada a metodologia, a equipe terá um entendimento do fluxo de informação mais detalhado, o que é necessário ao suporte dos sistemas integrados.

A metodologia será empregada com os seguintes propósitos:

- 1º. Determinar o custo de produto em produção (produto existente);
- 2º. Determinar o custo de produto com modificações (produto remodelado); e
- 3º. Determinar o custo de produto novo no mercado (produto lançamento).

Para retratar melhor a metodologia proposta, adaptar-se-ão os dados extraídos do estudo de caso apresentado em Souza et al. (2001). Visando preservar os dados reais da empresa será utilizada neste trabalho a moeda fictícia *Unidade Monetária Padrão (UPS)*.

### **6.3.1. Considerações preliminares**

A principal ferramenta que pode auxiliar a empresa a tornar-se competitiva é a análise do ambiente de negócio. Certo & Peter (1993) definem a análise do ambiente como o processo de monitoramento do ambiente organizacional para identificar os riscos e oportunidades atuais e futuros, que possam influenciar a capacidade das empresas em atingir suas metas. Ressalta-se que o ambiente de negócio é constituído por fatores internos e externos à organização.

Após esta análise do ambiente de negócio, a equipe responsável pela metodologia terá capacidade, entre outras, de

- Identificar o mix de produto da empresa e seus respectivos nichos de mercado;
- Identificar as oportunidades de negócios (nichos de mercados ainda não explorados);
- Identificar seus fornecedores e parceiros;
- Identificar seus concorrentes em potenciais;
- Identificar o sistema de custeio implantado na empresa;
- Identificar os recursos tecnológicos de informações implantados na empresa

O primeiro passo da metodologia proposta é determinar na fase de produção o custo do produto por meio do sistema *ABC* e, em seguida, utilizar as ferramentas do *ABM*. Caso este sistema conjugado não esteja ainda implantado, cabe à empresa preparar uma equipe responsável

pela implantação e operação do mesmo. Para pequenas e médias empresas, a implementação deverá ser efetuada em todas as áreas. Já para as grandes empresas, a implementação deverá ocorrer em uma ou mais áreas piloto, estendendo-se, em seguida, para a organização.

O *custeio kaizen* é um sistema que visa a redução de custo por meio de melhorias contínuas efetuadas no processo produtivo em períodos pré-estabelecidos. São estabelecidas metas periódicas de redução de custos para cada setor da empresa, e o setor que atingir sua meta é premiado. A prática de premiação de setor é muito comum nas empresas japonesas.

Com a redução de custo deste produto, a empresa pode atingir a sua lucratividade desejada ou tornar seu produto competitivo, reduzindo seu preço de venda, mantendo desta forma a margem de lucro.

É essencial que a empresa tenha um sistema de coleta e armazenagem de dados capaz de fornecer respostas rápidas e precisas aos membros da organização. É necessário que a empresa, ao implantar um aplicativo computacional que determine o custo de um produto por meio do *ABC/ABM*, seja amigável com o sistema corporativo da empresa (ERP) e vice versa. Tanto o *custeio kaizen* quanto o *custeio meta* farão uso das informações geradas por este aplicativo computacional ao estabelecer metas de redução de custo e determinar o *custo-meta*, respectivamente.

O *custeio meta* será aplicado para determinar o custo do produto que está em fase de produção, que será drasticamente modificado e, também, para o produto a ser lançado no mercado.

A Figura 6.5 ilustra as rotas de informações necessárias para determinar os custos do produto existente, do produto remodelado e do produto em lançamento.

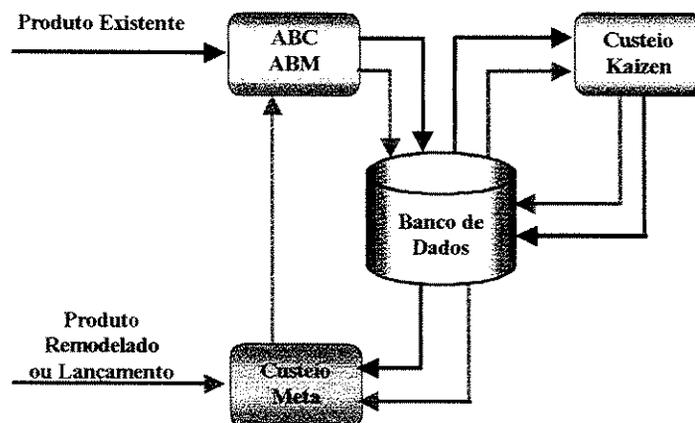


Figura 6.5. Rotas de informações para determinar o custo do produto atual, do produto remodelado e do produto inovador.

### 6.3.2. Determinação do Custo de Produto em Produção (Produto Existente)

Consiste em determinar o custo do produto que a empresa tem produzido e comercializado. Determina-se o seu custo por meio do *ABC* e em seguida, utiliza-se o *ABM* para analisar as atividades e propor melhorias. Por fim, *metas de redução de custo (kaizen cost)* do produto são estabelecidas pela implantação de melhorias identificadas pelo *ABM*.

#### *Activity-Based Costing (ABC): Sistema de Custeio Baseado em Atividade*

Deve se identificar, inicialmente, o objeto de custo, ou seja, o produto. A partir daí a equipe passa a identificar o processo necessário à fabricação deste produto. Deve se lembrar que um processo é constituído por atividades e estas, por sua vez, por tarefas ou operações.

A identificação do produto (objeto de custo) e de seu processo produtivo conduz à escolha das seguintes abordagens na determinação do seu custo:

- Decomposição simples em dois estágios;
- Decomposição em multiníveis com centro de re-agrupamentos de atividades;
- Processo.

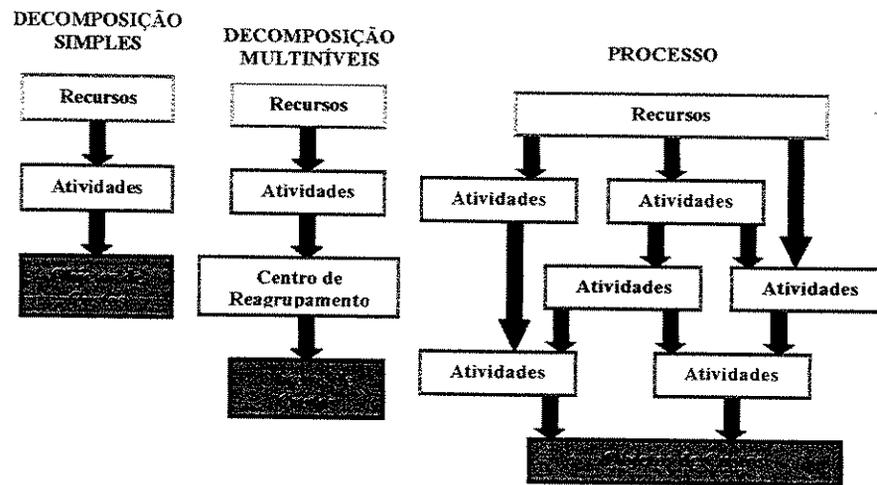


Figura 6.6. Abordagens para determinação de custo do produto utilizando o ABC.

Fonte Boisvert (1999).

### C.1. Colhendo Informações:

O objetivo aqui consiste em coletar informações necessárias para:

- C.1.1. Identificar as atividades realizadas pela empresa na confecção do produto;
- C.1.2. Identificar os recursos necessários ao produto e ao seu processo produtivo;
- C.1.3. Identificar os direcionadores ou índices de custo para recursos e atividades.

Souza et al. (2001) aplicaram as metodologias CAM-I e OMM em um estudo de caso, para determinar o custo de um produto por meio do ABC/ABM e propor melhorias no processo de fabricação deste. O primeiro passo é identificar os recursos necessários para cada atividade.

A Figura 6.7 apresenta as informações referentes a este estudo de caso: o processo de fabricação do produto F, constituído das atividades: inspeção, pintura, montagem, estoques e transportes, bem como os seus recursos necessários. A abordagem empregada para determinar o custo do produto é identificada como decomposição em multiníveis.

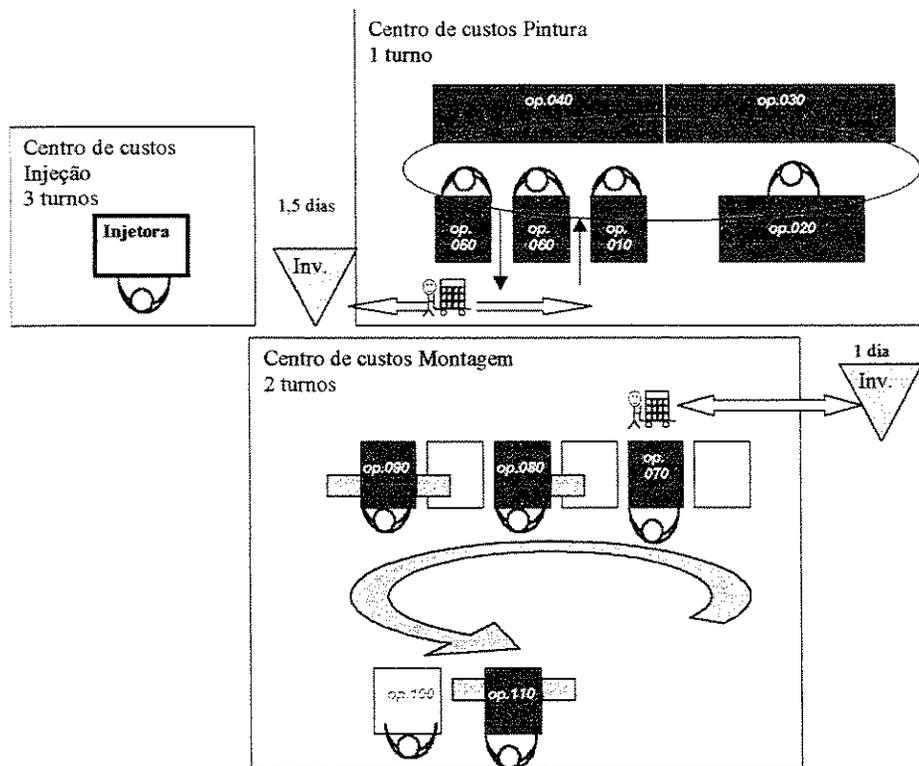


Figura 6.7. Layout do Processo para o Produto F.

Fonte: Souza et al. (2001).

Os problemas identificados no processo produtivo deste estudo de caso foram:

- Dois estoques intermediários para balancear a linha;
- O centro de custo pintura estava bastante distante dos centros de custos injeção e montagem, o que exigia movimentação de peças entre os estoques intermediários;
- O controle de qualidade era realizado no final da pintura e, ao se constatar algum defeito de injeção, perdia-se um dia e meio de produção da injetora;
- Lead Time de aproximadamente dois dias e meio.

A Planilha VII.1 no Anexo VII apresenta os dados referentes a este estudo de caso.

### **C.2. Determinando os custos das atividades:**

A Metodologia *OMM* é empregada para determinar os custos das atividades pelo *ABC*. O estudo de caso comprovou que esta metodologia é muito útil para o fornecimento de informações capaz de proporcionar melhorias ao processo produtivo e, conseqüentemente, a redução de custos.

Na Planilha VII.2 no Anexo VII são identificadas as atividades, os recursos consumidos por estas, os índices de custo, a capacidade produtiva e a ociosidade de cada atividade. Pela Metodologia *OMM* são determinados os custos e as perdas mensais de cada atividade.

### **C.3. Determinando o custo do produto:**

Após a determinação dos custos de cada atividade necessária ao produto, deve-se identificar os seus direcionadores ou índices de custo. Para este trabalho, será utilizada a Metodologia *OMM*.

Na Planilha VII.3 no Anexo VII são apresentados os custos de cada atividade e, conseqüentemente, é determinado o custo para o produto F. São determinados ainda os custos para os demais produtos e as ociosidades de cada atividade.

## ***Activity-Based Management (ABM): Gerenciamento Baseado em Atividade***

As principais tarefas nesta fase são:

- M.1.** Analisar direcionadores ou índices de custo para recursos e atividades.
- M.2.** Analisar atividades sob o ponto de vista valor agregado ao produto/serviço e/ou à empresa.
- M.3.** Atuar em atividades que não agregam valor ao produto/serviço e/ou à empresa.

A análise dos direcionadores ou índices de custo é importante para identificar e rastrear o consumo de recursos pelas atividades e de atividades pelos objetos de custos. Pamplona (1997), citando Nakagawa (1994), expõe que “o que se espera da exatidão dos números obtido é a eficiência do processo decisório, enquanto que o que se espera da acurácia dos mesmos números é a eficácia deste processo”.

A Planilha VII.3 no Anexo VII apresenta as atividades separadas em grupos que agregam valor e as que não agregam valor ao produto, e as atividades necessárias ao processo produtivo (Inspeção).

As atividades que não agregam valor ao produto devem ser eliminadas ou ter os seus custos reduzidos. No estudo de caso apresentado, as atividades de empacotar e armazenar, estoques 1 e 2, transportes 1 e 2, empacotamento são alvos de eliminação. As atividades carga e reciclagem são alvos de redução de custos .

As atividades que agregam valor ao produto e as atividades necessárias ao processo devem ser alvos de melhorias de processo com vista a aumentar a lucratividade.

Para o estudo de caso apresentado por Souza et al. (2001), as informações obtidas após o *ABM* serviram de base para propor as seguintes melhorias:

- Eliminação dos estoques intermediários;
- Eliminação das atividades de transportes por um novo layout;
- Redução do espaço físico necessário à atividade de pintura;
- Proporcionar o fluxo unitário de peças por meio das técnicas de manufatura enxuta;
- Redução das perdas por reciclagem de produtos.

Um novo layout produtivo, observado na Figura 6.8, foi proposto visando à eliminação das atividades que não agregavam valor ao produto e, conseqüentemente, a redução de custos.

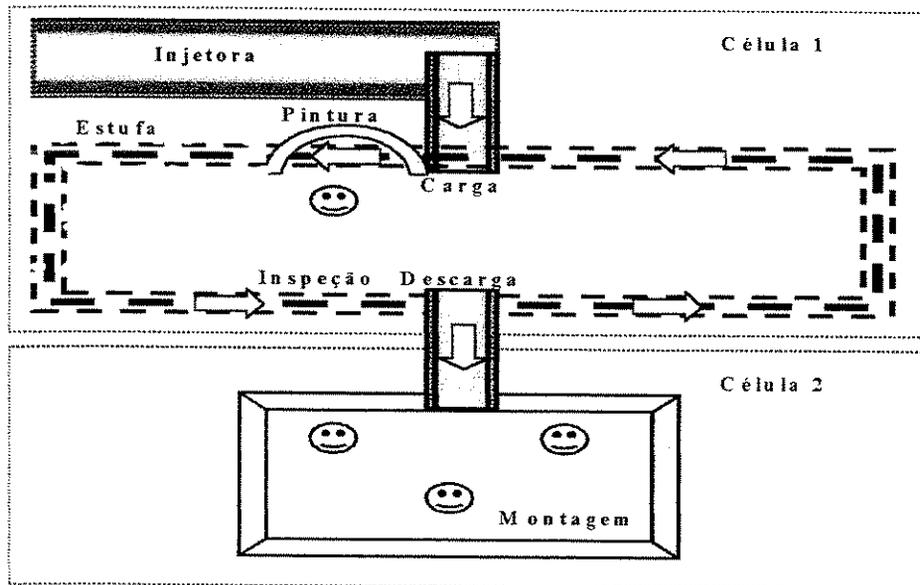


Figura 6.8. Layout proposto após análises das atividades pelo ABM.

Fonte: Souza et al. (2001)

### ***Kaizen Costing: Custeio Kaizen***

As principais atividades *kaizen* para a melhoria dos processos e a redução de custo, são:

- K.1.** Propor melhorias para componentes, processo e produto/serviço;
- K.2.** Estabelecer metas de redução de custos para atividades, componentes e produtos/serviços;
- K.3.** Calcular e avaliar a variação do *kaizen cost* (*custo real e custo-meta*) por período.

As informações obtidas por meio dos sistemas *ABC/ABM* são utilizadas nesta metodologia com vista às melhorias do processo. São estabelecidas as metas de redução de custo para o próximo período com bases nestas informações. A cada final de período (mensal, trimestral e anual), são avaliadas as variações nos custos, obtidas por meio das melhorias efetuadas neste mesmo período.

Os valores de metas de redução de custo são estabelecidos em função dos valores de ociosidade das atividades do layout atual. Deve-se lembrar que, com o novo layout, algumas atividades deixaram de existir.

Na Planilha VII.1 é determinada a quantidade de produtos F a serem produzidos (33 mil pares). A parcela de produtos reciclados (2,75 mil *pares*) é retirada desta quantidade e o valor resultante será o volume de produção previsto para o próximo período ( $V_f = 30,25$  mil pares).

A taxa do custo orçado por par prevista para o próximo período é obtida na Planilha VII.3 e se refere ao valor unitário do custo do produto com a ociosidade incluída ( $T_{OF} = \text{UP\$ } 0,83$  por par).

O *kaizen cost*, que reflete a redução de custo do produto por meio de melhorias, refere-se, neste estudo de caso, à redução do custo total da ociosidade determinada pela metodologia *OMM*. Logo, o valor do *kaizen cost* será obtido pelo volume de produção previsto para o próximo período multiplicado pela ociosidade unitária atual ( $KC = 30,25$  mil pares X UP\\$ 0,25 por par = UP\\$ 7.562,50)

Após a implantação do novo layout visto na Figura 6.8, foram levantados novos dados sobre as atividades (Planilha VII.4) e a determinação dos seus custos para este novo cenário, utilizando a metodologia *OMM* (Planilha VII.5).

A Planilha VII.6 apresenta os resultados finais deste estudo de caso. Novamente são apresentados os custos das atividades determinados tanto para a metodologia *CAM-I* quanto para a metodologia *OMM*. Estes valores serão utilizados para determinar a variação do *kaizen cost*.

O volume de produção real para este novo cenário é determinado considerando os valores apresentados na Planilha VII.4, referentes ao volume mensal produzido pela injetora (33 mil pares) e ao volume de perdas por reciclagem (1,08 mil pares). O volume de produção real para este período é, então, determinado como sendo  $V_r = 33 - 0,59 = 32,41$  mil pares.

A taxa do custo real por par produzida neste novo cenário, é obtida na Planilha VII.6 e se refere ao valor unitário do custo do produto com a ociosidade incluída ( $T_{CR} = \text{UP\$ } 0,52$  por par).

Uma vez estabelecidas as metas de redução de custo e aplicadas as melhorias na linha para o período corrente, determina-se a variação do *kaizen cost* conforme o sub-item “Medida e análise de variância do *kaizen cost*”, pertencente ao item “5.5 Diretrizes para o *Custeio Kaizen*”. O resultado final é representado graficamente na Figura 6.9.

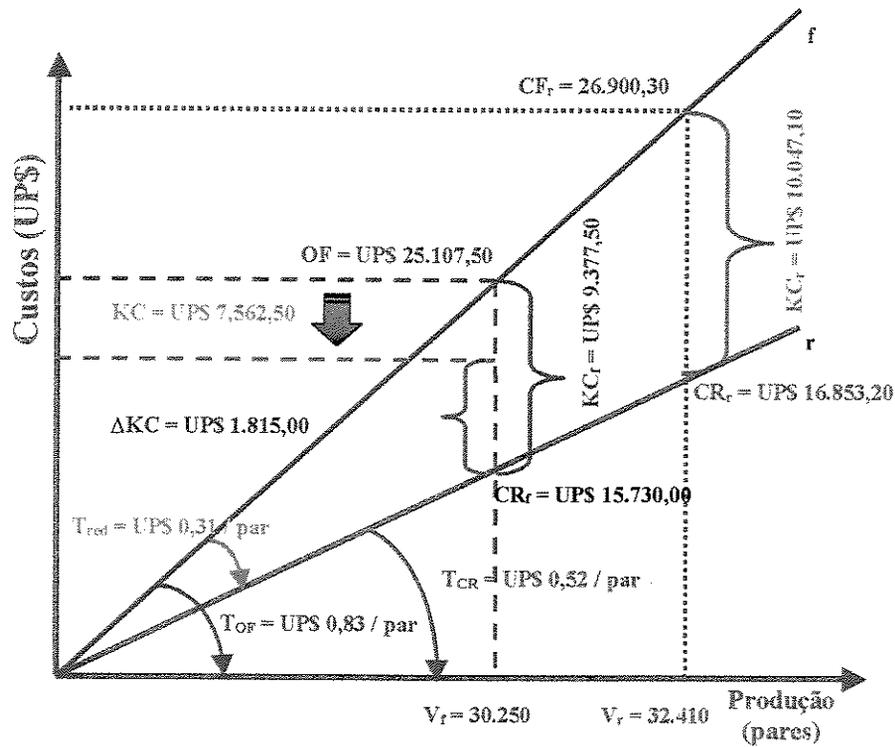


Figura 6.9. Determinação da variância do *kaizen cost*.

### 6.3.3. Determinação do Custo de Produto Remodelado ou Lançamento

Quando a empresa pretende mudar drasticamente o produto existente ou lançar um novo produto, deve estar atenta ao mercado cada vez mais competitivo. É importante salientar que preços são decididos pelo mercado e um grande número de competidores pode oferecer produtos similares a preços atrativos para os clientes. Com a maturidade das empresas no uso de novos

conceitos, novas tecnologias e/ou serviços, a base da competição mudou-se para o preço. As margens de lucro cada vez mais apertadas obrigam as empresas a focarem na redução de custo. Parte desta redução é obtida na fase de desenvolvimento do produto, uma vez que a maioria dos custos do produto é estabelecido nesta fase.

O objetivo da equipe responsável pelo projeto de um produto a ser remodelado ou de um produto novo é projetá-lo de forma que atenda completamente aos anseios dos clientes, que possa ser manufaturado a um alto nível de qualidade e que tenha um custo de produção inferior ao custo máximo permitido; em outras palavras, o custo de produção terá que ser inferior ao *custo-meta*.

A Figura 6.10 ilustra a formação do custo de um produto, desde a fase de desenvolvimento até a fase de distribuição. São traçadas duas curvas de custos: a curva em azul refere-se aos custos incorridos no momento de suas ocorrências e a curva em vermelho refere-se aos custos comprometidos com o desejo de produzir o produto. Observa-se que 80% dos custos de um produto já estão definidos nas fases de desenvolvimento, projeto e teste. É na fase de design do produto que são permitidas a redução de custos em todo o seu ciclo de vida. O uso do *custeio meta* torna-se importante na formação de estratégias da empresa para atingir nichos de mercados, com produtos que atendam os anseios dos clientes e com preços competitivos.

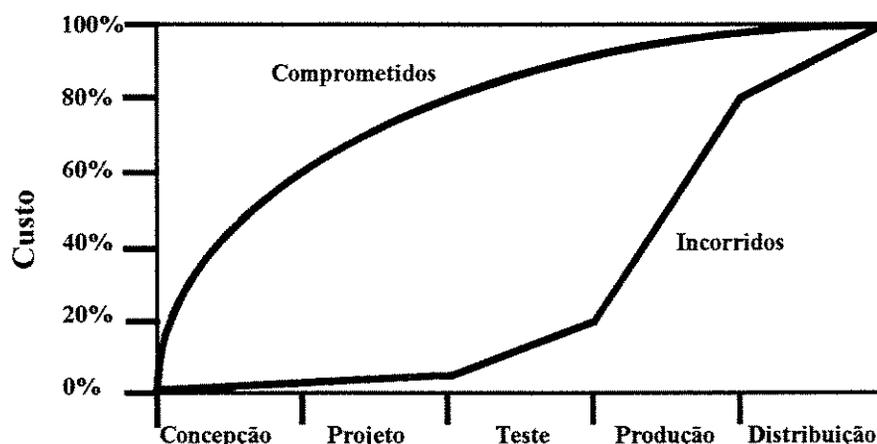


Figura 6.10. Comparação entre os custos incorridos e comprometidos.

Fonte: The CAM-I Target Cost Core Group (1997)

## ***Target costing: Sistema de Custeio Meta***

O *custeio meta* é a ferramenta empregada para estabelecer o custo máximo permitido a um produto na fase de desenvolvimento, sem que este produto perca os atributos desejados pelos clientes.

A metodologia proposta neste trabalho apresenta as seguintes etapas na determinação do custo do produto, utilizando o *custeio meta*:

### **T.1. Análise do Mercado:**

- T.1a.** Definir produto;
- T.1b.** Identificar nicho de mercado;
- T.1c.** Estimar demanda;
- T.1d.** Determinar *preço de venda*.

### **T.2. Análise da Lucratividade do Produto:**

- T.2a.** Definir *margem de lucro*;
- T.2b.** Determinar *custo-meta* para o produto.

### **T.3. Conceito e Viabilidade do Produto:**

- T.3a.** Definir as características funcionais do produto e seus componentes;
- T.3b.** Identificar as características funcionais/componentes que agregam valor ao produto;
- T.3c.** Identificar fornecedores;
- T.3d.** Estimar custos de produto, componentes e processos;
- T.3e.** Estratificar o *custo-meta* do produto para componentes e processos;
- T.3f.** Determinar o GAP entre o *custo-meta* e o *custo estimado* para cada produto, as características funcionais, os componentes e os processos.
- T.3g.** Identificar e atuar sobre as características funcionais, os componentes e os processos passíveis de redução de custos.
- T.3h.** Definir as características funcionais, os componentes e os processos para o produto/serviço final.
- T.3i.** Liberar produto para a produção

Todas estas etapas foram abordadas no Item 5.2: Diretrizes para o *Custeio Meta*, sendo que as principais serão enfocadas como simulação no exemplo ilustrativo a seguir.

### **Exemplo ilustrativo**

O produto utilizado para exemplificar o cálculo de seu custo na fase de produção é um retrovisor padrão de automóvel. A autopeça que o fabrica se sentiu ameaçada pelas concorrentes. Para se manter competitiva, esta autopeça lançou mão de duas estratégias:

- 1 Reestruturação da linha de produção de retrovisores automotivos, efetuada com o auxílio dos sistemas de custeio *ABC/ABM* e *custeio kaizen*;
- 2 Relançamento do retrovisor padrão com dispositivos de comandos mecânicos internos, efetuado com o auxílio do sistema de *custeio meta*.

#### **T.1. Análise do Mercado:**

A autopeça é responsável por 18% do mercado de retrovisores automotivos. Procurando aumentar sua participação no mercado, a autopeça firmou um novo contrato com o seu cliente para o fornecimento mensal de 15 mil pares do novo modelo de retrovisor. O *preço de venda* para a montadora do novo produto foi estabelecido, por contrato, em UP\$ 2,37 por par. Outras exigências feitas pela montadora com relação ao produto foram a melhoria na qualidade, a durabilidade do material e o design mais atrativo.

Tabela 6.3. Formação do custo por par do produto padrão antes da reestruturação da linha:

<b>Discriminação</b>	<b>Valor</b>
Custo de Materiais Direto	UP\$ 1,09
Custo de Produção	UP\$ 0,83
Custos Administrativos e Vendas	UP\$ 0,14
<b>Custo Total / par</b>	<b>UP\$ 2,06</b>

O custo de produção é retirado da Planilha VII.3 e equivale ao valor de UP\$ 0,83 por par. Os demais custos foram obtidos de outras fontes não fornecidas a este trabalho.

O *preço de venda* do produto padrão era calculado pelo *mark-up* de 20% sobre o custo total do produto. Neste caso o *preço de venda*, do produto padrão era de UP\$ 2,47. Com as mudanças observadas no mercado, a empresa não estava conseguindo estabelecer este *preço de venda*. A sua lucratividade tinha sido reduzida de quase UP\$ 0,10 por par com o novo contrato.

O custo estimado do retrovisor novo será o custo do retrovisor padrão após a reestruturação da linha, acrescido do custo de inserir o Sistema de Comando (UP\$ 0,88 / par). O Custo de Produção após a reestruturação da linha é de UP\$ 0,52 por par; tal valor é extraído da Planilha VII.6. Os custos de Materiais Diretos e Administrativos permaneceram inalterados. Neste caso, o Custo Estimado é de UP\$ 2,63 por par.

## **T.2. Análise da Lucratividade do Produto:**

Como o *preço de venda PV* foi determinado pela montadora, a autopeça não podia mais utilizar o *mark-up* para definir sua lucratividade. A empresa ficou impossibilitada de utilizar a Equação 5.1, pois não havia dados históricos precisos, tendo optado por estabelecer a *margem de lucro ML* utilizada pelo setor autopeças, hoje em torno de 12%.

O *lucro desejado* ou *lucro meta LD* pode ser determinado pela seguinte equação:

$$\mathbf{LD=ML*PV} \qquad \qquad \qquad \mathbf{(6.7)}$$

O *lucro desejado* para o novo produto é de LD = UP\$ 0,28 por par.

O *custo-meta* determinado pela Equação 4.1 é de TC = UP\$ 2,09 por par.

De imediato, observa-se que o valor do *custo-meta* do novo produto está R\$ 0,03 por par acima do custo total do produto padrão antes da reestruturação da linha de produção. Este custo do produto padrão juntamente com o custo do sistema de controle formará o custo flutuante. É importante considerar que a montadora exige que o produto novo tenha melhor acabamento e qualidade superior ao produto padrão. Estas condições justificam a reestruturação da linha.

### **T.3. Conceito e Viabilidade do Produto:**

Esta etapa do *custeio meta* é essencial para o sucesso ou fracasso do produto, pois é onde que são traduzidos os anseios e as necessidades dos clientes para o produto. São os anseios e as necessidades dos clientes que formam a base para a engenharia de design do produto. Os engenheiros devem assegurar que o produto contenha todas as características importantes para os clientes.

Um espelho retrovisor padrão é constituído de três componentes principais: o corpo externo, o receptáculo do espelho e o próprio espelho. Para o novo retrovisor, é agregado o sistema de controle mecânico. As características funcionais para os componentes do retrovisor novo são: fixar o conjunto ao carro, fixar o espelho ao conjunto, refletir a imagem e posicionar o espelho.

#### **Determinando o GAP:**

O GAP é estabelecido entre o valor por par do custo estimado (UP\$ 2,63) e o *custo-meta* (UP\$ 2,09), igual a UP\$ 0,54 por par para este estudo de caso. Este valor representa a redução de custo que a autopeça deverá efetuar para atingir a sua lucratividade e honrar seus compromissos.

A partir desta etapa, passa-se a utilizar as *core tools*, essenciais ao *custeio meta* apresentadas no Anexo V. Para este estudo de caso, será apenas utilizada a *engenharia do valor* bem simplificada.

### Engenharia do Valor:

Utiliza-se esta ferramenta, conforme The CAM-I Target Cost Core Group (1997), para analisar os vários componentes de produto e determinar como fornecer suas funções pelo mínimo custo total, sem nenhuma redução no seu desempenho requerido, na sua integridade, na sua manutenibilidade, na sua qualidade, na sua segurança, na sua reciclabilidade e na sua usabilidade.

A primeira etapa a ser realizada é a definição do custo de cada componente em relação a sua função, em termos de UP\$ e %. O custo do retrovisor novo será estimado considerando o custo do retrovisor padrão antigo, mais o custo estimado do sistema de comando.

Tabela 6.4. Estratificação do custo dos componentes por funções (CR: Custo Relativo) do retrovisor novo.

Componente	Função	Custo Relativo	
		UP\$	%
Corpo Externo	fixar o conjunto ao carro	0,55	20,9
Receptáculo	fixar o espelho ao conjunto	0,71	27,0
Espelho	refletir a imagem	0,49	18,6
Sistema de Comando	posicionar o espelho	0,88	33,5
<b>Total</b>		<b>2,63</b>	<b>100</b>

Deve-se identificar as características importantes do retrovisor aos olhos do cliente e determinar um ranking para elas, como visto na Tabela 6.5. O próximo passo é determinar a parcela de importância relativa para cada componente de uma dada característica. O objetivo final é determinar o valor de importância relativa de cada componente, incluindo todas as características desejadas pelos clientes.

Tabela 6.5. Análise das características (IR: Importância Relativa) de cada componente do retrovisor novo.

Características percebidas pelos clientes	Componentes				Ranking relativo de características
	Corpo Externo	Receptáculo	Espelho	Sist. Controle	
Estética	0,60*22%=13,2%	0,10*22%=2,2%	0,20*22%=4,4%	0,10*22%=2,2%	22%
Visibilidade		0,10*34%=3,4%	0,70*34%=23,8%	0,20*34%=6,8%	34%
Ajustabilidade		0,20*26%=5,2%	0,20*26%=5,2%	0,60*26%=15,6%	26%
Durabilidade	0,20*18%=3,6%	0,30*18%=5,4%	0,30*18%=5,4%	0,20*18%=3,6%	18%
<b>IR=</b>	<b>16,8%</b>	<b>16,2%</b>	<b>38,8%</b>	<b>28,2%</b>	<b>100%</b>

A engenharia do valor consiste de três passos, de acordo com The CAM-I Target Cost Core Group (1997):

1. Identificar os componentes para redução de custo;
2. Gerar idéias de redução de custo; e
3. Testar e implementar idéias promissoras.

A identificação de componentes para redução de custo é efetuada pela determinação do *índice de valor*. A definição deste índice é estabelecida pela razão do grau de importância ou valor para o cliente e a porcentagem do custo total devotado a cada componente. (The CAM-I Target Cost Core Group (1997)).

$$IV = \frac{IR}{CR} \quad (6.8)$$

$IV > 1$  indica componentes com oportunidade de aumento em seus custos, de tal forma a agregar valor ao produto, aumentando a sua vantagem competitiva e lucratividade.

$IV < 1$  indica componentes candidatos à redução de custo pela *engenharia do valor*.

Na Tabela 6.6 os componentes: Corpo Externo, Receptáculo e Sistema de Controle são identificados com  $IV < 1$ . Estes dois primeiros componentes são produzidos pela injetora na própria linha de produção. O Sistema de Comando é adquirido de terceiros. Verifica-se, também, que o Espelho tem  $IV > 1$ , ficando isento de redução de custo.

Tabela 6.6. Determinação do Índice de Valor para cada componente do retrovisor novo.

Componente	Custo do Componente	Importância Relativa	Índice de Valor	Ação implicada
Corpo Externo	20,9 %	16,8 %	0,80	Reduzir
Receptáculo	27,0 %	16,2 %	0,60	Reduzir
Espelho	18,6 %	38,8 %	2,09	Aumentar
Sistema de Controle	33,5 %	28,2 %	0,84	Reduzir
	100%	100%		

A Figura 6.11 apresenta o *índice de valor IV* para cada componente. É plotada a zona ótima, onde não há necessidade de tomada de ação. A área acima da zona ótima indica os componentes prioritários para a redução de custo, e a área abaixo da zona ótima indica os componentes propensos ao aumento de valor. A autopeça terá que estabelecer planos de redução de custo para os componentes Corpo Externo, Receptáculo e Sistema de Controle.

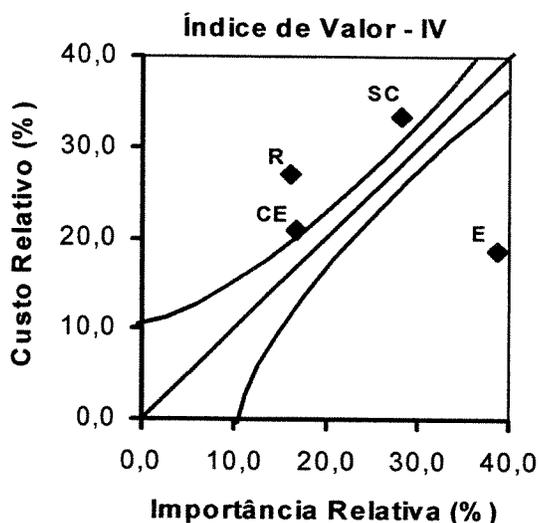


Figura 6.11. Índice de Valor para cada componente do retrovisor novo.

A próxima etapa consiste em gerar idéias para a redução de custos, por meio de idéias criativas e *brainstorming*. A proposta é perguntar o que pode ser reduzido, eliminado, combinado, substituído etc. a ponto de fornecer o mesmo nível de funcionalidade a um custo menor. (The CAM-I Target Cost Core Group (1997)).

Para o estudo de caso, ainda não foi preparada nenhuma modificação no produto, pois a linha foi reestruturada e não foi estabelecido o custo real do retrovisor novo. Logo, não haverá necessidade de implementar mudanças no produto por enquanto.

Estabelecendo as metas de redução de custo (*kaizen cost*):

Os componentes: Corpo Externo, Receptáculo e Sistemas de Controle são passíveis de redução de custos. Para estes, são determinadas as metas de redução de custo na Tabela 6.7.

Tabela 6.7. Metas de redução de custos para cada componente por par do retrovisor novo:

<b>Componentes</b>	<b>Custo</b>	<b>GAP</b>	<b>Operações</b>	<b><i>kaizen cost</i></b>
Corpo Externo	UP\$ 0,55		$0,55 / 2,14 * 0,54$	<b>UP\$ 0,14</b>
Receptáculo	UP\$ 0,71	UP\$ 0,54	$0,71 / 2,14 * 0,54$	<b>UP\$ 0,18</b>
Sistema de Controle	UP\$ 0,86		$0,86 / 2,14 * 0,54$	<b>UP\$ 0,22</b>
<b>Total</b>	<b>UP\$ 2,14</b>			<b>UP\$ 0,54</b>

Depois de estabelecidos o *custo-meta* e as metas de redução de custo para o produto, a empresa dispara o produto para a produção. A partir daí, a equipe responsável pelo sistema de gerenciamento de custo dentro da empresa passa a acompanhar a produção, determinando o custo do produto pelo *ABC*, implementando as melhorias pelo *ABM*, estabelecendo e avaliando as reduções de custo de processos pelo *custeio kaizen*.

Determinando o custo do retrovisor novo na nova linha produtiva:

A Planilha VII.6: Resultado Final no Anexo VII, apresenta o custo de produção do retrovisor padrão para a linha reestruturada. Considerando que o retrovisor novo utiliza os

mesmos recursos produtivos do retrovisor padrão, logo se tem a nova estrutura de custo final do retrovisor novo:

Tabela 6.8. Formação do custo por par do retrovisor após a reestruturação da linha:

<b>Discriminação</b>	<b>Valor</b>
Custo de Materiais Direto	UP\$ 1,19
Custo de Produção	UP\$ 0,52
Custos Administrativos e Vendas	UP\$ 0,14
Custo do Sistema de Controle	UP\$ 0,88
<b>Custo Total / par</b>	<b>UP\$ 2,63</b>

O custo de material direto passa a ser o foco da redução de custo do produto para que se atinja o lucro desejado, o produto continua deficitário por enquanto. As metas de redução de custo para os componentes Corpo Externo e Receptáculo devem ser atingidas com a redução do custo de seu materiais diretos. Para que isto ocorra, a autopeça deverá negociar preços com os fornecedores e utilizar materiais alternativos mais baratos, mantendo a qualidade e o desempenho funcional dos componentes. Quanto ao Sistema de Controle, a autopeça terá que promover um programa de redução de custo junto ao fornecedor do componente e, assim, atingir a meta pré-estabelecida.

#### Resultados:

As curvas de custos representadas na Figura 6.12 mostram os resultados de redução de custo para os produtos retrovisor padrão (efetuada com a reestruturação da linha: *ABC/ABM custeio kaizen*) e retrovisor novo (efetuada com a engenharia do valor: *custeio meta*).

Observa-se que os valores de custo para a curva do ciclo de vida do retrovisor novo são acrescidos de UP\$ 0,88, devido à inclusão do sistema de controle neste modelo. Caso a empresa resolva continuar a produzir o retrovisor padrão e atender à necessidade de um cliente, a curva do ciclo de vida do retrovisor padrão será a mesma do retrovisor novo. Vale ressaltar que o retrovisor padrão, neste novo cenário, é altamente competitivo devido às melhorias efetuadas na sua linha de produção e no produto.

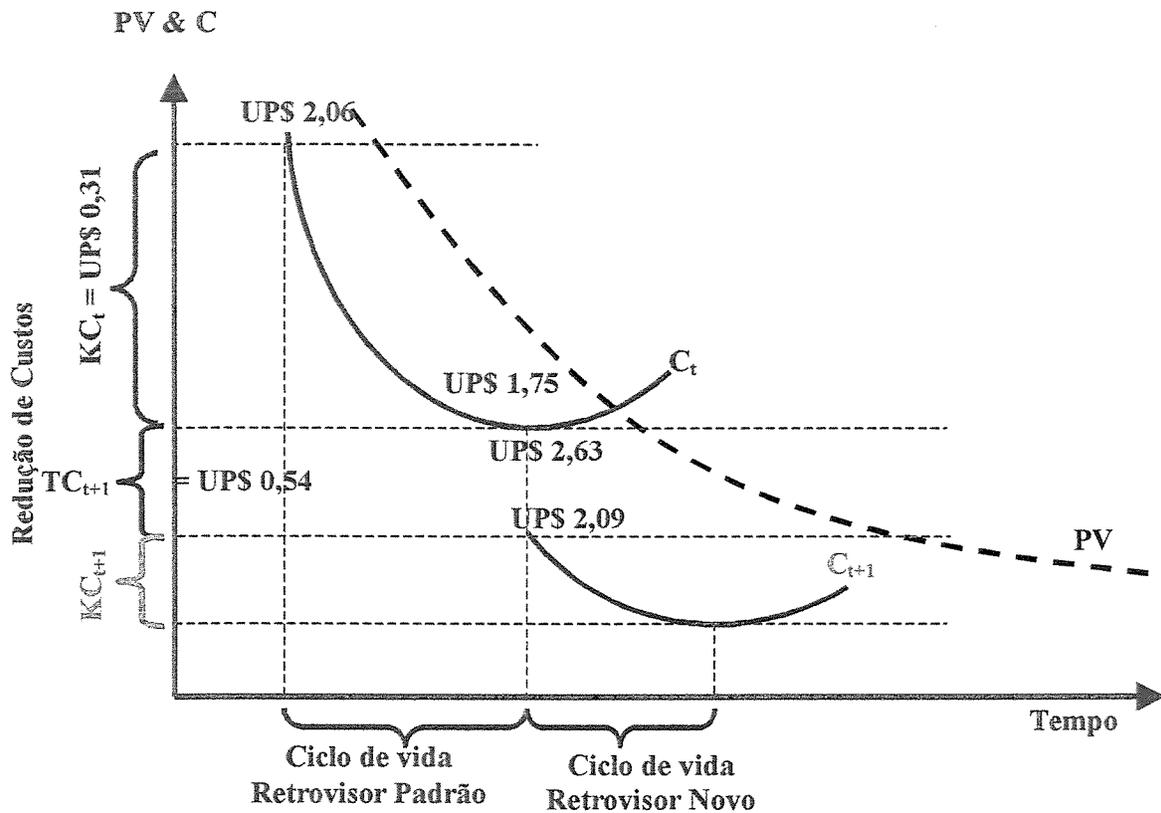
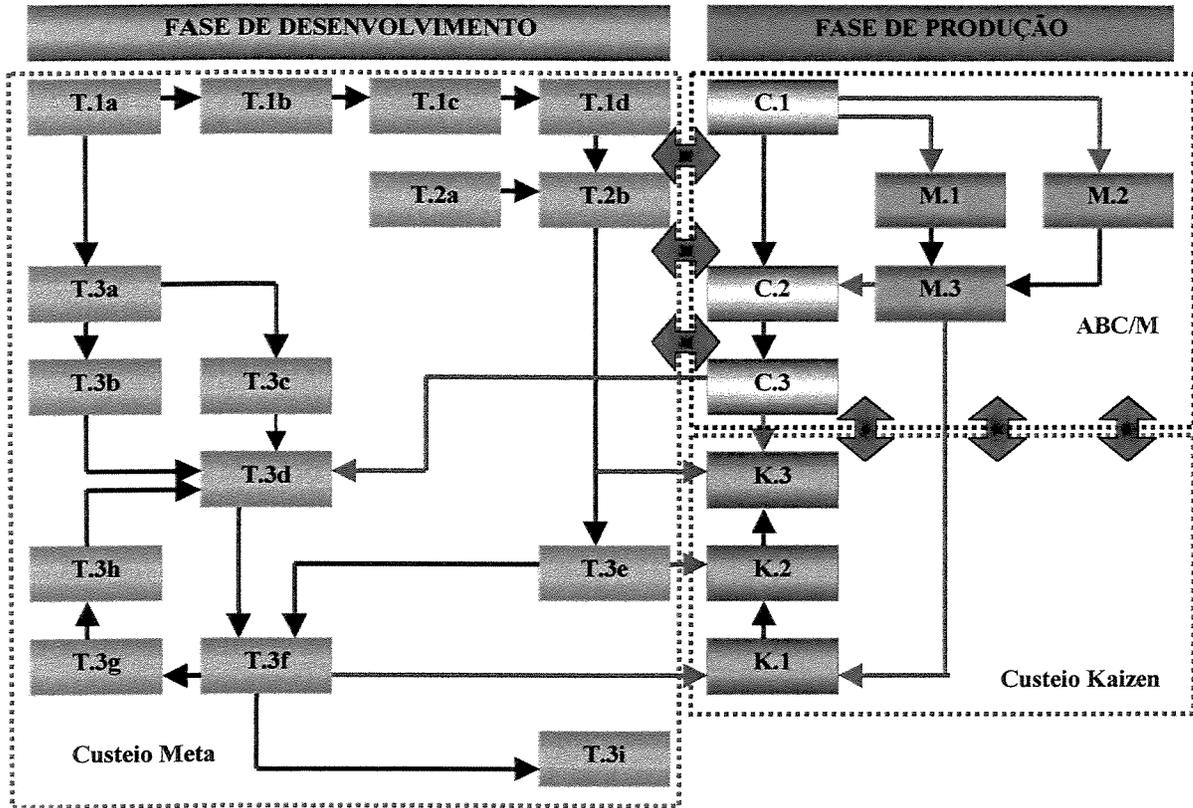


Figura 6.12. Resultados para o Estudo de Caso

### 6.3.4. Diagrama para Determinação e Gerenciamento de Custos de Produto

A Figura 6.13 apresenta as etapas a serem efetuadas no gerenciamento e na determinação dos custos do produto, esteja este na fase de desenvolvimento ou na fase de produção. Para se determinar o custo de um produto na linha de produção, é necessário mapear todo o processo produtivo, explicitando as atividades e os recursos consumidos. Se o objetivo é determinar o custo de um produto a ser modificado ou se o produto é novo, utilizam-se dados históricos gerados pelo *ABC/M* para a estimativa dos custos, com a finalidade de determinar o *custo-meta*.



**Legenda**

- T.1a Definir produto.
- T.1b Identificar nicho de mercado.
- T.1d Determinar *preço de venda*.
- T.2a Determinar *margem de lucro*.
- T.2b Determinar *custo-meta* do produto.
- T.3a Definir características funcionais produtos e seus componentes.
- T.3b Identificar características funcionais / componentes que agregam valor ao produto.
- T.3c Identificar fornecedores.
- T.3d Estimar custos de produto, componentes e processos (*custo flutuante*).
- T.3e Estratificar o *custo-meta* do produto para componentes e processos.

- T.3f Determinar o *GAP* entre o *custo-meta* e *custo flutuante* para produtos, características funcionais, componentes e processos.
- T.3g Identificar e atuar sobre características funcionais, os componentes e os processos passíveis de redução de custos.
- T.3h Definir características funcionais, os componentes e processos p/o produto final.
- T.3i Liberar produto para a produção.
- C.1 Colher informações sobre produto, processo fabricação, atividades, direcionadores e índices de custos.
- C.2 Determinar os custos das atividades.
- C.3 Determinar o custo do produto.

- M.1 Analisar direcionadores e índices de custos para recursos e atividades.
- M.2 Analisar atividades sob o ponto de vista do valor agregado ao produto e à empresa.
- M.3 Atuar em atividades que não agrega valor ao produto e à empresa.
- K.1 Propor melhorias para componentes, processos e produto.
- K.2 Estabelecer metas de redução de custos *custo-kaizen* para atividades, componentes e produtos.
- K.3 Calcular e avaliar a variação do *custo-kaizen* (*custo real - custo-meta*) por período.

Figura 6.13. Diagrama para Determinar e Gerenciar os Custos do Produto.

O *ABM* utiliza informações geradas pelo *ABC* para tomada de ações gerenciais sobre as atividades e processos. Justifica-se o gerenciamento integrado de custos através:

- das ações tomadas pelo *ABM Estratégico* visando ao aumento da lucratividade , considerando mix e formação de preço do produto, relações com os clientes e fornecedores e desenvolvimento do produto. Estas ações são responsáveis pela integração entre o *ABC/M* e o *custeio meta* (setas vermelhas de duplo sentido);
- das ações tomadas pelo *ABM Operacional* visando o aumento da eficiência reduzindo os custos e o aumento da utilização dos recursos disponíveis. Portanto, estas ações passam a ser responsáveis pela integração entre o *ABC/M* e o *custeio kaizen* (setas azuis de duplo sentido);
- do uso das informações fornecidas pelo *custeio meta* por parte do *custeio kaizen*. O objetivo é estabelecer as metas de redução de custo (*custo kaizen*) tanto para o produto quanto para o período (setas verdes).

#### 6.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo teve por objetivo apresentar, na primeira parte, uma metodologia destinada a identificar e determinar o grau de agilidade de uma empresa. Pode-se analisar as influências, em termos de agilidade, de alternativas de sistemas de custeio empregados por uma empresa. Os recursos computacionais empregados nesta etapa foram planilhas eletrônicas. O uso de um aplicativo computacional específico para determinar as matrizes de paridades tende a reduzir o tempo de avaliação da agilidade da empresa.

A segunda parte deste trabalho refere-se ao desenvolvimento de uma metodologia para o gerenciamento de custos, por meio do uso da integração de sistemas de custeio. Os sistemas de custeio inseridos nesta metodologia são: *custeio meta*, *ABC/ABM* e *custeio kaizen*. Sua integração se dá pela troca de informações num dado instante, necessárias para determinar o custo de uma atividade ou produto, para analisar atividades e propor melhorias, tanto para o processo quanto para o produto, e para estabelecer o *custo-meta* do produto e a *metas de redução de custos* para o processo.

O estudo de caso teve a finalidade de exemplificar a utilização das ferramentas abordadas, de tal modo a simplificar o entendimento de cada metodologia proposta.

## **Capítulo 7**

# **APLICAÇÃO DA PROPOSTA METODOLÓGICA EM UMA EMPRESA HIPOTÉTICA INTEGRADORA DA ÁREA DE INFORMÁTICA**

### **7.1. INTRODUÇÃO**

O objetivo deste capítulo é testar e analisar a proposta metodológica de determinação do custo de um produto em uma empresa hipotética integradora da área de informática. É testada a metodologia que determina o nível de agilidade que a empresa necessita para se tornar ágil, assim como o nível de agilidade em que esta se posiciona. Utilizando ainda a abordagem *ANP*, determina-se a melhor alternativa entre os sistemas de custeio a ser aplicada pela empresa. A segunda parte da proposta metodológica destina-se a aplicar o sistema de custeio integrado na determinação do custo do produto. São analisados nesta etapa, os recursos consumidos e as atividades necessárias às finalizações do produto. Visando preservar os dados reais da empresa, será utilizada, neste trabalho, a moeda fictícia *Unidade Monetária Padrão (UP\$)*.

### **7.2. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES SOBRE A EMPRESA**

A aplicação da proposta metodológica se deu em uma empresa considerada de pequeno porte, situada em Campinas. A empresa é definida como sendo integradora do ramo de informática, ou seja, ela tem como fornecedores os importadores de componentes eletrônicos de

informática e, como clientes, pequenas e médias empresas e órgãos públicos municipais da região de Campinas.

A empresa comercializa produtos da linha de informática, tais como *hardwares*, *softwares* e suprimentos. Como integradora, cabe à empresa a “montagem” de computadores, de acordo com as configurações ditadas pelos clientes. Este mercado é altamente volátil, devido às inovações tecnológicas, à variação cambial, à alta diversificação dos componentes para microcomputadores e à alta concorrência. Para se proteger, a empresa deve trabalhar com um número reduzido de estoques de componentes e periféricos e sob encomenda.

Devido à alta diversidade de componentes e periféricos contidos em um microcomputador, a empresa estabeleceu três linhas básicas de produtos para atender às necessidades de seus clientes. A Tabela 7.1 ilustra a configuração básica e o preço final de venda ao consumidor de cada micro computador. O preço de venda tem acompanhado as tendências do mercado. As participações nas vendas da empresa com as suas linhas: pequena empresa, média empresa e servidor web são 68%, 21% e 11% respectivamente.

Tabela 7.1. Linha de produtos da empresa FastBit.

<b>Linha</b>	<b>Configuração</b>	<b>Preço de Venda</b>
Pequena Empresa	Proces. até 600 MHz, 64 MB RAM, Kit Multimídia, HD 20 GB, Fax-Modem 56K, Monitor de 15". Sistema Operacional Básico. Antivírus.	UP\$ 1.480,00
Média Empresa	Proces. de 600 até 1000 MHz, 128 MB RAM, Kit Multimídia, HD 30 GB, Rede 10/100, Monitor de 17". Sistema Operacional p/ Rede. Antivírus.	UP\$ 1.850,00
Servidor WEB	Proces. acima de 800 MHz, 256 MB RAM, Kit Multimídia, 2 HD 40 GB Scsi, Controladora Scsi Ultra Wide, Rede 10/100, Monitor de 17". Sistema Operacional p/ Rede Avançado. Antivírus.	UP\$ 4.360,00

A seguir será testada uma proposta que considera as duas metodologias descritas no Capítulo 6.

### **7.3. TESTE DA PROPOSTA METODOLÓGICA NA EMPRESA**

Esta proposta será testada considerando as metodologias para determinar o nível de agilidade da empresa e o custo de um dado produto, tanto para a sua fase de produção quanto para a de concepção.

#### **7.3.1. Determinação do nível de agilidade da empresa**

Para este estudo de caso, procuram-se, pelo uso da Abordagem *ANP*, as respostas para o seguinte questionamento:

- 1°. Qual o nível de agilidade que a empresa necessita ter para se tornar ágil?
- 2°. Qual o nível de agilidade em que a empresa se encontra?
- 3°. Qual o sistema de custeio mais apropriado para uma empresa ágil?

Na seqüência, serão descritas as fases de análise de agilidade.

#### **Diagnóstico do Ambiente de Negócio**

A Tabela I.1 no Anexo I apresenta os *direcionadores de agilidade* abordados no Item 3.3 Agility Drivers. Estes direcionadores são responsáveis por determinar o quanto a empresa necessita ser ágil. A Tabela I.1 apresenta o nível de influência de cada direcionador sobre a empresa, estabelecido pela equipe que aplica a abordagem *ANP*.

#### **Diagnóstico da Empresa**

Pela Tabela II.1 no Anexo II, pode-se verificar se a empresa virá a ser ágil. A equipe tem a missão de verificar se a empresa está atenta a estes atributos identificadores de agilidade. Na mesma Tabela II.1, são apresentadas as respostas pertinentes à empresa FastBit.

Os *atributos provedores de agilidade (agility providers)* são identificados e relacionados com as *áreas chaves da organização*. Estas relações são estabelecidas determinando o nível de influência de cada atributo sobre as *áreas chaves da organização*. Como consequência, os *atributos provedores de agilidade* são direcionados para as *áreas chave*, de acordo com o seu nível. As Tabelas III.1a e III.1b no Anexo III têm por finalidade mostrar estas relações definidas pela equipe para a empresa FastBit.

As *práticas de agilidade* consistem nos métodos, nas práticas e nas ferramentas em uso na empresa. Cabe à equipe identificá-las e correlacioná-las aos *atributos provedores de agilidade*, levando em consideração a sua influência sobre eles. As *práticas de agilidade* são responsáveis por determinar o quanto a empresa é ágil. As Tabelas IV.1a e IV.1b funcionam como uma matriz para identificar estas relações para a empresa FastBit.

A empresa FastBit pré-selecionou sete *práticas de agilidade*, que podem ser vistas nas Tabelas IV.1a e IV.1b, ambas no Anexo IV. Por restrições financeiras, é de interesse da empresa a implantação de apenas duas *práticas de agilidade*. A presente metodologia será empregada para identificar as duas melhores alternativas a serem implantadas. Com o mesmo propósito, a empresa FastBit utilizará esta metodologia para analisar as seguintes *alternativas de sistemas de custeio*: sistemas tradicionais de custeio, sistemas ABC/M e sistema integrado de custeio. O resultado final é determinar o *Índice Ponderado de Agilidade AWI* para cada *direcionador de agilidade* (ver Capítulo 6), *prática de agilidade* e *alternativa de sistema de custeio*.

## **O Uso da Abordagem ANP**

Após o treinamento, a equipe mostrou-se capacitada para o uso da abordagem ANP nesta metodologia, dando seqüência aos passos pré-estabelecidos no Capítulo 6.

### **Passo 1 Definir a Hierarquia Geral do Problema**

A Figura 7.1 apresenta, detalhadamente, a estrutura que determina o nível de agilidade da empresa FastBit, pela abordagem ANP proposta.

Desta forma, o objetivo principal é estabelecer o grau de agilidade que a empresa FastBit responde aos *direcionadores de agilidade* e as suas *práticas de agilidade* (alternativas  $r,s$ ), pelos seus *provedores de agilidade* (atributos de agilidade  $k$ ) inseridos nas *áreas chaves do sistema de manufatura* (dimensões de agilidade  $j$ ). As *habilidades de superação* (determinantes de agilidade  $a$ ) constituirão quatro redes de hierarquia de controle.

As considerações sobre a estrutura descrita no Item 6.2.3. O Uso da Abordagem ANP se aplicam à empresa FastBit.

O Anexo VIII apresenta o conjunto de redes de hierarquia de controle para as *habilidade de superação* percepção e resposta, competências, flexibilidade e velocidade  $a$ , com os seus respectivos *clusters*.

Por racionalização, não serão incluídas, neste trabalho todas as matrizes pertinentes ao estudo de caso. Serão apresentadas, apenas, as necessárias para uma melhor compreensão dos resultados.

As matrizes apresentadas como exemplos no Item 6.2 do Capítulo 6 referem-se a este estudo de caso. Sendo assim, determinaram o *Índice Ponderado de Agilidade*  $AWI_r$  de cada *direcionador de agilidade*  $r$  e os *índices* comuns aos *direcionadores de agilidade, práticas de agilidade, alternativas de sistemas de custeio*:  $P_{ja}$ ,  $A_{kja}^D$ ,  $A_{kja}^I$ ,  $C_a$ .

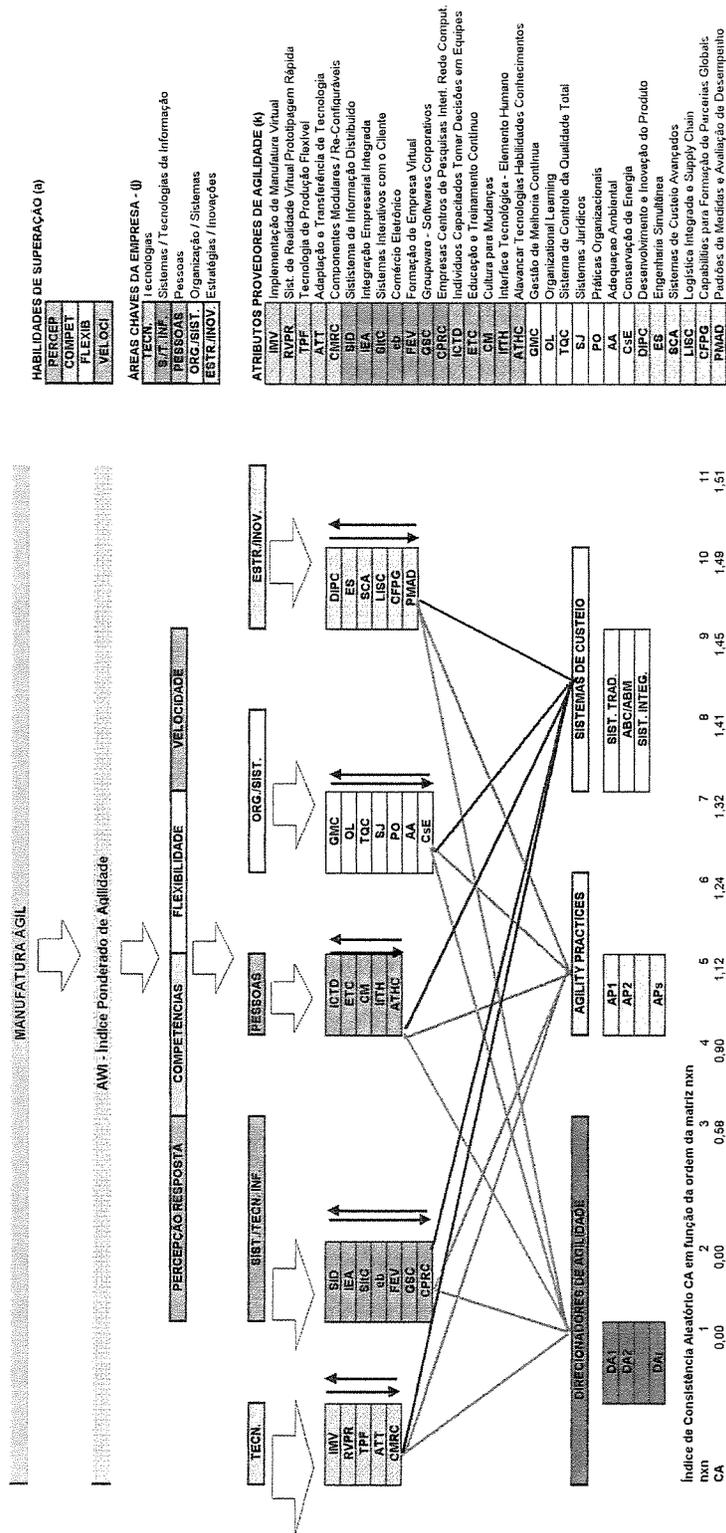


Figura 7.1. Estrutura para Análise do Nível de Agilidade pela Abordagem ANP.

## Passo 2 Matrizes de Comparação Par-a-Par de Dependências

A primeira pergunta a ser respondida é:

Na determinação do *índice ponderado de agilidade AWI* do sistema de manufatura em resposta aos *direcionadores de agilidades r* e na análise de alternativas de *práticas de agilidade s* : “Qual o *índice de importância relativo P<sub>ja</sub>* de cada *área chave da empresa j* , comparadas par-a-par, sobre a *habilidade de superação a* ?”.

A Matriz 6.1 do Capítulo 6 refere-se a *habilidade de superação percepção e resposta a* . Ao todo são construídas quatro matrizes de comparação par-a-par para o índice  $P_{ja}$ .

A partir das relações de dependências  $D$  entre os *atributos provedores de agilidade k* de dada *área chave da empresa j* : “Qual é o impacto relativo (*índice de importância relativo*)  $A^D_{kja}$  de cada *atributo provedor de agilidade k* , de dada *área chave da empresa j* , sobre a *rede de hierarquia de controle de habilidade de superação a* ?”

A Matriz 6.2 do Capítulo 6 refere-se à *área chave da empresa pessoas j* pertencente à *rede de hierarquia de controle de habilidade de superação percepção e resposta a* . No total são construídas 20 matrizes.

O próximo questionamento é :

“Qual o *índice de importância relativa S<sub>rkja</sub>* de cada *direcionador de agilidade r* (quando comparado ao outro), sobre o *atributo provedor de agilidade k* de *área chave da empresa j* na *rede de hierarquia de controle de habilidade de superação a* ?”

No total são construídas 109 matrizes, sendo 25, 27, 29 e 28 matrizes de comparação par-a-par para as respectivas *redes de hierarquia de controle percepção e resposta, competências, flexibilidade e velocidade*. Como exemplo, veja a Matriz 6.3 do Capítulo 6.

De modo análogo faz-se o mesmo tipo de questionamento anterior às análises das *práticas de agilidade* e de alternativas de *sistemas de custeio*, determinando seus *índices de importância relativa*  $S_{skja}$  e  $S_{sckja}$ , respectivamente. A seguir serão apresentadas as Matrizes 7.1 e 7.2 referentes às análises da *práticas de agilidade* e às *alternativas de sistemas de custeio*, respectivamente.

Matriz 7.1. Matriz de comparação de paridade entre *práticas de agilidade* sobre o *atributo provedor de agilidade cultura para mudanças*  $k$  inserido na *área chave da empresa pessoas*  $j$  pertinente à *rede de hierarquia de controle de habilidade de superação percepção e resposta*  $a$ .

CM	0,152	0,102	0,107	0,207	0,119	0,175	0,139	$S_{skja}$
MRP_II	1	3	2	4	1/6	1/7	3	0,152
TQC	1/3	1	6	1/3	1/6	3	1/6	0,102
InterNet	1/2	1/6	1	1/8	4	4	1/6	0,107
ABC/M	1/4	3	8	1	6	1/2	6	0,207
IntraNet	6	6	1/4	1/6	1	1/3	1/5	0,119
CRM	7	1/3	1/4	2	3	1	3	0,175
ISO/QS	1/3	6	6	1/6	5	1/3	1	0,139
soma	15,417	19,500	23,500	7,792	19,333	9,310	13,533	1,000

Para o *atributo provedor de agilidade cultura para mudanças*, destacam-se as *práticas de agilidade*: ABC/M e CRM com os melhores índices  $S_{skja}$ .

Matriz 7.2. Matriz de comparação de paridade entre *alternativas de sistemas de custeio* sobre o *atributo provedor de agilidade cultura para mudanças*  $k$  inserido na *área chave da empresa pessoas*  $j$  pertinente à *rede de hierarquia de controle para a habilidade de superação percepção e resposta*  $a$ .

CM	0,060	0,271	0,668	$S_{sckja}$
Strad	1	1/7	1/8	0,060
ABC/M	7	1	1/4	0,271
SintC	8	4	1	0,668
soma	16,000	5,143	1,375	1,000

A alternativa *sistema integrado de custeio* é a que apresenta o melhor índice  $S_{sckja}$  para o *atributo provedor de agilidade: cultura para mudanças*.

### Passo 3 Determinação das matrizes de comparação par-a-par de interdependências

Esta etapa se justifica por refletir as interdependências que ocorrem em cada *rede de hierarquia de controle de habilidade de superação a*. A questão a ser levantada é:

“Quando considerado o *atributo provedor de agilidade k<sub>1</sub>*, qual o *índice de importância relativa eW<sub>kja</sub>*, da comparação par-a-par dos *atributos provedores de agilidade k<sub>2</sub>* e *k<sub>3</sub>*, ambos pertencentes à *área chave da empresa j*, sobre a *rede de hierarquia de controle de habilidade de superação a*?”

Ao todo, são construídas 120 matrizes de comparação de paridade de *atributos provedores de agilidade k*, sendo 30 para cada *rede de hierarquia de controle de habilidade de superação a*. Como exemplo, veja a Matriz 6.4 do Capítulo 6.

### Passo 4 Formação e análises da supermatriz M

Os valores obtidos no passo anterior *eW<sub>kja</sub>* referente a cada *atributo provedor de agilidade k<sub>1</sub>*, em cada *área chave da empresa j*, alimentarão a Supermatriz **M** pertinente a cada *habilidade de superação a*, totalizando quatro supermatrizes. Como exemplo, veja a Matriz 6.5 do Capítulo 6.

É necessário que a supermatriz tenha colunas estocásticas para a sua convergência. Meade & Sarkis (1999) aborda a convergência das relações de interdependências elevando a Supermatriz **M** à potência de  $2k+1$ , onde **k** é um número arbitrário de valor elevado.

Desta forma, para as *relações de interdependências I* dentro do nível de componentes de *atributos provedores de agilidade k*, determina-se o *índice de importância relativa A<sup>I</sup><sub>kja</sub>*. Este índice refere-se a cada *atributo provedor de agilidade k* pertencente a sua respectiva *área chave da empresa j* na *rede de hierarquia de controle da habilidade de superação a*. As Matrizes 6.5 e 6.6, do Capítulo 6, referem-se as Supermatrizes **M** e  $\mathbf{M}^{2k+1}$  respectivamente.

Passo 5 Análise dos *direcionadores de agilidade, práticas de agilidade e sistemas de custeio* para cada rede de hierarquia de controle

*Direcionadores de agilidade r :*

A Equação 6.1 determina o *índice de importância desejável*  $D_{ra}$  para cada *direcionador de agilidade r* pertinente a uma *rede de hierarquia de controle de habilidade de superação a*. No total, foram construídas quatro tabelas, uma para cada *habilidade de superação a*. Como exemplo, veja a Tabela 6.1 do Capítulo 6.

*Práticas de agilidade s:*

A Equação 6.2 determina o *índice de importância desejável*  $D_{sa}$  para cada *prática de agilidade s* pertinente a uma *rede de hierarquia de controle de habilidade de superação a*. No total, serão construídas quatro tabelas, uma para cada *habilidade de superação a*.

A Tabela 7.2 apresenta os *índices de importância desejável*  $D_{sa}$  para cada *prática de agilidade s* pertinente à *rede de hierarquia de controle de habilidade de superação percepção e resposta a*.

*Sistemas de custeio s :*

A Equação 6.3 determina o *índice de importância desejável*  $D_{sca}$  para cada *sistema de custeio sc* pertinente a uma *rede de hierarquia de controle de habilidade de superação a*. No total, serão construídas quatro tabelas, uma para cada *habilidade de superação a*.

A Tabela 7.3 apresenta os *índices de importância desejável*  $D_{sca}$  para cada *alternativa de sistema de custeio sc* pertinente à *rede de hierarquia de controle de habilidade de superação percepção e resposta a*.

A Tabela 6.1 do Capítulo 6 ilustra os cálculos dos *índices de importância desejável*  $D_{ra}$  para os *direcionadores de agilidade* inseridos na *rede de hierarquia de controle de habilidade de superação percepção e resposta*. As oito colunas finais apresentam os valores ponderados da influência dos *direcionadores de agilidade* sobre a *habilidade de superação percepção e*

resposta, considerando cada índice calculado anteriormente (  $P_{ja} * A_{kja}^D * A_{kja}^I * S_{rkja}$  ). A somatória destes resultados por coluna representa os *índices de importância desejável*  $D_{ra}$  para cada *direcionador de agilidade*, ilustrados e destacados na última linha da Tabela 6.1 do Capítulo 6. A mesma consideração é feita para as Tabelas 7.2 e 7.3 pertinentes aos *índices de importância desejável*  $D_{sa}$  e  $D_{sca}$  para cada *prática de agilidade*  $s$  e para cada *alternativa de sistema de custeio*  $sc$  pertinente à rede de hierarquia de controle de *habilidade de superação* percepção e resposta  $a$ .

Tabela 7.2. Índice de importância desejável  $D_{sa}$  para as práticas de agilidade s pertinentes a habilidade de superação percepção e resposta a.

Pia	Atributos	S.r.l.j.a										D.s.a										soma
		ATI	MRP_II	TQC	IntraNet	ABCMI	IntraNet	CRMI	ISOIQS	MRP_II	TQC	IntraNet	ABCMI	IntraNet	CRMI	ISOIQS						
0,465	INV	0,194	0,082	0,058	0,158	0,251	0,140	0,258	0,053	0,001	0,001	0,002	0,003	0,002	0,004	0,001						
0,465	RVPR	0,104	0,130	0,165	0,079	0,241	0,152	0,170	0,063	0,000	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000						
0,465	TPF	0,038	0,122	0,114	0,103	0,403	0,121	0,076	0,061	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000						
0,465	ATT	0,289	0,146	0,115	0,121	0,161	0,154	0,238	0,065	0,004	0,004	0,006	0,005	0,005	0,008	0,002						
0,465	CMRC	0,488	0,106	0,080	0,106	0,262	0,102	0,265	0,059	0,007	0,010	0,022	0,008	0,022	0,005	0,005						
0,129	SID	0,194	0,134	0,076	0,126	0,427	0,061	0,096	0,100	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000						
0,129	IEA	0,160	0,078	0,145	0,172	0,304	0,102	0,101	0,098	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000						
0,129	BRC	0,105	0,123	0,084	0,178	0,236	0,073	0,220	0,107	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000						
0,129	eb	0,186	0,072	0,092	0,144	0,201	0,164	0,214	0,114	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001						
0,129	FEV	0,076	0,090	0,107	0,084	0,252	0,149	0,176	0,142	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000						
0,129	GSO	0,132	0,123	0,108	0,059	0,224	0,077	0,204	0,205	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000						
0,129	CPRC	0,147	0,050	0,129	0,054	0,271	0,133	0,187	0,177	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000						
0,246	ICTD	0,154	0,087	0,086	0,134	0,215	0,182	0,205	0,205	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001						
0,246	ETC	0,077	0,076	0,044	0,169	0,281	0,094	0,242	0,084	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001						
0,246	GM	0,029	0,152	0,102	0,107	0,207	0,119	0,175	0,139	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000						
0,246	ITH	0,227	0,080	0,131	0,117	0,307	0,086	0,199	0,090	0,001	0,002	0,004	0,001	0,001	0,003	0,001						
0,246	ATHO	0,191	0,112	0,147	0,092	0,268	0,164	0,066	0,151	0,003	0,002	0,006	0,004	0,002	0,002	0,003						
0,114	GMC	0,186	0,175	0,134	0,077	0,215	0,095	0,134	0,122	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001						
0,114	OL	0,106	0,111	0,152	0,121	0,189	0,156	0,157	0,113	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000						
0,114	TQC	0,088	0,086	0,085	0,130	0,294	0,057	0,307	0,082	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000						
0,114	SJ	0,184	0,102	0,130	0,079	0,191	0,151	0,176	0,170	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001						
0,114	PO	0,135	0,173	0,102	0,061	0,204	0,070	0,321	0,070	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000						
0,114	AA	0,084	0,086	0,076	0,120	0,355	0,141	0,088	0,133	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000						
0,114	CSE	0,132	0,170	0,088	0,110	0,187	0,071	0,276	0,096	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000						
0,046	DIPG	0,186	0,115	0,107	0,191	0,145	0,180	0,121	0,142	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000						
0,046	ES	0,248	0,176	0,125	0,131	0,174	0,195	0,174	0,085	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000						
0,046	SCA	0,287	0,147	0,099	0,148	0,204	0,147	0,129	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000						
0,046	LISC	0,049	0,071	0,208	0,097	0,182	0,157	0,177	0,088	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000						
0,046	CFPG	0,148	0,113	0,062	0,155	0,216	0,144	0,241	0,067	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000						
0,046	PMAD	0,106	0,176	0,124	0,047	0,117	0,184	0,146	0,207	0,026	0,028	0,028	0,023	0,023	0,023	0,020						

TECN.

SIST./TEC-INF.

PESSOAS

ORG./SIST.

ESTR./NOV.

Matriz 6.1

Matriz 6.2

Matriz 6.6

Matriz 7.1

Tabela 7.3. Índice de importância desejável  $D_{sc a}$  para as alternativas de sistemas de custeio sc pertinentes a habilidade de superação percepção e resposta a.

Plja	Atributos	A D kja		A I kja		S sc kja		D sc a		SintC																				
		IMV	RVPR	TPF	ATT	CMRC	SID	NEA	SIG		Tab	FEV	GSC	CPRC	ICTD	ETC	SM	HTH	ATHG	OL	ITGC	SJ	PO	AA	Cse	DIPG	ES	SCA	LISC	CFPG
0,465	IMV	0,154	0,077	0,194	0,070	0,326	0,604	0,001	0,005	0,008																				
0,465	RVPR	0,077	0,104	0,292	0,093	0,292	0,615	0,000	0,001	0,002																				
0,465	TPF	0,029	0,038	0,038	0,068	0,275	0,657	0,000	0,000	0,000																				
0,465	ATT	0,252	0,299	0,299	0,086	0,284	0,619	0,003	0,010	0,022																				
0,465	CMRC	0,488	0,366	0,366	0,069	0,267	0,664	0,006	0,022	0,055																				
0,129	SID	0,144	0,061	0,302	0,081	0,302	0,637	0,000	0,001	0,002																				
0,129	NEA	0,053	0,160	0,160	0,074	0,257	0,669	0,000	0,000	0,001																				
0,129	SIG	0,070	0,105	0,105	0,070	0,350	0,580	0,000	0,000	0,001																				
0,129	Tab	0,363	0,186	0,186	0,062	0,236	0,701	0,000	0,002	0,006																				
0,129	FEV	0,211	0,076	0,076	0,100	0,300	0,600	0,000	0,001	0,001																				
0,129	GSC	0,106	0,132	0,132	0,089	0,324	0,587	0,000	0,001	0,001																				
0,129	CPRC	0,054	0,147	0,147	0,067	0,244	0,689	0,000	0,000	0,001																				
0,246	ICTD	0,154	0,228	0,228	0,098	0,334	0,568	0,001	0,003	0,005																				
0,246	ETC	0,077	0,182	0,182	0,087	0,274	0,639	0,000	0,001	0,002																				
0,246	SM	0,029	0,173	0,173	0,060	0,271	0,668	0,000	0,000	0,001																				
0,246	HTH	0,252	0,227	0,227	0,064	0,290	0,646	0,001	0,004	0,009																				
0,246	ATHG	0,488	0,191	0,191	0,056	0,263	0,661	0,001	0,006	0,016																				
0,114	GMC	0,244	0,186	0,186	0,081	0,292	0,627	0,000	0,002	0,003																				
0,114	OL	0,034	0,106	0,106	0,064	0,267	0,669	0,000	0,000	0,000																				
0,114	ITGC	0,088	0,138	0,138	0,060	0,282	0,658	0,000	0,000	0,001																				
0,114	SJ	0,260	0,184	0,184	0,067	0,244	0,689	0,000	0,001	0,004																				
0,114	PO	0,159	0,135	0,135	0,089	0,324	0,587	0,000	0,001	0,001																				
0,114	AA	0,084	0,116	0,116	0,080	0,265	0,656	0,000	0,000	0,001																				
0,114	Cse	0,132	0,135	0,135	0,123	0,320	0,557	0,000	0,001	0,001																				
0,046	DIPG	0,186	0,207	0,207	0,077	0,308	0,815	0,000	0,001	0,001																				
0,046	ES	0,248	0,176	0,176	0,067	0,244	0,689	0,000	0,000	0,001																				
0,046	SCA	0,287	0,174	0,174	0,065	0,341	0,593	0,000	0,001	0,001																				
0,046	LISC	0,049	0,145	0,145	0,093	0,292	0,615	0,000	0,000	0,000																				
0,046	CFPG	0,124	0,148	0,148	0,063	0,258	0,678	0,000	0,000	0,001																				
0,046	FMAD	0,106	0,149	0,149	0,080	0,262	0,658	0,000	0,000	0,000																				
					soma			0,017	0,065	0,150																				

Matriz 6.1

Matriz 6.2

Matriz 6.6

Matriz 7.2

Passo 6 Determinação dos índices de importância relativa  $C_a$

Pela comparação par-a-par das *habilidades de superação a* a pode-se determinar o *índice de importância relativa  $C_a$*  em respostas às mudanças no ambiente de manufatura. Os valores deste índice podem ser visualizados na Matriz 6.7 do Capítulo 6.

Este *índice* revela a importância relativa de cada *habilidade de superação* na determinação do nível de agilidade da empresa. Os resultados apresentados na Matriz 6.7 serão transportados para as Tabelas 7.4, 7.5 e 7.6. O melhor índice apresentado é o da *habilidade de superação percepção e resposta*, cuja razão é atribuída à necessidade da empresa em perceber as mudanças e estar apta a respondê-las no menor intervalo de tempo possível.

Passo 7 Determinação dos índices ponderados de agilidade  $AWI_r$  para os direcionadores de agilidade, as práticas de agilidade e os sistemas de custeio

Direcionadores de agilidade  $r$  :

O *índice ponderado de agilidade  $AWI_r$*  (para um *direcionador de agilidade  $r$* ) é somatório do produto dos *índice desejável  $D_{ra}$*  do *direcionador de agilidade  $r$*  (de cada *habilidade de superação a*) pelo *índice de importância relativa  $C_a$*  para cada *habilidade de superação a* em respostas às mudanças impostas pelo ambiente de manufatura. A Tabela 6.2 no Capítulo 6 será reproduzida neste capítulo como Tabela 7.4.

Tabela 7.4. *Índice ponderado de agilidade  $AWI_r$  para cada direcionador de agilidade  $r$ .*

	$C_a$								
PERCEP	0,437	0,032	0,035	0,021	0,052	0,030	0,026	0,036	
COMPET	0,199	0,023	0,025	0,033	0,050	0,020	0,019	0,020	
FLEXIB	0,187	0,014	0,016	0,015	0,070	0,027	0,026	0,011	
VELOC	0,177	0,016	0,018	0,017	0,079	0,030	0,029	0,012	
<b><math>AWI_r</math></b>		<b>0,024</b>	<b>0,026</b>	<b>0,022</b>	<b>0,060</b>	<b>0,027</b>	<b>0,025</b>	<b>0,024</b>	

Práticas de agilidade s:

O índice ponderado de agilidade  $AWI_s$  (para uma prática de agilidade s) é o somatório do produto do índice desejável  $D_{sa}$  de prática de agilidade s (de cada habilidade de superação a) pelo índice de importância relativa  $C_a$  para cada habilidade de superação a em respostas às mudanças impostas pelo ambiente de manufatura. A Tabela 7.5 apresenta o resultado final para cada prática de agilidade.

Tabela 7.5. Índice ponderado de agilidade  $AWI_s$  para cada prática de agilidade s.

	Ca	MRP_II	TQC	InterNet	ABC/M	IntraNet	CRM	ISO/QS
PERCEP	0,437	0,026	0,023	0,028	0,056	0,029	0,050	0,020
COMPET	0,199	0,019	0,015	0,032	0,058	0,027	0,048	0,016
FLEXIB	0,187	0,023	0,020	0,034	0,064	0,023	0,046	0,019
VELOCI	0,177	0,024	0,012	0,031	0,054	0,026	0,047	0,018
$AWI_s$		0,024	0,019	0,030	0,057	0,027	0,048	0,019

Matriz 6.7 (indicated by an arrow pointing to the Ca column)

Tabela 7.2 (indicated by an arrow pointing to the ABC/M column)

Sistemas de custeio sc:

O índice ponderado de agilidade  $AWI_{sc}$  para um sistema de custeio sc é somatório do produto do índice desejável  $D_{sca}$  de cada sistema de custeio sc (de cada habilidade de superação a) pelo índice de importância relativa  $C_a$  para cada habilidade de superação a em respostas às mudanças impostas pelo ambiente de manufatura. A Tabela 7.6 apresenta o resultado final para cada alternativa de sistema de custeio.

Tabela 7.6. Índice ponderado de agilidade  $AWI_{sc}$  para cada alternativa sistema de custeio sc.

	Ca	Strad	ABC/M	SIntC
PERCEP	0,437	0,017	0,065	0,150
COMPET	0,199	0,012	0,053	0,110
FLEXIB	0,187	0,014	0,050	0,123
VELOCI	0,177	0,016	0,062	0,154
$AWI_{sc}$		0,015	0,059	0,137

Matriz 6.7 (indicated by an arrow pointing to the Ca column)

Tabela 7.3 (indicated by an arrow pointing to the ABC/M column)

## Considerações e Conclusões Sobre os Resultados

A metodologia utilizada para determinar o nível de agilidade neste estudo de caso foi satisfatória. Foi determinado o *índice ponderado de agilidade AWI* para cada elemento pertencente aos *direcionadores de agilidade r*, às *práticas de agilidade s* e às *alternativas de sistemas de custeio sc*. A seguir serão respondidas as questões iniciais.

### Qual o nível de agilidade que a empresa necessita ter para se tornar ágil?

A Tabela 7.4 apresenta o *índice ponderado de agilidade AWI<sub>r</sub>* para cada *direcionador de agilidade r*. O *direcionador de agilidade Mudanças na Tecnologia* destaca-se dos demais devido às inovações tecnológicas ditadas pelo mercado de informática. O produto em si, o microcomputador, é configurado de acordo com a vontade dos clientes, que esperam, a cada momento, por novidades que atendam as suas necessidades. A diversidade de tipos de componentes e periféricos que podem ser agregada a um microcomputador exige da empresa, tanto flexibilidade quanto competências, velocidade e percepção e resposta. Por estas afirmações, observa-se um equilíbrio entre os *índices ponderados* para as *habilidades de superação* neste estudo de caso.

A empresa que deseja permanecer competitiva neste nicho de mercado deve definir estratégias para dar respostas a estes tipos de *mudanças*.

### Qual o nível de agilidade em que a empresa se encontra?

O objetivo da empresa é definir duas de setes *práticas de agilidade s* pré-selecionadas. Com a implantação destas duas ferramentas, espera-se que a empresa seja capaz de atingir um *nível aceitável de agilidade AWI<sub>s</sub>*, de forma a responder às *mudanças e incertezas* no ambiente de negócio em que atua.

De imediato, a empresa definiu a estratégia de implantar as *práticas de agilidade ABCM* e *CRM* em concordância aos valores dos *índices ponderados de agilidade* apresentados na Tabela

7.5. Em uma etapa posterior, a empresa selecionará novas *práticas de agilidade* a serem implantadas.

Qual o sistema de custeio mais apropriado para uma empresa ágil?

As três alternativas apresentadas para este teste foram: sistemas de custeio tradicionais, sistemas ABC/ABM e sistema de custeio integrado. O objetivo é determinar o *índice de agilidade*  $AWI_{sc}$  para cada *alternativa de sistema de custeio* sc. A Tabela 7.6 apresenta os resultados finais para as alternativas. O destaque é a alternativa sistema de custeio integrado que apresentou o melhor *índice*  $AWI_{sc}$ .

A empresa optou por implantar a alternativa sistemas ABC/ABM por restrições próprias. A alternativa sistema de custeio integrado trata-se de uma das contribuições deste trabalho e será abordada, a seguir, como parte deste estudo de caso

### **7.3.2. Determinação do custo do produto de uma empresa**

Será testada, a seguir, a metodologia apresentada no Capítulo 6 para determinar o custo do produto. O objeto de custo, mencionado anteriormente, é um microcomputador.

Inicia-se o teste com o estudo preliminar do processo de montagem de microcomputadores. Em seguida, aplica-se o sistema de custeio integrado e, por fim, as considerações finais.

#### **Estudos preliminares sobre a linha de montagem:**

A empresa tinha uma linha desorganizada e ineficaz. Havia estoque entre as principais etapas de montagem; o tempo de entrega de um microcomputador era uma das principais reclamações dos clientes. Muitas vezes, um funcionário responsável pela montagem de um microcomputador via-se obrigado, pela direção da empresa, a parar a montagem para atender outro pedido.

Eram freqüentes as saídas de funcionários da linha de montagem para dar suporte à instalação de microcomputador na empresa do cliente. Outro agravante da empresa era a qualidade dos componentes, pois esta não dispunha de um grupo seletivo de fornecedores, adquirindo componentes do mercado informal devido ao preço tentador e à necessidade destes produtos.

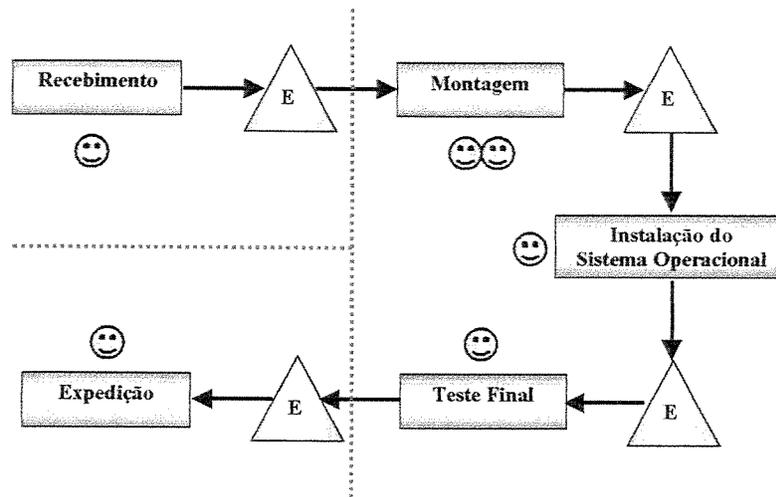


Figura 7.2. Fluxograma da linha de montagem de microcomputadores da FastBit.

Na Figura 7.2, nota-se a presença de seis funcionários, sendo 01, 02, 01, 01 e 01 responsáveis pelas atividades *Recebimento*, *Montagem*, *Instalação do Sistema Operacional*, *Teste Final* e *Expedição*, respectivamente. Não há como quantificar, em dias ou componentes, os estoques intermediários, devido à má gestão organizacional da empresa.

Os dados referentes a este estudo de caso estão presentes na Planilha IX.1, inserida no Anexo IX: Empresa FastBit. São apresentados os recursos empregados, os tempos das operações para cada atividade e outras informações necessárias à determinação do custo na linha de montagem de microcomputadores.

A primeira etapa da metodologia consiste em determinar o custo na linha de montagem pelo *ABC*, utilizando a *Metodologia OMM*. Com os resultados obtidos, são providenciadas as mudanças por meio do *ABM*, visando às melhorias na linha de montagem e, em consequência, à

redução de custo. Após a implantação das melhorias identificadas pelo *ABM*, é determinada a variação da redução de custo, ocorrida durante este novo período por meio do *custeio kaizen*.

A segunda etapa da metodologia consiste em determinar o custo do microcomputador na sua fase de *concepção* (o termo concepção neste estudo de caso refere-se à definição dos componentes e periféricos que constituirão o microcomputador). Será determinado o *custo meta* do microcomputador de maneira análoga à metodologia empregada para o retrovisor.

### O uso dos sistemas *ABC/ABM*

A determinação do custo das atividades na linha de montagem de microcomputadores pelo *ABC* foi efetuada por meio da abordagem *OMM*. As Planilhas X.1a e X.1b, no Anexo IX, apresentam o desenvolvimento dos cálculos e os resultados de custos das operações de cada atividade. A Figura 7.3 apresenta os gráficos de composição de custo em porcentagem para cada atividade.

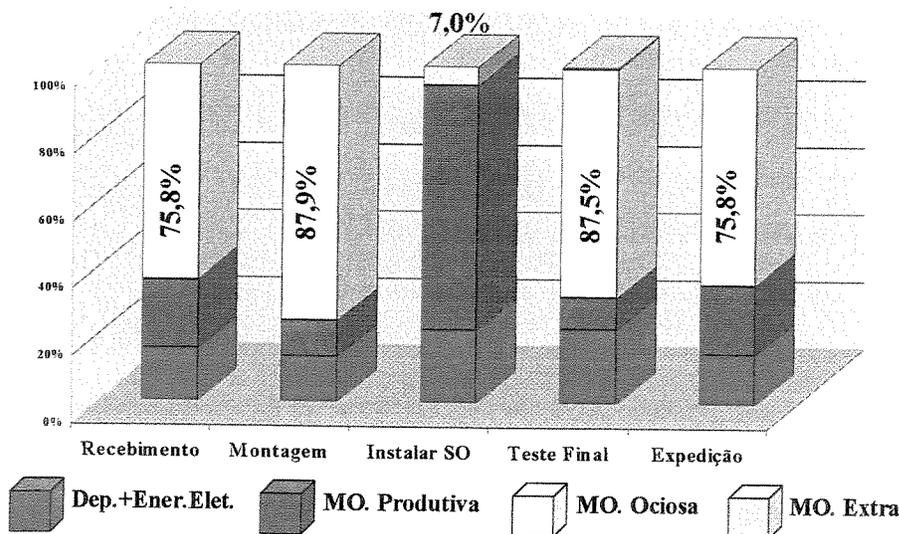


Figura 7.3. Composição de custos das atividades.

Fonte: Planilhas X.2a., X.2b., e X.3 – Anexo IX: Empresa FastBit.

O uso da abordagem *OMM* revela a ociosidade das atividades. Na Figura 7.3 são apresentados os valores de ociosidade da mão-de-obra. Os valores 75,8%, 87,9%, 87,5% e 78,5% referem-se às atividades Recebimento, Montagem, Teste Final e Expedição. O Valor 7,0% representa a necessidade de horas extras para realizar a atividade Instalar SO. Com toda esta ociosidade, a empresa não atendia os pedidos no prazo acertado. A linha não estava balanceada adequadamente, pois havia a necessidade de hora- extra na atividade Instalar SO. Outro fato agravante era os estoques intermediários, com muitos microcomputadores parados, em média de três a quatro dias, por falta de componentes ou periféricos.

Pela análise de valor das atividades, foram eliminadas as operações 34 e 43 das atividades Instalar SO e Teste Final respectivamente. De imediato, nenhuma das demais operações pertencentes a cada atividades foi alterada. A finalidade do *ABM* é identificar as atividades que agregam valor ao produto aos olhos dos clientes.

Foram apontados os *lead-time* das operações de cada atividade. A partir deste estudo, determinou-se o *takt time* da linha de montagem. O objetivo é reduzir o tempo de entrega do microcomputador ao cliente pelo estabelecimento do *fluxo produtivo* na linha de montagem. A Equação 7.1 define a fórmula de cálculo do *takt time* **TT**.

$$\mathbf{TT} = \frac{\mathbf{TD}}{\mathbf{D}} \quad (7.1)$$

**TD**: Tempo disponível mensal (horas/mês).

**D**: Demanda média mensal (quantidade/mês).

De posse do tempo disponível ( $TD = 8 \text{ horas/dia} * 22 \text{ dias/mês} * 68\% = 119,68 \text{ horas/mês}$ ) e da demanda média no mês ( $D = 58 \text{ micros/mês}$ ), pôde-se apurar o *takt time* da linha. A cada 2,06 horas, a linha de montagem deve entregar um microcomputador ao cliente e, assim, atender às necessidades mensais da demanda. O *takt time* por minuto é de  $TT = 123,81 \text{ minutos/microcomputador}$ .

Houve uma reformulação na ocupação das tarefas pelos funcionários. O objetivo era reduzir a ociosidade e a necessidade das horas-extras nas atividades. A Figura 7.4 apresenta a nova ocupação dos postos de trabalho por apenas dois funcionários. Em cada atividade, são ilustrados os tempos e as suas operações. A linha foi balanceada de forma a atender o *takt time*.

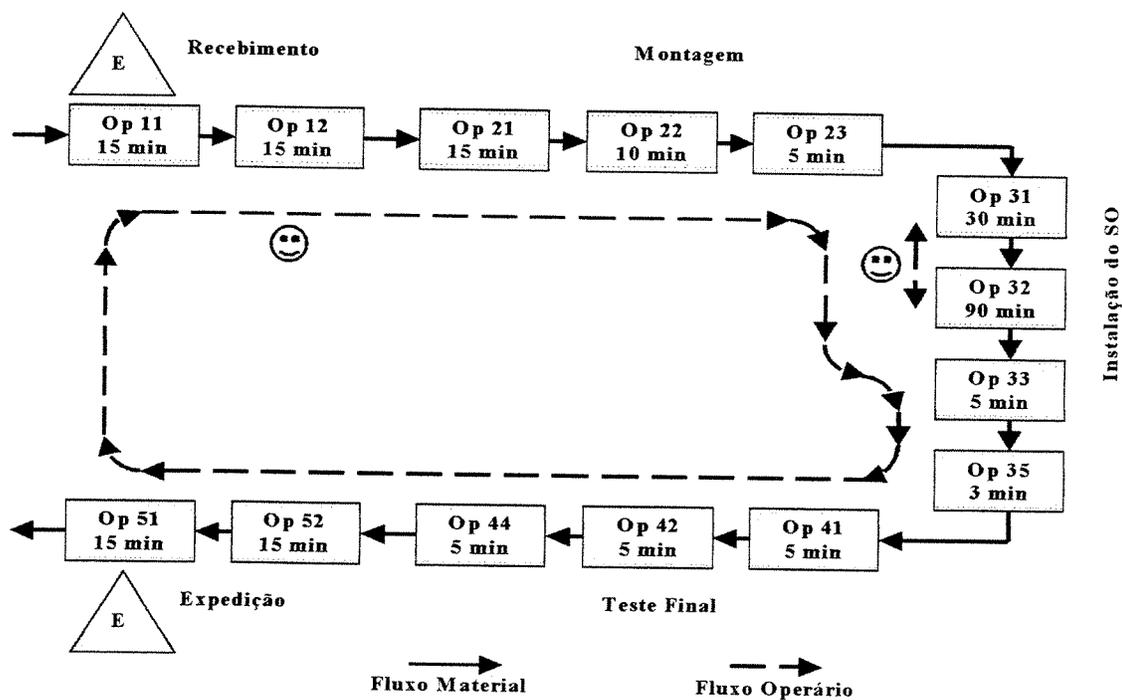


Figura 7.4. Linha de Montagem Reestruturada.

A reestruturação da linha proporcionou a redução de quatro funcionários diretos, que foram aproveitados em outras áreas de negócio da empresa.

A Planilha IX.4 apresenta os dados para a nova situação da linha após a reestruturação. Os novos custos foram apurados pelo *ABC* pela Abordagem *OMM*. Os resultados deste novo cenário encontram-se nas Planilhas X.5a., X.5b., e X.6. A Figura 7.5 aponta a composição dos custos das atividades e a taxa de ocupação de mão-de-obra de cada atividade.

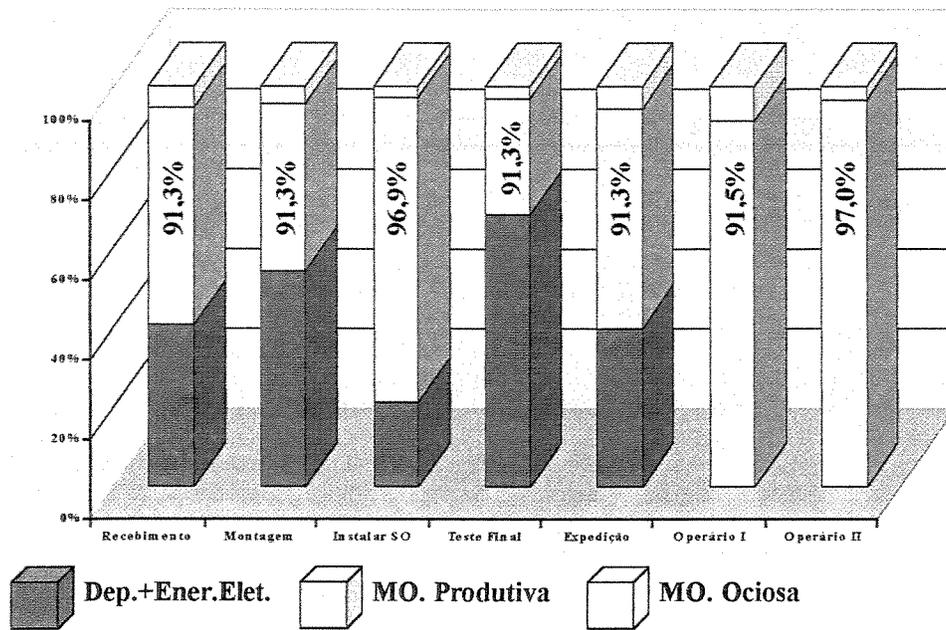


Figura 7.5. Composição de custos das atividades após a reestruturação da linha.

Fonte: Planilhas X.5a., X.5b., e X.6 – Anexo IX: Empresa FastBit.

A atividade *Instalar SO* apresenta a maior contribuição ao custo de mão-de-obra (produtiva mais ociosa), devido ao fato de ter um operário *full time* para as operações 31 e 32. As taxas de ocupação da mão-de-obra (produtiva) para cada atividade e a de cada operário são representadas em porcentagens na Figura 7.5. Observa-se a alta taxa de ocupação dos operários em cada atividade.

A nova política de estoques da empresa foi estabelecida para atender ao fluxo produtivo. Componentes comuns, como teclados, mouses e monitores, têm período quinzenal de entrada no estoque; os principais componentes internos são adquiridos semanalmente. A empresa poderá efetuar pedidos aos seus fornecedores de componentes ou periféricos visando atender a uma particularidade dos clientes. A empresa estabeleceu novas parcerias com fornecedores credenciados de componentes e peças, com alta aceitação no mercado. Estas parcerias promoveram uma melhora substancial no produto final, que foi reconhecida pelos clientes.

Nesta fase, não foram propostas melhorias em nenhuma atividade, visando à redução de *lead time*. As reduções de custos foram conseqüências da reestruturação da linha, com base na análise de valor e do *takt time*. Será analisada, a seguir, por meio do *custeio kaizen*, a taxa de redução de custo obtida com a reestruturação da linha de montagem.

### **O uso do sistema *Custeio kaizen***

O *custeio kaizen* será empregado para determinar a taxa de variação de redução de custo (*kaizen cost*) no período corrente, após a reestruturação da linha de montagem. O outro objetivo é estabelecer as metas de redução de custos de cada atividade para os próximos períodos.

#### Análise da variância do *custo kaizen*:

O primeiro passo foi determinar a quantidade de microcomputadores projetada para o período posterior à reestruturação da linha de montagem. A atividade *Instalar SO* foi identificada como a atividade gargalo, o que pode ser comprovado por uma análise da capacidade de mão-de-obra de todas as atividades nas Planilhas X.2a. e X.2b. Observa-se, para a atividade *Instalar SO*, a necessidade de 4,05 horas a mais da capacidade disponível. Este tempo representa 243 minutos a mais e corresponde, aproximadamente, ao tempo de montagem completa de dois microcomputadores para a linha de montagem reestruturada (*takt time* = 123,81 minutos). Sendo assim, o volume de produção previsto para o próximo período será de 58 unidades subtraídas de duas unidades, ou seja,  $V_f = 56$  unidades. Esta previsão não considera a reestruturação da linha para a primeira análise de variância do *custo kaizen*.

A taxa do custo orçado por unidade é obtida na Planilha IX.3. O valor desta taxa considera o custo unitário incluindo, as perdas por ociosidade e as multas por horas-extras ( $T_{of} = \text{UP\$ } 103.05$  por unidade).

A meta de redução de custo para o período, após a reestruturação da linha, consiste no produto do custo unitário da ociosidade e da multa (Planilha IX.3) pelo volume previsto para o próximo período. O *custo kaizen* para o primeiro período, após a reestruturação, é de  $KC = \text{UP\$ } 59,53 \text{ por unidade} * 56 \text{ unidades} = \text{UP\$ } 3333,68$ .

De posse dos dados após a reestruturação da linha, determinou-se o volume de produção real para o período corrente, considerando o volume produtivo mais o ocioso. Na Planilha IX.5b., a ociosidade da atividade: *Instalar SO* é de 4,42 horas do mês, o que representa 265,20 minutos que poderiam ser utilizados para montar dois microcomputadores. Logo, o volume produtivo é de  $V_r = 58 + 02 = 60 \text{ unidades}$ .

A taxa de custo real por unidade produzida, obtida na Planilha IX.6., representa o custo unitário da linha de montagem com a ociosidade inclusa ( $T_{CR} = \text{UP\$ } 45,66 \text{ por unidade}$ ).

A Figura 7.6 apresenta o resultado final da variação da redução de custo após a reestruturação da linha de montagem. Os valores apresentados nesta figura estão de acordo com os procedimentos de cálculos apresentados no Item 5.5 Diretrizes para o *Custeio kaizen*, do Capítulo 5.

Na Figura 7.6, o valor do *custo kaizen ajustado* ( $KC_f = \text{UP\$ } 3.213,84$ ) é inferior ao *custo kaizen* ( $KC = \text{UP\$ } 3.333,68$ ), o que provoca uma *variância do custo kaizen* negativa ( $\Delta KC = - \text{UP\$ } 119,84$ ). Em outras palavras, a reestruturação efetuada na linha de montagem não resultou na redução de custo completa, do ponto de vista da meta projetada. O resultado da redução de custo é excelente, ou seja, atingiu-se 96,4 % da meta projetada.

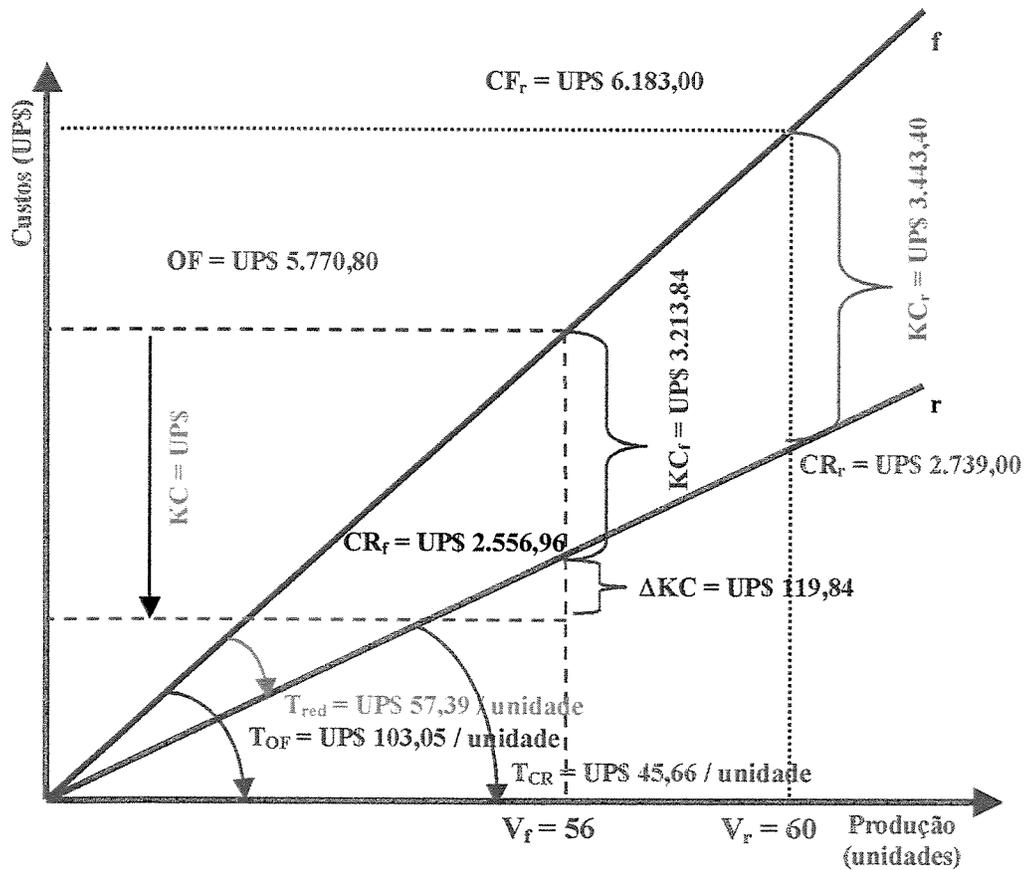


Figura 7.6. Determinação da variância do *custo kaizen* para a linha de montagem.

Metas de redução de custos para a linha de montagem:

O próximo passo será estabelecer, nas operações, metas de redução de custos periódicas. Monden (1999) apresenta uma série de exemplos de valores percentuais de taxa meta de redução de custo anual, tanto para custos variáveis quanto fixos. Para a linha de montagem já reestruturada, estabeleceu um valor médio de 2% para a taxa alvo de redução de custo trimestral. Vale ressaltar que não foi feita nenhuma modificação nos procedimentos de cada operação na fase de reestruturação.

## O uso do sistema *Custeio Meta*

Sendo a empresa apenas montadora de microcomputadores e havendo uma alta diversidade de fabricantes de componentes internos e externos, não há a necessidade de se aplicar o *custeio meta* com todas as ferramentas descritas no Anexo V. O objetivo aqui é aplicar os conceitos do sistema de *custeio meta* de forma bastante simplificada.

A Tabela 7.1 mostra o preço de venda praticado pela empresa, considerando os concorrentes. Com a reestruturação da linha de montagem e as novas parcerias, a empresa decidiu determinar o custo de seus produtos antes da montagem. A linha escolhida como piloto foi a “pequena empresa”, aproveitando, assim, os dados obtidos com a reestruturação da linha de montagem.

O preço de venda para um microcomputador básico da linha “pequena empresa”, descontado os impostos, é de  $PV = \text{UP\$ } 1.480,00$ . A empresa estabeleceu uma margem de lucro de 15 % do preço final de venda. Pela Equação 6.7, determina-se o lucro desejado para este produto ( $LD = \text{UP\$ } 222,00$ ).

De posse destes valores, determina-se, pela da Equação 4.1, o *custo meta* para o produto ( $TC = \text{UP\$ } 1.260,00$ ). Este valor indica o custo máximo que o produto deve ter de forma que a empresa atinja a sua lucratividade.

A Tabela 7.7 apresenta os custos de um microcomputador básico, considerando a reestruturação da linha de montagem. O custo de montagem é obtido da Planilha IX.6. Os custos de componentes adquiridos referem-se à soma do custo de cada componente e de cada periférico da configuração deste microcomputador. Os custos administrativos e de vendas são determinados pela taxa de 68%, referente à participação desta linha nas vendas. Os custos administrativos e de vendas serão incorporados ao sistema de apuração de custo *ABC/ABM* no futuro.

Tabela 7.7. Formação do custo do microcomputador após da reestruturação da linha:

<b>Discriminação</b>	<b>Valor</b>
Custo de Componentes	UP\$ 1.285,37
Custo de Montagem	UP\$ 45,66
Custos Administrativos e de Vendas	UP\$ 12,25
<b>Custo Total</b>	<b>UP\$ 1.343,21</b>

O custo total apresentado na Tabela 7.7 representa o *custo estimado* e, quando comparado ao *custo meta*, apresenta um *GAP* desfavorável à lucratividade desejada pela empresa (*GAP* = UP\$ 83,21) por produto. A questão é como eliminar este valor?

A empresa não tem como reduzir os custos dos componentes adquiridos, mas deve negociar preços melhores com os seus fornecedores. Por outro lado, a linha de montagem está reestruturada. O valor a ser obtido com as metas de redução de custo é da ordem de 2% ao trimestre. A margem de lucro da empresa está acima da praticada pelo mercado, que é de 11%. Considerando que a empresa consiga uma redução de 4% para os componentes adquiridos, e que use a taxa de margem de lucro determinada pelo mercado, obter-se-á um *GAP* favorável de UP\$ 25,69 por microcomputador.

Um fato importante a ser destacado é a necessidade da formação de parcerias que garantam componentes com qualidade e custos de aquisição atrativos.

#### **7.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estudo de caso teve como objetivo testar a proposta metodológica. Por se tratar de dados considerados estratégicos para as empresas, o teste ficou limitado a uma pequena empresa de perfil regional e que, de certa forma, atendeu às expectativas.

O avanço tecnológico e o aumento da competição global estão estimulando o desenvolvimento de novas e melhores metodologias na manufatura e no gerenciamento. A sobrevivência da empresa moderna depende amplamente de suas habilidades em responder

rapidamente ao mercado cada vez mais dinâmico e global, e em suas habilidades para produzir produtos inovadores, mais compactos, com qualidade superior e no menor prazo de lançamento no mercado.

As mudanças rápidas no ambiente de produção estabelecem novos desafios para as companhias, que devem apresentar abordagens inovativas para permanecerem competitivas no futuro. Produtos, mercados, processos e localização da produção são diretamente afetados por mudanças que ocorrem no contexto globalizado da economia.

Empresas inseridas no contexto de *manufatura ágil* são capazes de mudar frequentemente para adquirir vantagens competitivas, para responder rapidamente ao mercado, satisfazendo as necessidades dos clientes com produtos customizados, além de estar atentas aos impactos ambientais e sociais provocados por elas.

A estrutura conceitual de *manufatura ágil* apresentada neste trabalho destaca os *direcionadores de agilidade* como sendo as pressões e as mudanças imprevisíveis no ambiente de negócio da empresa. Os *atributos provedores de agilidade* são os meios pelos quais as empresas desenvolvem suas *habilidades de superação*, apoiadas em suas áreas-chaves. As *práticas de agilidade* são ferramentas e técnicas aplicadas em diferentes níveis da organização, desde a alta gerência até o chão de fábrica.

Utiliza-se o sistema de tomada de decisão para identificar os principais *direcionadores de agilidade*, mostrando o quanto a empresa necessita ser ágil. Com a mesma abordagem (ANP), determina-se o seu nível de agilidade, considerando suas *práticas de agilidade* e, por fim, a melhor *alternativa de sistema de custeio* a ser implantada na empresa.

Foram apresentados os principais sistemas de custeio com foco em estágios progressivos e apontados por Kaplan & Cooper (1997) no que tange a apuração de custo e à mensuração de desempenho.

O *sistema de custeio tradicional*, muito difundido e aplicado na maioria das empresas, tem como característica a utilização de um método de apropriação de custo em dois estágios. É um sistema direcionado, principalmente, para a avaliação de estoque e, conseqüentemente, para as demonstrações financeiras. São imprecisos e ineficazes no controle operacional.

O *ABC* tem como pontos positivos: um entendimento seguro das atividades que geram *CIF* e focaliza a empresa como um conjunto de atividades relacionadas aos desejos dos clientes e aos custos. Constitui-se de um processo para determinar, alocar e medir o custo das atividades da empresa, considerando que os produtos consomem atividades e, conseqüentemente, as atividades consomem recursos.

Por sua vez, o *ABM* utiliza uma série de informações oriundas do *ABC*, para a tomada de um conjunto de ações que visem atingir os mesmos resultados (receitas) com o menor custo. O *ABM* foca o gerenciamento das atividades como uma rota para melhorar o valor percebido pelo cliente e incrementar o desempenho obtido na medida em que concede este valor.

O *custeio meta* tem características estratégicas para o gerenciamento dos lucros futuros da empresa, sendo empregado na fase de desenvolvimento do produto. Objetiva-se que os produtos sejam projetados de forma que uma empresa possa vendê-los a um preço mais acessível e, ainda, obter um lucro mais justo. Determina-se o máximo custo permitido (*custo meta*) ao produto e que atenda à margem de lucro desejada. Emprega-se uma série de ferramentas (*core tools*) essenciais ao aumento da eficiência organizacional, ainda no ciclo de desenvolvimento do produto.

Define-se *custeio kaizen* como sendo a melhoria contínua aplicada à redução de custo no estágio de fabricação do produto. Apresenta características semelhantes ao *ABM*, no que diz respeito às metas de aperfeiçoamento contínuo das operações. Formam, juntamente com o *custeio meta* e o *custeio padrão* o sistema integrado japonês.

## Capítulo 8

### CONCLUSÕES

A jornada de uma empresa para se tornar ágil apóia-se em suas *habilidades de superação*, ou seja, na capacidade de prove-las ao longo de sua história. Essas *habilidades* são responsáveis pela sobrevivência da empresa em um ambiente de mudanças imprevisíveis. São estas mudanças, citadas neste trabalho como os *direcionadores de agilidade*, que obrigam as empresas a desenvolver, implantar e aplicar uma série de ferramentas e técnicas, as *práticas de agilidade*, com o objetivo de dar respostas rápidas e eficientes ao mercado.

Uma das contribuições deste trabalho é uma metodologia para análise do nível de agilidade de uma empresa inserida num ambiente de *manufatura ágil*. Por esta metodologia, a empresa é capaz de identificar o *nível de agilidade* que o mercado impõe aos seus participantes. Da mesma forma, esta empresa deve determinar o *nível de agilidade* em que se encontra. Estes índices são determinados pelas pessoas-chave da empresa e estas, por sua vez, devem ser treinadas para a estruturação, aplicação e análise deste método.

Após a análise dos resultados obtidos, as empresas serão capazes de identificar o *GAP* existente entre o *nível de agilidade* ditado pelo mercado e o seu próprio índice. A empresa passa a estabelecer estratégias de forma a reduzir este *GAP* e caminhar rumo a uma *manufatura ágil*.

A mesma metodologia pode ser empregada para selecionar a melhor alternativa, *prática de agilidade*, a ser implantada na empresa caso, se houver fatores restritivos. Como exemplo, é observado o uso desta metodologia para selecionar a melhor alternativa de *sistemas de custeio* em um estudo de caso.

Atingir um *nível de agilidade* sustentável é o maior desafio das empresas, pois estas devem investir seus recursos na implantação de *práticas provedoras de agilidade* em curto espaço de tempo. Para as empresas brasileiras, o desafio é maior ainda.

A outra contribuição deste trabalho é uma metodologia destinada a empregar *sistemas de custeio modernos*, de forma integrada, na determinação e no gerenciamento de custos do produto. O resultado é um *gerenciamento integrado de sistemas de custeio* capaz de prover a empresa de uma *ferramenta provedora de agilidade*.

A metodologia em si utiliza os principais conceitos inseridos nos *sistemas de custeio baseado em atividade*, *custeio kaizen* e *custeio meta*, adicionando ao *ABC* o *gerenciamento baseado em atividade*. A grande contribuição desta proposta é a troca de informações entre estes sistemas como um todo.

Do ponto de vista operacional, no dia-a-dia da empresa, o uso conjugado dos sistemas *ABC/ABM* e *kaizen costing* proporciona à empresa a melhoria dos processos e a redução de custo por meio da eliminação de atividades que não agregam valor ao produto.

O *target costing* proporciona à empresa uma visão estratégica no gerenciamento do lucro a médio e longo prazo apoiado nas informações geradas pelo *ABM Estratégico*.

Para a validação das metodologias proposta, utilizou-se de estudo de caso extraído de empresas de segmentos distintos. O primeiro estudo de caso teve como finalidade exemplificar e acompanhar o uso das metodologias proposta. Por se tratar de dados estratégicos das empresas, como os de custos de processos e de produtos, a aplicação destas metodologia ficou restrita a

estes estudos de caso. Estudos mais detalhados da aplicabilidade e do uso das metodologias propostas em um ambiente de manufatura são necessários.

As principais contribuições deste trabalho são:

- Estudo e desenvolvimento de uma metodologia para determinar o nível atual e necessário de agilidade de uma empresa, além de selecionar alternativas práticas de agilidade para serem implantadas. Esta metodologia utiliza a ferramenta de tomada de decisão *ANP*.
- Estudo e desenvolvimento de uma metodologia para determinar e gerenciar os custos do produto, utilizando os sistemas de custeio *ABC/M*, *kaizen* e *meta* de forma integrada.

## 8.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A seguir, são enumeradas algumas propostas para trabalhos futuros

- Identificar *direcionadores e práticas de agilidade* conforme a realidade empresarial brasileira.
- Equacionar e avaliar o *GAP* existente entre os *direcionadores* e as *práticas de agilidade*.
- Estabelecer estratégias para implantar *práticas de agilidade* capazes de responder aos *direcionadores de agilidade*.
- Identificar e estabelecer afinidades entre os elementos dos sistemas de custeio *ABC/M*, *kaizen* e *meta* conforme a realidade brasileira.
- Divulgar, aplicar e avaliar as metodologias proposta em vários setores da manufatura brasileira.

## 8.2. CONTRIBUIÇÕES ACADÊMICAS

Como contribuição deste trabalho foram publicados e apresentados em congressos nacionais e internacional os seguintes artigos:

Souza, A.C. & Batocchio, A. Análise dos Direcionadores de Agilidade Através da Ferramenta de Tomada de Decisão: ANP – Analytical Network Process. In: XVI COBEM 2001 Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, 11, 2001, Uberlândia MG, Brasil. (submetido e aceito).

Souza, A.C. et. al. Condições Econômicas no Processo de Usinagem: Uma Abordagem para Consideração dos Custos. In: VII Congreso Internacional de Costos, 07, 2001, León, España.

Souza, A.C., Lobo, Y. & Lima, P.C. OMM a Força dos Índices de Custo Aplicados ao Gerenciamento Baseado em Atividade (ABM) - Case. In: VII Congreso Internacional de Costos, 07,2001, León, España.

Souza, A.C. & Batocchio, A. Target Costing: o Uso de suas Core Tools na Fase de Design do Produto. In: I COBEF Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, 04, 2001, Curitiba PR, Brasil. CD-ROM.

Souza, A.C. & Batocchio, A. Sistemas Modernos de Apuração de Custos Aplicados a Manufatura Ágil. In: VII CBC – Congresso Brasileiro de Custos, 08, 2000, Recife PE, Brasil. CD-ROM.

Souza, A.C., Lobo, Y. & Lima, P.C. OMM a Força dos Índices de Custo Aplicados ao Gerenciamento Baseado em Atividade - ABM, In: VII CBC – Congresso Brasileiro de Custos, 08, 2000, Recife PE, Brasil. CD-ROM.

Souza, A.C.; Batocchio, A & Rocha, W. 1999. Target Costing & Activity-Based Costing: Ferramentas Estratégicas de Gerenciamento de Custos para Sistemas Modernos de Manufatura. In: XV COBEM Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, 11, 1999, Águas de Lindóia SP, Brasil. CD-ROM.

Batocchio, A., Souza, A.C. et al. Manufatura Ágil X Sistema Holônico de Manufatura. In: IV SBAI – Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, 09, 1999, São Paulo SP, Brasil. Anais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agostinho, O. L. *Sistema da Manufatura*. Campinas: Unicamp/Fem/Def, v.I & II, 1997, Notas de Aula.
- Ansof, H.I. Strategic Issue Management. *Strategic Management Journal*, n.1, 1980, p.133.
- Bacic, M. J. ; Costa, E.A. Sistema de Custeio para uma Pequena Empresa de Usinagem de Peças : Um Caso Prático, In: Congresso Internacional de Custos, 4, 1995, Campinas. *Anais... Campinas*, 1995. v.2, p. 999-1018.
- Batocchio, A. et al. Manufatura Ágil X Sistema Holônico de Manufatura. In: IV SBAI: Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, 4, 1999, São Paulo. *Anais... São Paulo*, 1999.
- Berger, L.A. *Change Management*. In: *The Change Management Handbook – A Road Map to Corporate Transformation*. Eds. L.A. Berger & M.J. Sikora. USA, McGraw-Hill, 1994.
- Bittar Jr., M. & Lima, P. C. Um Estudo de Caso do Cálculo de Extratos de Clientes em uma Empresa Utilizando o Sistema de Custeio ABC. XVI ENEGEP: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 16, 1996, Piracicaba. *Anais... Piracicaba*, 1996.
- Black, J.T. *The Design of the Factory with a Future*. New York: McGraw-Hill, 1991, 233p.
- Boisvert, Hugues. *Contabilidade por Atividade: Contabilidade de Gestão: Práticas Avançadas*. São Paulo: Editora Atlas, 1999, 93p.

- Bongaerts, L.; Van Brussel, H.; Wyns, Jo; Valckenaers, P.; & Detand, , Identification of Manufacturing Holons, Accepted for presentation on the European Workshop on Agent-Oriented Systems in Manufacturing, September, 26 and 27, Berlin, Germany. Jan. 1996
- Bremer, C.F. & Ortega, L.M. *Redes de Cooperação*. In: *Fábrica do Futuro: Entenda hoje como sua indústria será amanhã*. Edição especial de Produtos & Serviços. São Paulo: Editora Banas, 2000, p. 35-42.
- Brimson, J. A. *Activity Accounting: An Activity-Based Costing Approach*. New York: John Wiley & Sons, 1991, 214p.
- Blumenthal, A.L. *The Process of Cognition*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1997.
- Certo, S.C. & Peter, J.P. *Administração Estratégica: Planejamento e Implantação da Estratégia*. São Paulo: Makron Books, 1993, 469p.
- Christensen, J. Holonic Manufacturing Systems: Initial Architecture and Standards Directions. In: First European Conference Holonic Manufacturing Systems, December, 1994, Hannover, *Anais...* Hannover, 1994.
- Cho, H.; Jung, M.Y. & Kim, M. Enabling Technologies of Agile Manufacturing and its Related Activities. *Korea. Computers & Industrial Engineering*, v.30, n.3. p.323-334, 1996.
- Clarke, P. & Bellis-Jones, R. Activity-Based Cost Management in the Management of Change. *The TOM Magazine*, v.8, n.2. p.43-48, 1996.
- Colbert, G. J. & Spicer, B. H. Linking Activity-Based Costing and Transfer Pricing for Improved Decisions and Behavior. *Journal of Cost Management*, v.9, n.1, p.20-26, 1998.
- Cooper, R. & Kaplan, R. Measure Cost Rise: Make the right Decisions. *Harvard Business Review*, p.96-103, September-October, 1988.

- Cooper, R. The Rise of Activity-Based Costing – Part Three: How Many Cost Drivers Do You Need, and How do You Select Them? *Journal of Cost Management*, p.34-46, Winter, 1989.
- Cooper, R. Cost Classification in Unit Based and Activity Based Manufacturing Cost System. *Journal of Cost Management for the Manufacturing Industry*, p.4-14, Fall 1990.
- Cooper, R. *When Lean Enterprises Collide: Competing Through Confrontation*. Boston: Harvard Business School Press, 1995.
- Cooper, R. & Kaplan, R. S. How Cost Accounting Distort Product Costs. *Management Accounting*, April 1998.
- Cooper, R.& Slagmulder, R. Develop Profitable New Products with Target Costing. *IEEE Engineering Management Review*, p.79-88, First Quarter 2000.
- Costa Jr., G.J.A. Benchmarking – Medindo o Desempenho Gerencial com Base nas Melhores Práticas. In: VII CBC Congresso Brasileiro de Custo, 7, 2000, Recife. *CD-Rom*. Recife: 2000.
- Crow, K. *Target Costing*, Disponível na internet: <http://members.aol.com/drmassoc/target.html>.
- Dean, E.B. *Activity Based Costing: from the Perspective of Competitive Advantage*. Disponível na internet: <http://mijuno.larc.nasa.gov/dfc/abc.html>. 12 oct. 1997.
- Drucker, P. et al., Looking Ahead: Implications of the Present. *Harvard Business Review*, v.75, n.5, p.18-32, 1997.
- Dyer, R.F. & Forman, E.H. Group Decision Support with the Analytic Hierarchy Process. *Decision Support Systems*, v.8, p.99-124, 1992.

- Enke, D. & Dagli, C. Automated Misplaced Component Inspection for Printed Circuit Boards. *Computers and Industrial Engineering*, v.33, n.2-3, p. 373-376, 1997.
- Everdell, R. *From Lower to Sunyvale: Manufacturing in United States*. In: Moody, P. *Strategic Manufacturing*. Richard D. Irwin, 1990, p.20-50.
- Fayol, H. *Administração Geral Industrial*, São Paulo: Atlas, 1989.
- Gantt, H.L. 1915. The Relation between Production and Cost. *Journal of Cost Management*, Printemps, p.4-11, Reprinting at 1994.
- Gould, P. What is agility? *Manufacturing Engineer*, Feb. 1997, p.28-31.
- Goldman, S.L.; Nagel, R.N. & Preiss, K. *Agile Competitors and Virtual Organizations*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1995, 378p.
- Gunasekaran, A., Agile Manufacturing: Enablers and Implementation Framework. *International Journal of Production Research*, v.36, n.5, 1998, p1233-1247.
- Gunasekaran, A. Agile Manufacturing: A Framework for Research and Development. *International Journal Of Production Economics*, v.62, Special Issue, 1999, p.87-107.
- Gunasekaran, A. & Shing, D. Design of Activity-Based Costing in Small Company: A Case Study. *Computers & Industrial Engineering*. v.37, 1999, p.413-416.
- Gooley, T. B. Finding the Hidden Cost of Logistics. *Traffic Management*, v.42, n.2, 1995, p.171-176.
- Hayes, R.H. et al. *Dynamic Manufacturing – Creating the Learning Organization*. New York: Free Press, 1988, 429 p.

- Iacocca Institute. *21<sup>st</sup> Century Manufacturing Enterprise Strategy. An Industry Led View.* Bethlehem: Iacocca Institute, Vol. 1&2. , 1991.
- Imai, M. *Kaizen: The Key To Japan's Competitive Success.* New York: Mcgraw-Hill, 1986.
- Ireland, R. D. & Hitt, M. Achieving and Maintaining Strategic Competitiveness in the 21<sup>st</sup> Century: The Role of Strategic Leadership. *Engineering Management Review*, v.27, n.4, 1999, p.51-64.
- Iwata, K. & Onosato, M. Randon Manufacturing System: a New Concept of Manufacturing Systems for Production to Order. *Anais... CIRP*: 1994, v.43/1/1994, pp. 379-384.
- Johnston, R. B. Making Manufacturing Pratices Tacit: A Case Study of Computer-Aided Production Management and Lean Production. *Journal of the Operational Research Society*, v.46 ,n.10, 1995, p.1174-1183.
- Kaplan, R. S. & Cooper, R. *Cost And Effect: Using Integrated Cost Systems To Drive Profitability And Performande.* Boston: Harvard Business School Press, 1997, 357p.
- Karsson, C & Åhlström, P. Assessing Changes Processes Towards Lean Production. *International Journal of Operations & Production Management*, v.16, n.2, 1996a, p.24-41.
- Karsson, C & Åhlström, P. Changes Processes Towards Lean Production. *International Journal of Operations & Production Management*, v.16, n.11, 1996b, p.42-56.
- Kasarda, J. D. & Rondinelli, D. A. Inovative Infrastructure for Agile Manufacturers. *Sloan Management Review*, Winter 1998, p.73-82.
- Katayama, H & Bennett, D. Lean Production in a Changing Competitive World: a Japanese Perspective. *International Journal of Operations & Productions Managemente*, v.16, n.2, 1996, p.8-23.

- Kato, Y et al. Target Costing: An Integrative Management Process. *Journal Of Cost Management*, v. 9, n.1, 1995.
- Kidd, P.T. *Agile Manufacturing: Forging News Frontiers*. England: Addison-Wesley Publishing Company, 1994, 388p.
- Kimura, F. A Product and Process Model for Virtual Manufacturing Systems. *Anais...CIRP*: 1993, v.43/1/1993, pp. 147-150.
- Koestler, A., *The ghost in the machine*. London: Arkana Books, 1967.
- Lai, V.S. et. al. Software Selection: A Case Study of The Application of The Analytical Hierarchical Process to The Selection of Multimedia Authoring System. *Information & Management*, v.36, 1999, p.221-232.
- Lee, G.H. Designs of Components and Manufacturing's Systems for Agile Manufacturing. *International Journal of Production Research*, v.36, n.4, 1998, p.1023-1044.
- Lewin, K. Frontiers in Group Dynamics. *Human Relations*, v.1, 1947, p.5-41.
- Lobo, Y. *Proposta de Metodologias de Concepção e Projeto do Produto considerando os Aspectos Ambientais no Ciclo de Vida*. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2000. Tese (Doutorado). 169p.
- Lucas Jr, H. *Information Technology for Management*. McGraw-Hill, 6ª Ed., 1997.
- Mair, A. Honda's Global Flexi Factory Network. *International Journal of Operations and Production Management*, v.14, n.3, 1999, p.6-23.

- Martins, R.A., 1993, Flexibilidade e Integração no Novo Paradigma Produtivo Mundial: Estudo de Casos, Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Dez., 147pp.
- Maskell, B. H. *Activity-Based Costing: The Basic Issues*, Disponível na internet: <http://www.maskell.com/abm.htm>, 21 nov. 1999.
- Meade, L. et. al. Justifying Strategic Alliance And Partnering: A Prerequisite For Virtual Enterprising. *Omeg, International Journal Of Management Science*, n.25, 1997, p.29-42.
- Meade, L., Sarkis, J. Strategic Analysis of Logistic and Supply Chain Management Systems Using The Analytical Network Process. *Tranp'n Res. -E (Logistic and Transpn Rev.)*, v.34, n.3, 1998, p.201-215.
- Meade, L.M. & Sarkis, J. Analyzing Organizational Project Alternative for Agile Manufacturing Process: An Analytical Network Approach.. *International Journal Production Research*, v.37, n.2, 1999, p.241-261.
- Miller, A.J. *Activity Based Management in Daily Operation*. Chichester: John Wiley & Sons, 1996.
- Monden, Y. *Toyota Production System*. Norcross: Institute of Industrial Engineers, 1983.
- Monden, Y. Cost Management in Automobile Companies. Dobunkan Shuppan, 1991.
- Monden, Y. A Comparison of Japanese Kaizen Costing and Activity-Based Costing. *Accountant's Course*, Oct. 1993. p. 6.
- Monden, Y. *Toyota Production System – Practical Approach To Production Management*. Atlanta: Industrial Engineering And Management Press, 1993.

- Monden, Y. *Sistemas de Redução de Custos Custo-Alvo e Custo Kaizen*. Porto Alegre: Bookman, 1999.
- Nakagawa, M. *Gestão Estratégica de Custos: Conceito, Sistemas e Implementação*. São Paulo: Editora Atlas, 1991.
- Nakagawa, M. *Custeio Baseado em Atividades*. São Paulo: Editora Atlas, 1994.
- Naylor, J.B., Naim, M.M. & Berry, D. Leagility: Integrating the Lean and Agile Manufacturing Paradigms in Total Supply Chain. *International Journal of Production Economics*, v.62, p.107-118, 1999.
- Nobori, Y. & Monden, Y. Total Cost Control Systems in The Automobile Industry. *Accounting*, p.106, Feb.1983.
- Noori, H. & Radford, R. *Production and Operations Management – Total Quality and Responsiveness*. New York: McGraw Hill, 1995, 676p.
- O’Guin, Michael C. *The Complete Guide To Activity-Based Costing*. New Jersey: Prentice Hall, 1991, 384p
- Ohno, T. *The Toyota Production System*. Cambridge: Productivity Press, 1987,
- Ohno, T. *O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção de Larga Escala*. Porto Alegre: Bookman, 1997,
- Okino, N. Bionic Manufacturing Systems. In: *Flexible Manufacturing Systems, Past, Present, Future*, Ed. J. Peklenik, CIRP, Faculty of Mechanical Engineering, Ljubljana 1993, pp. 73-95.

- Oliveira, A. E. M. *Análise Crítica dos Modos de Alocação dos Custos Indiretos de Fabricação*. São Paulo: Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, 1991. Dissertação (Mestrado).
- Oliveira, J.F.G. & Coelho, R.T. *Automação do Chão de Fábrica*. In: *Fábrica do Futuro: Entenda Hoje como sua Indústria será Amanhã*. Edição especial de Produtos & Serviços. São Paulo: Editora Banas, 2000, p. 83-88.
- Ostrega, M. et al. *Guia da Ernest & Young para Gestão Total dos Custos*. Rio de Janeiro: Record, 1993, 349p.
- Owen, D. & Kruse, G. Follow the Customer. *Manufacturing Engineer*, v.76, n.2, April 1997.
- Pamplona, E. O. *Contribuição para a Análise Crítica do Sistema de Custos ABC através da Avaliação de Direcionadores de Custos*. São Paulo: Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, 1997, 167p. Tese (Doutorado).
- Pant, S. et al. Manufacturing Information Integration using a Reference Model. *International Journal of Operations & Production Management*, n.14, p.52-72, 1994.
- Perry, M., Sohal, A.S., Rumpf, P. Quick Response Supply Chain Alliances in The Australian Textiles, Clothing and Footwear Industry. *International Journal of Production Economics*, v.62, n.1-2. p.119-132, 1999.
- Paton, D. & Ross, A. After The Euro. *Manufacturing Engineer*, v.76, n.1, Feb. 1999.
- Pires, S.R.I. & Muusetti, M.A. *Logística Integrada e Gestão da Cadeia de Suprimentos*. In: *Fábrica do Futuro: Entenda Hoje como sua Indústria será Amanhã*. Edição especial de Produtos & Serviços. São Paulo: Editora Banas, 2000, p. 65-76.

- Pires, S.R.I. & Carpinetti, L.C.R. *Estratégia de Negócios*. In: *Fábrica do Futuro: Entenda Hoje como sua Indústria será Amanhã*. Edição especial de Produtos & Serviços. São Paulo: Editora Banas, 2000, p.43-54.
- Plonka, F.E. Developing a Lean and Agile Work Force. *International Journal of Human Factors in Manufacturing*, v.7, n.1, p.11-20, 1997.
- Porto, A.J.V. & Palma, J.G. *Manufatura Virtual*. In: *Fábrica do Futuro: Entenda Hoje como sua Indústria será Amanhã*. Edição especial de Produtos & Serviços. São Paulo: Editora Banas, 2000, p.89-97.
- Prahalad, C.K. & Hamel, G. The Core Competence of The Corporation. *Harvard Business Review*, p.70-91, May-Jun. 1990.
- Raz, T. & Elnathan, D. Activity Based Costing for Projects. *International Journal of Project Management*, v.17, n1, p.61-67, 1999.
- Rentes, A.F. *Gerenciamento dos Processos de Mudanças*. In: *Fábrica do Futuro: Entenda Hoje como sua Indústria será Amanhã*. Edição especial de Produtos & Serviços. São Paulo: Editora Banas, 2000, p. 23-28.
- Roma, N.L.; Magnani, M.; Souza, M.P. & Pires E.C. *Adequação Ambiental*. In: *Fábrica do Futuro: Entenda Hoje como sua Indústria será Amanhã*. Edição especial de Produtos & Serviços. São Paulo: Editora Banas, 2000, p. 29-34.
- Rozenfeld, H. & Bremer, C.F. *Visão Geral da Fabrica do Futuro*. In: *Fábrica do Futuro: Entenda Hoje como sua Indústria será Amanhã*. Edição especial de Produtos & Serviços. São Paulo: Editora Banas, 2000, p. 11-22.

- Rucinski, L. & Lima, P. C. Um Modelo de Sistema ABC na Manufatura Aplicado em Layout Celular. In: 16º ENEGEP: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 16, 1996, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba, 1996.
- Saaty, T.L. A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. *Journal of Mathematical Psychology*, n.15, 1977.
- Saaty, T.L. *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill, 1980, 287p.
- Saaty, T. L. *Decision Making with Dependence and Feedback: the Analytic Network Process*. Pittsburgh: RWS Publications, 1996.
- Saaty, T.L. & Takizawa, M. Dependence and Independence: From Linear Hierarchies to Nonlinear Networks. *European Journal of Operation Research*, v.26. p.229-237, 1986.
- Sakurai, M. *Gerenciamento Integrado de Custos*. São Paulo: Ed. Atlas , 1997, 279p.
- Santos, E.M. & Rezende, S.O. *Tecnologia da Informação*. In: *Fábrica do Futuro: Entenda Hoje como sua Indústria será Amanhã*. Edição especial de Produtos & Serviços. São Paulo: Editora Banas, 2000, p. 99-104.
- Schonberger, R. J. *Japanese Manufacturing Techniques: Nine Hidden Lessons in Simplicity*. New York: The Free Press, 1982.
- Sénéchal, O. & Tahon, C. A Methodology for Integrating Economic Criteria in Design and Production Management Decisions, *Int. Journal Of Production Economics*, v.56-57, p.557-574, 1998.
- Sharifi, H. & Zhang, Z. A Methodology for Achieving Agility in Manufacturing Organizations: An Introduction. *International Journal of Production Economics*, v.62, p.7-22, 1999.

- Sheridan, J.H. Agile Manufacturing: beyond Lean Production. *Industrial Week*, n.242, p.30-46, 1993.
- Shingo, S. *A Study of the Toyota Production: From an Industrial Engineering Viewpoint*. Cambridge: Productivity Press, Revised Edition, 1989,.
- Silva, J.V.L. Rapid Prototyping: Concepts, Applications and Potentials Utilization in Brazil. In: 15<sup>th</sup> International Conference on CAD/CAM Robotics & Factories of The Future, 1999. *Anais...* 1999.
- Simon, H.A. *The Science of the Artificial*. Cambridge: MIT Press, 1990.
- Smith, A. *A riqueza das Nações: Investigação sobre sua Natureza e suas Causas*. Trad. L.J. Barauma. São Paulo: Nova Cultural, 1998.
- Souza, A.C. & Batocchio, A. Sistemas Modernos de Apuração de Custos Aplicados a Manufatura Ágil. In: VII CBC Congresso Brasileiro de Custos, 7, 2000, Recife. *CD-ROM*. Recife, 2000.
- Souza, A.C. et al. Target Costing & Activity-Based Costing: Ferramentas Estratégicas de Gerenciamento de Custos para Sistemas Modernos de Manufatura. In: XV COBEM Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, 15, 1999, Águas de Lindóia. *CD-ROM*...Águas de Lindóia, 1999.
- Souza, A.C.; Lima, P.C. & Lobo, Y. OMM: A Força Dos Índices de Custo Aplicada ao Gerenciamento Baseado em Atividades (ABM) – Case. In: VII Congreso Del Instituto Internacional de Costos – II Congreso de la Asociacion Española de Contabilidad Directiva, 7,2001, León (Espña). *Anais...*León (Espña), 2001.
- Spedding, T.A. & Sun, G.Q. Application of Discrete Event Simulation to the Activity Based Costing of Manufacturing Systems. *International Journal Production Economics*, v.58. p.289-301, 1999.

- Spendolini, M. J. *Benchmarking*. São Paulo: Makron Books, 1993.
- Spreng, M., Fuchs, M. & Grazebook, A. Rapid Prototyping for Automotive Systems Development, *Electronic Engineering*, v.68, p.100-108, 1996.
- “Suppliers: The Competitive Edge in Design”, *Purchasing*, May 01, 1997. Material retirado da internet: <http://www.manufacturing.net>.
- Tanaka, M., Cost with Target Cost. *Journal of Cost Accounting Research*, p.37-40, oct. 1979.
- Tanaka, T. Target Costing at Toyota. *Journal of Cost Management*, p.4-11, Summer 1993.
- Tapscott, D. *The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence*. New York: McGraw-Hill, 1995, 342p.
- Taylor, F.W. *Princípios da Administração Científica*. Trad. A.V. Ramos. São Paulo: Atlas, 1996.
- The CAM-I Target Cost Core Group, *Target Costing: The Next Frontier in Strategic Cost Management*, Chicago: Irwin, 1997, 250p.
- The CAM-I. The First Annual International Congress Target Costing. Akron (Ohio), Oct. 1997.
- Turney, P. B. Activity Based Management, *Management Accounting*, Jan. 1992.
- Ueda, K. A Genetic Approach toward Future Manufacturing System. In: *Flexible Manufacturing Systems, Past, Present, Future*, Ed. J. Peklenik, CIRP, Faculty of Mechanical Engineering, Ljubljana 1993, pp. 221-228.
- Van Brussel, H. Holonic Manufacturing Systems, The Vision Matching the Problem. In: First European Conf. On Holonic Manufacturing Systems, 12, 1994, Hannover. Anais...

- Van Brussel, H. et al. Reference Architecture for Holonic Manufacturing Systems: Prosa. Disponível na internet: <http://www.mechkuleuven>. 1997.
- Van Brussel, H.; Wyns, Jo; Valckenaers, Paul; Bongaerts, Luc & Peeters, P. Reference Architecture for Holonic Manufacturing Systems: PROSA. *Computers In Industry*, Special Issue on Intelligent Manufacturing Systems (Accepted for publication). PMA Internal Publication, n.97, p077, 1997.
- Van Leeuwen, E.H. & Norrie, D. Holons and Holarchies. *Manufacturing Engineer*, p.86–88, April 1997.
- Vastag, G. et al. Logistical Support For Manufacturing Agility In Global Markets. *International Journal of Operations & Production Management*, n.14, p.73-85, 1994.
- Warnecke, H.J. & Hüser, M. Lean Production. *International Journal Production Economics*, v.41, n.1-3, p.37-43, 1995.
- Weck, M. et. al. Evaluating Alternative Production Cycles Using The Extended Fuzzy AHP Method. *European Journal of Operation Research*, v.100, p.351-366, 1997.
- Williamson, A. Target And Kaizen Costing, *Manufacturing Engineer*, p.22-24. Feb. 1997.
- Winner, R.I. *The Role of Concurrent Engineering in Weapons Systems Acquisition*. IDA Report R-338. Alexandria, VA: Institute for Defense Analyses, 1998.
- Warnecke, H-J. Die Fraktale Fabric, *Revolution der Unternehmenskultur*, Springer, Berlin, 1992.
- Womacks, J.P.; Jones, D.T.; Roos, D. *The Machine that Change The World*. New York: Rawxon Associates, 1990.
- Yusuf, Y.Y. et al. Agile Manufacturing: The Drivers, Concepts and Attributes. *International Journal of Production Economics*, v.62, p.33-44, 1999.

## Anexo I

### Direcionadores de Agilidade

Tabela I.1. Nível de Influência dos *Direcionadores de Agilidade* sobre a Empresa:

Nível de Influência: ● Forte      Média      ● Fraca	●		●
<b>Mudanças Rápidas ao Mercado :</b>	3	1	0
Crescimento do nicho de mercado;			
Mudanças políticas nacionais e internacionais;	●		
Aumento na taxa de mudanças nos modelos de dado produto – customização;	●		
Retração do tempo de vida do produto.	●		
<b>Mudanças nos Critérios Competitivos:</b>	4	2	0
Mercado altamente mutável;			
Crescente pressão sobre custo;			
Crescente taxa de inovação;	●		
Crescente pressão da competição de mercado global;	●		
Decrescente <i>time to market</i> de novos produtos;	●		
<i>Responsiveness</i> (sensibilidade) dos competidores para mudanças.	●		
<b>Mudanças nos Anseios dos Clientes:</b>	4	0	0
Demandas para produtos e/ou serviços individualizados;	●		
Tempo de entrega e <i>time to market</i> mais rápido.	●		
Expectativa da qualidade crescente;	●		
Mudanças repentinas na especificação e quantidade do pedido.	●		
<b>Mudanças na Tecnologia (equipamentos e ferramentas):</b>	3	0	0
Introdução de recursos de produção mais eficientes, rápidos e econômicos;	●		
Introdução de novas tecnologias de aplicativos computacionais (software e métodos);	●		
Inclusão da tecnologia de informação nas novas tecnologias de equipamentos.	●		
<b>Mudanças nos Fatores Sócio-Culturais e Ambientais:</b>	2	2	1
Pressões ambientais;			
Expectativas de força de trabalho/local de trabalho;	●		
Pressões políticas/legais;	●		
Problemas culturais;			●
Mudanças no contrato social.			
<b>Mudanças nos Relacionamentos Inter/Empresas e na Cadeia de Valores::</b>	●		
<b>Mudanças Relacionadas à Tecnologia da Informação:</b>	1	2	0
Implantação de redes intranet/internet;			
Aumento de demanda de projetos via internet;			
Aumento na velocidade de implantação de comércio eletrônico pelos concorrentes.	●		

## Anexo II

### Atributos Identificadores de Agilidade

Tabela II.1. *Atributos Identificadores de Agilidade* para Empresas

Nível do Identificador:	Forte	Médio	Fraco
<b>VI.1. Valorização do Cliente:</b>			
A empresa vende a seus clientes produtos/serviços na forma de soluções de seus problemas e sensíveis a seus anseios?	●●●	●●	●
A empresa oferece uma gama de variedade de soluções a seus clientes customizadas, re-configuráveis e atualizáveis?	●●●	●●	●
<b>VI.2. Estar Apta às Mudanças:</b>			
A empresa é capaz de responder rapidamente às mudanças de mercados sob pressões competitivas globais?	●●●	●●	●
A empresa introduz novas soluções (inovações) reduzindo o tempo de resposta ao mercado?	●●●	●●	●
A empresa descentraliza suas informações facilitando e incentivando a tomada de decisão dentro da empresa?	●●●	●●	●
A empresa realiza reengenharia de suas atividades constantemente?	●●●	●●	●
<b>VI.3. Cooperações Estratégicas Internas e Externas para a Melhoria da Competitividade:</b>			
A empresa possui equipes multifuncionais, multidistribuídas e interligadas em redes e por correio eletrônico?	●●●	●●	●
A empresa possui técnicas de engenharia simultânea?	●●●	●●	●
A empresa é capaz de fazer parcerias rápidas dentro da cadeia de valores, tornando-se uma empresa virtual?	●●●	●●	●
A empresa é capaz de fortalecer as capabilities internas e buscar parceiros (até mesmos concorrentes) para atender aos novos nichos de mercado?	●●●	●●	●
<b>VI.4. Valorização dos Recursos Humanos:</b>			
A empresa tem programas de educação continuada para todos os seus funcionários?	●●●	●●	●
A empresa valoriza a força de trabalho como ativo vital de competitividade?	●●●	●●	●
A empresa possui funcionários "Empowered Individuals" trabalhando em equipes?	●●●	●●	●





## Anexo IV: Influência das Práticas de Agilidade

Tabela IV.1a. Matriz de Influência das Práticas de Agilidade sobre os Atributos Provedores de Agilidade.

Legenda			Logística Integrada e Supply Chain	Sistemas de Informação Distribuídos	Integração Empresarial Ampliada	Sistemas Interativos com o Cliente	Capabilidades para Formação de Parcerias Globais	Comércio Eletrônico	Formação de Empresa Virtual	Padrões de Medidas e Avaliação de Desempenho	Tecnologia de Produção Flexível (Tecnologia de Fabricação e Automação da Fábrica)	Groupware – Softwares Corporativos	Interface Tecnologia – Elemento Humano	Adaptação e Transferência de Tecnologia	Componentes Modulares/Re-Configuráveis	Empresas e Centros de Pesquisas interligados por Redes Computacionais	Alavancar Tecnologias através de Habilidades e Conhecimentos
6	5	4															
Forte influencia da agility practice sobre os habilitadores de agilidade																	
Média influencia da agility practice sobre os habilitadores de agilidade																	
Fraca influencia da agility practice sobre os habilitadores de agilidade																	
MRP II																	
ERP																	
CAD/CAE/CAM																	
CRM																	
Intranet																	
Internet																	
JIT/Kanban																	
TQC																	
ABC/ABM																	
Target Costing																	
QFD																	
Kaizen Costing																	
CAPP																	
CIM-OSA																	
ISO/QS 9000																	
PDM																	
Six Sigma																	
BalancedScorecard																	

## Anexo IV: Influência das *Práticas de Agilidade*

Tabela IV.1b. Matriz de Influência das *Práticas de Agilidade* sobre os Atributos Provedores de Agilidade.

Legenda			Implementação de Manufatura Virtual	Sistema de Realidade Virtual e Prototipagem Rápida	Desenvolvimento e Inovação do Produto Dirigida ao Cliente	Engenharia Simultânea	Gestão de Melhoria Contínua	Indivíduos Capacitados a Tomar Decisões em Equipes	Educação e Treinamento Contínuo	Organizational Learning	Sistema de Controle da Qualidade Total	Cultura para Mudanças	Sistemas de Custeio Avançados	Sistemas Jurídicos	Práticas Organizacionais	Adequação Ambiental	Conservação de Energia
9	8	7															
Forte influencia da agility practice sobre os habilitadores de agilidade																	
Média influencia da agility practice sobre os habilitadores de agilidade			6														
Fraca influencia da agility practice sobre os habilitadores de agilidade			5	4													
MRP II																	
ERP																	
CAD/CAE/CAM																	
CRM																	
Intranet																	
Internet																	
JIT/Kanban																	
TQC																	
ABC/ABM																	
Target Costing																	
QFD																	
Kaizen Costing																	
CAPP																	
CIM-OSA																	
ISO/QS 9000																	
PDM																	
Six Sigma																	
Balanced Scorecard																	

## Anexo V

### CORE TOOLS: FERRAMENTAS ESSENCIAIS AO CUSTEIO META

#### V.1. INTRODUÇÃO:

As *core tools*, nove conforme The CAM-I Target Cost Core Group (1997), são executadas no ciclo de desenvolvimento de um novo produto. A Tabela 5.1 ilustra o uso destas ferramentas dentro das etapas do ciclo de desenvolvimento do novo produto e em suas respectivas áreas funcionais. O uso correto destas *ferramentas essenciais*, no estágio adequado do processo de *Custeio meta*, são essenciais para o aumento da eficiência organizacional.

Tabela V.1 – Posicionamento das *ferramentas essenciais* dentro do ciclo de desenvolvimento do produto e das áreas funcionais – Fonte: The CAM-I Target Cost Core Group (1997)

	<b>Estratégia do Produto</b>	<b>Conceito e Praticabilidade</b>	<b>Design e Desenvolvimento</b>	<b>Produção e Logística</b>
<b>Planejamento</b>	Planejamento Plurianual Produto e Lucratividade			
<b>Marketing</b>	Benchmarking QFD			
<b>Contabilidade</b>	Planilhas de Custo	Feature to Function Costing QFD	Análise de Custo de Componente Custeio de Processo	
<b>Engenharia</b>		EV DTC QFD	EV DFMA/DTC QFD	AV
<b>Compras</b>		EV para Fornecedores	EV para Fornecedores	

## **V.2. Planejamento Plurianual do Produto e Lucratividade:**

“É possível – e proveitoso – identificar eventos principais que já ocorreram, de maneira irrevogável, e que terão efeitos previsíveis para as próximas duas décadas, em outras palavras, identificar e preparar para o futuro que já ocorreu” Drucker (1997).

Fundamentados nos insights e entendimentos que as experiências fornecem, a inteligência convencional acredita que é muito difícil prever o futuro com alto grau de acurácia. De fato, Peter Drucker sugere que: “Em assuntos humanos – político, social, econômico, ou negócio – não há sentido tentar prever o futuro, para não citar o esforço de olhar adiante 75 anos”. Ireland e Hitt (1999) salientam que, embora seja difícil para a empresa prever seu futuro com precisão, é possível e produtivo para a mesma identificar eventos ocorridos e se preparar para o futuro.

Esta ferramenta é usada para integrar as informações sobre as receitas, o gasto e os investimentos do portfólio da empresa para um período de três a sete anos, segundo The CAM-I Target Cost Core Group (1997). Integra-se ao plano plurianual de lucratividade de longo alcance, os planos de previsões de vendas do produto, a tecnologia e os investimentos, dentro de uma estratégia do produto. As estratégias de produtos são definidas para múltiplos grupos de negócios e descrevem metas, oportunidades e ameaças competitivas para a linha de produtos. A estratégia do produto é, em seguida, transformada em projeção de receitas e custos para elaborar o plano plurianual de lucratividade.

Uma consideração chave no plano é o ciclo de vida tanto para produtos existente como novos. Outro elemento do plano é a associação de introdução e a retirada com vendas projetadas e margens de lucratividade dos produtos, além do seu ciclo de vida.

## **V.3. Benchmarking:**

“*Benchmarking* é um processo contínuo e sistemático para avaliar os produtos, os serviços e o processo de trabalho de organizações reconhecidas como representantes das melhores práticas, com a finalidade de melhorias organizacionais” Spendolini (1993).

Este termo teve origem na Xerox, o qual requer comparar processo ou operações em um negócio contra os melhores do mesmo ramo de atividade. A importância do *benchmarking* para o *Custeio meta*, de acordo com The CAM-I Target Cost Core Group (1997), é a sua capacidade de fornecer estimativas sobre as ofertas, os preços, os custos e as margens de lucro de produtos competitivos.

#### **V.4. QFD : Quality Function Development: Desdobramento da Função Qualidade**

Um dos maiores desafios do design de um produto é determinar exatamente o que o cliente quer e necessita, e assegurar que estas necessidades e desejos sejam as principais considerações nas decisões deste design. Noori & Radford (1995) definem QFD como um método no qual equipes multifuncionais transcrevem os anseios dos clientes em atributos apropriados de design, para cada estágio do processo de desenvolvimento do produto.

#### **V.5. Tabelas de Custo:**

Constituem um banco de dados detalhados, com informações sobre os custos diretos de materiais, de processos, de componentes adquiridos, de overheads, de investimentos e depreciação sobre novos investimentos, bem como custo de modelos. É uma ferramenta de apoio para determinar as especificações de manufatura, a programação de setup da produção, os métodos e as etapas de produção etc. Um sistema de planilhas de custo contém informações de taxa de horas-máquina, taxas de horas-homem, lead-times e custos de operações; facilitando a identificação dos principais direcionadores de custos essenciais para determinar o custo de dada atividade, (Mondem, 1999) e (The CAM-I Target Cost Core Group, 1997).

#### **V.6. Feature to Function Costing:**

*Feature* é definido como um atributo do produto, físico ou estético, desejado pelo cliente. O principal propósito de decompor um custo meta em um atributo do produto é visualizar o custo deste produto percebido pelo cliente

*Function* é definido como um subsistema principal, uma submontagem, um componente ou uma dimensão de desempenho, com sua própria equipe de design e manufatura.

A engenharia decompõe o *custo meta* permitido dentro do que pode ser gasto em cada função, e então decompõe o custo meta funcional nos subsistemas, componentes ou partes.

A proposta da análise funcional é determinar qual função um item realiza, qual é o seu custo, e qual é o valor percebido pelo cliente. Valor é tipicamente expresso como o grau de importância para um cliente, determinado pela contribuição de uma função realizada por um dado atributo do produto. Determinam-se o custo de atributos e as funções de um dado produto. A proposta desta ferramenta é fornecer informações sobre o custo de verificar uma função que, por sua vez, satisfaça um atributo desejado pelo cliente. Quando uma ou mais funções são necessárias para determinar um atributo, o custo deste é a soma do custo de todas as funções, (The CAM-I Target Cost Core Group, 1997).

#### **V.7. Análise de Custo de Componentes**

É uma ferramenta importante e muito empregada em empresas de montagem, com inúmeros componentes, peças e sub-montagens adquiridas; com os seguintes propósitos: identificar quanto custa cada componente para o produto, a relação e a influência de um componente sobre o outro, e assegurar que nenhum componente antigo ou recente, fora de produção, seja usado. O uso destes componentes pode aumentar o custo deste produto significativamente, (The CAM-I Target Cost Core Group, 1997).

#### **V.8. Custeio de Processo ou Operações:**

O propósito desta ferramenta é entender os direcionadores de custos para cada passo no processo de manufatura, auxiliando a gerência com informações que permitam eliminar ou modificar operações caras ou que não agreguem valor ao produto, (The CAM-I Target Cost Core Group, 1997).

### **V.9. EV/AV : Engenharia e Análise do Valor:**

Engenharia do valor é uma abordagem sistemática que busca extrair o melhor balanço funcional entre custos, qualidade e performance de um produto. Os consumidores adquirem produtos, que executem funções necessárias ao seu dia a dia. Eliminar atividades de um produto que não agregam valor significa reduzir custos e torná-lo competitivo; esta é a missão principal da engenharia do valor. É uma ferramenta de característica estratégica para a empresa e é aplicada na fase de concepção do produto. Engenharia e análise do valor diferem somente na etapa do produto em que são aplicadas, sendo que a engenharia do valor é aplicada na fase de concepção do produto e a análise do valor na produção do mesmo, (The CAM-I Target Cost Core Group, 1997).

### **V.10.DFMA/DTC: Design For Manufacturing and Assembly / Design To Cost:**

DFM/A é ambos um processo pelo qual um produto possa ser projetado, e um grupo de ferramentas que auxiliam os projetistas seguir tal abordagem e atingir seus objetivos.

Por definição, DFM (*Design For Manufacturing*) de acordo com Noori & Radford (1995), fornece uma estrutura aos projetistas trabalharem em conjunto e como estes devem desenvolver projetos do produto e processo simultaneamente (capacita um projetista a avaliar a manufaturabilidade de um produto).

DFA (*Design For Assembly*) é uma ferramenta que auxilia os projetistas a cuidarem dos aspectos relativos a montabilidade e manutenibilidade dos produtos em fase de desenvolvimento.

DTC (*Design To Cost*), é uma metodologia na qual os projetistas trabalham sobre um *custo meta* para um produto, buscando aproximar o custo de fornecer cada atributo do produto ao custo de incorpora-lo. DTC, ainda segundo The CAM-I Target Cost Core Group (1997), é uma abordagem que atenta na minimização do custo de um produto, por usá-lo como uma restrição

## **Anexo VI**

### **FERRAMENTAS DE TOMADA DE DECISÃO**

#### **VI.1. Introdução:**

Num ambiente de tomada de decisão de multiatributos, o desafio, segundo Meade & Sarkis (1999), é selecionar a alternativa mais atrativa da série de objetivos do grupo. Neste âmbito de tomada de decisão, surgem duas ferramentas desenvolvidas por Tomas L. Saaty, aplicadas por diversos autores em várias áreas do conhecimento.

O objetivo deste tópico é apresentar, sob forma de revisão bibliográfica, tais ferramentas como suporte a este trabalho. Tais ferramentas consistem em:

- *AHP*: Analytical Hierarchical Process. - Método de Análise Hierárquica,
- *ANP*: Analytical Network Process. - Método de Análise com Feedback.

#### **VI.2. Dependência Funcional e Estrutural:**

A avaliação de alternativas pode ser realizada de duas formas, de acordo com Blumenthal (1977), ambas envolvendo comparações:

- Comparações relativas: realizadas entre pares de alternativas com relação a um dado atributo, ou seja, ponderar as alternativas.
- Comparações absolutas: realizadas simplesmente frente a um padrão, usando uma escala, tal como um parâmetro ou, em geral, por um tipo de leitura envolvendo um dispositivo de avaliação de um atributo, ou seja, medir o atributo.

Quando os padrões são suficientemente familiares para escolher prioridades de intensidade de atributos, o *AHP* pode ser usado para classificar um grupo de alternativas.

Saaty & Takizawa (1986) apresenta os seguintes tipos de dependências:

- Dependência estrutural: refere-se quantos elementos estão envolvidos em um grupo de comparações relativas e como a escala obtida de valores relativos destes elementos é construída pela escala fundamental e usada para efetuar as comparações.
- Dependência funcional, semântica ou qualitativa: refere-se à dependência de um grupo de elementos sobre outro grupo, de atributos ou critério, usado para comparar ou medi-los.

Os autores atentam para que não haja dependência estrutural, quando as comparações absolutas são efetuadas, já que nenhuma delas envolve a construção de uma escala extraída de outra fundamental.

A dependência funcional é classificada, ainda, em :

- Dependência externa de um grupo sobre o outro, ocorre se uma escala fundamental pode ser obtida para os elementos do primeiro grupo, em termos de cada elemento do segundo grupo.
- Dependência interna ocorre quando os elementos de um mesmo grupo são, por um lado, dependentes externos de um segundo grupo e, por outro lado, são condicionalmente dependentes entre os mesmos, com relação aos elementos do segundo grupo, que servem como atributos (como em análises de entrada e saída).

Tabela VI.1. Relação entre Comparações e Dependências.

Fonte: Saaty & Takizawa (1986).

Dependência	Comparação	
	Absoluta	Relativa
Funcional (Externa e Interna)	X	X
Estrutural	-	X

### VI.3. Hierarquias e Redes (Networks):

Saaty & Takizawa (1986) definem hierarquia como sendo uma simples estrutura usada para representar o tipo mais simples de dependência funcional de um nível ou componente, pertencentes a um dado sistema, sobre um outro sistema, de maneira seqüencial. É uma maneira conveniente de decompor um problema complexo, na busca de interpretações de causas e efeitos por etapa, formando uma cadeia linear. O resultado desta abordagem é assumir a independência de uma parte ou cluster superior de uma hierarquia de todas as suas partes inferiores.

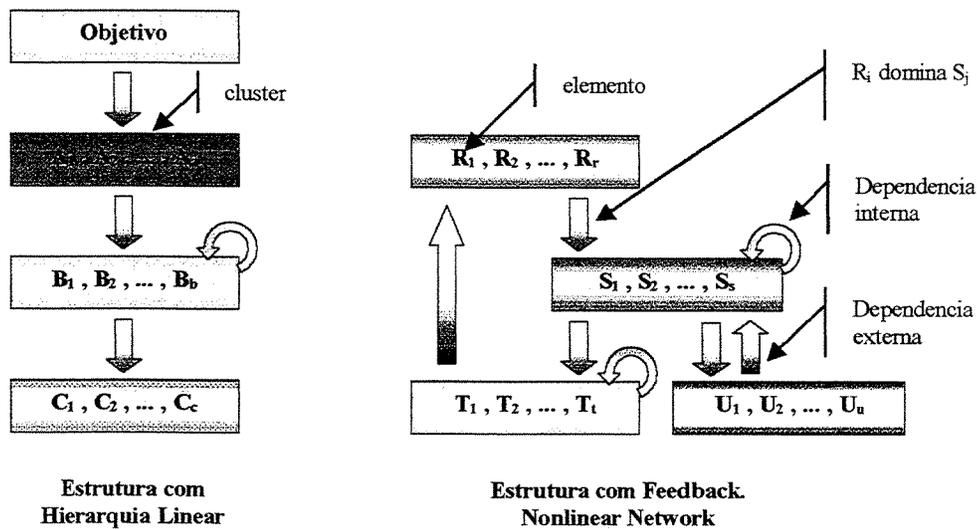


Fig. VI.1. Diferenças entre Estruturas com Hierarquia Linear e com Feedback.

Fonte: Saaty & Takizawa (1986).

Um sistema com feedback é aquele, de acordo com Saaty & Takizawa (1986), que, de uma forma mais geral, estrutura melhor o problema envolvendo a dependência funcional. Este caso especial permite feedback entre os clusters da hierarquia, o qual pode ser utilizado para identificar relações entre componentes, usando considerações independentes e relativamente livres de regras. Isto é especialmente correspondido para modelar relações de dependências. A abordagem com feedback torna possíveis a representação e análise das interações e, também, a síntese de seus efeitos mútuos por um procedimento lógico simples.

Tanto na estrutura com hierarquia linear como na com feedback (redes), os elementos dentro de cada cluster podem ser dependentes internos (interdependências).

#### **VI.4. *AHP* – Analytic Hierarchy Process. Método de Análise Hierárquica:**

*AHP* constitui-se de uma abordagem para tomada de decisão criada por Saaty (1980). Esta técnica prima pela capacidade de modelar situações complexas, especialmente quando fatores estratégicos desempenham um papel importante na tomada de decisão. O mesmo autor considera que o modelo de tomada de decisão deve incluir e mensurar todos os fatores importantes, tangíveis ou não, qualitativos e quantitativamente mensuráveis. Pamplona (1997) relata que a questão central do método é identificar com que peso os fatores individuais, situados em posições inferiores, influenciam o seu fator principal (objetivo) na posição superior da hierarquia.

Lai et al. (1999) resumizam todos os processos envolvidos na aplicação da abordagem *AHP*:

1. Formular a hierarquia de decisão, por especificar uma hierarquia de elementos de decisões inter-relacionadas.
2. Coletar dados de input para realizar uma comparação de elementos de decisão, dois a dois.
3. Estimar as influências relativas (pesos) dos elementos de decisões por utilizar um método de autovalor.

4. Agregar os pesos relativos até o topo da hierarquia (objetivo principal), para obter um peso composto que represente a opinião do tomador de decisão e a importância relativa de cada alternativa de decisão.

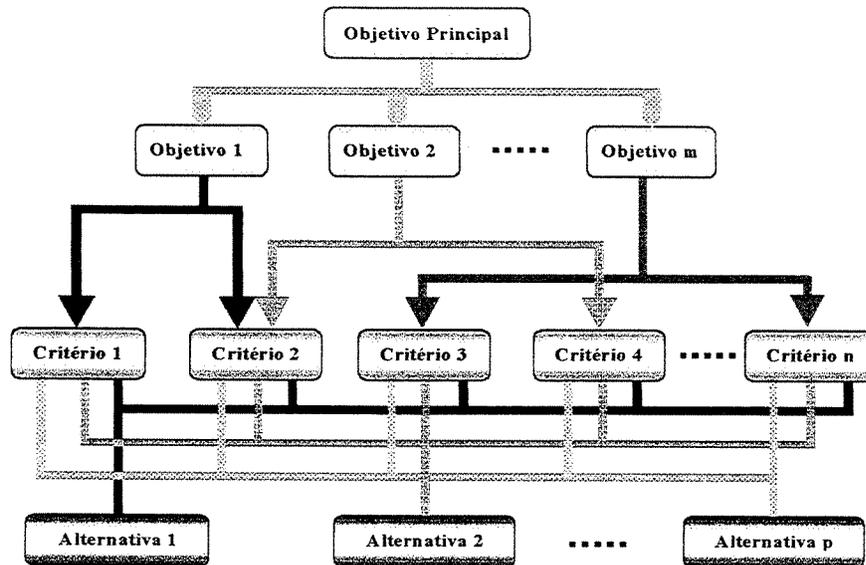


Figura VI.2. Hierarquia do Problema de Tomada de Decisão pela Abordagem *AHP*.

Fonte: baseada em Weck et. al. (1997).

Estes procedimentos podem ser aplicados por um indivíduo ou um grupo de pessoas qualificadas e treinadas. O processo de selecionar prioridades, conforme Lai et al. (1999), será efetuado com base na visão e nos julgamentos do indivíduo ou do grupo. Dyer & Forman (1992) apresentam quatro meios para selecionar prioridades:

- Consenso entre os participantes do grupo;
- Pelos votos e compromissos sobre um julgamento dos participantes;
- Pela média geométrica dos julgamentos dos participantes; e
- Pelos modelos ou jogadores em separado. Isto ocorre quando o grupo tem objetivos significativamente diferentes e não podem se encontrar para discutir a decisão.

A abordagem *AHP* consiste em determinar a influência dos atributos de nível inferior em relação ao seu superior. Para um dado atributo da hierarquia, comparam-se os vários atributos do próximo nível inferior, dois a dois, avaliando a importância de um atributo sobre o outro, utilizando a escala de Saaty (1980). Os valores das alternativas para cada critério são representados pela solução principal autovetor da matriz de comparação par-a-par.

Saaty & Takizawa (1986) afirmam que a solução autovetor é a única forma de obter o ranking ou a dominância refletida nas comparações par-a-par, quando existe inconsistência na avaliação. Em adição, o valor do autovetor principal seu valor é positivo e há uma única razão de escala de propriedade dentro de uma constante multiplicativa.

A escala de Saaty (1980) tem valores de um a nove quando comparados dois atributos. Um escore de valor um indica que os dois atributos têm o mesmo peso de influência sobre o critério de decisão de nível superior, ao passo que um escore de valor nove aponta a total superioridade de um atributo sobre o outro. Os valores intermediários revelam dominâncias intermediárias. A matriz de comparações é construída considerando a seguinte equação:

$$a_{ij} * a_{ji} = 1 \tag{1}$$

$a_{ij}$  ,  $a_{ji}$  : representam os valores da dominância do atributo  $A_{ij}$  sobre o atributo  $A_{ji}$ .

O resultado é uma matriz de comparação par-a-par entre atributos de um mesmo nível. A partir desta matriz, calcula-se o valor ponderado de prioridade  $w_i$  de cada componente  $i$ , estabelecendo, assim, o autovetor normalizado  $w$  e, por conseguinte, o autovalor  $\lambda w$  :

Saaty (1980) estabelece vários algoritmos na determinação do autovalor. Será descrito, a seguir, um destes algoritmos, que consiste em um método com dois estágios. O primeiro passo é formar uma matriz quadrática  $n \times n$ , onde o valor é determinado dividindo cada elemento de uma dada coluna pelo somatório dos elementos desta coluna, repetindo este procedimento para os outros elementos desta linha. O segundo passo é determinar o valor ponderado para cada linha,

que consiste em dividir o somatório dos valores da mesma, calculados no passo, pelo número de elementos da linha.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^J \left( \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^I a_{ij}} \right)}{J} \quad (2)$$

O autovetor normalizado  $w$  será utilizado para quantificar e ponderar a importância das várias características de um atributo. A única solução do problema de tomada de decisão é dada pela seguinte equação:

$$A w = \lambda_{\max} w \quad (3)$$

$\lambda_{\max}$  : consiste no máximo valor ponderado de prioridade do autovetor  $w$ . O Valor de  $\lambda_{\max}$  é estimado pela seguinte equação:

$$\lambda_{\max} = w_i * \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad (4)$$

Matriz VI.1. Matriz de Comparação de Paridade entre Atributos de um mesmo Nível na Hierarquia.

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>j</sub>	A <sub>J</sub>	eVetor: w <sub>i</sub>
A <sub>1</sub>	1	1/6		2	0,154
A <sub>2</sub>	6	1		7	0,755
A <sub>i</sub>			1		
A <sub>I</sub>	2	1/7		1	0,092
Σ	7,500	1,310		10,000	

Uma vez determinado o autovalor  $\lambda_{\max}$ , deve-se testar a consistência da resposta obtida por meio da metodologia desenvolvida por Saaty (1977). O objetivo é verificar a consistência dos valores inseridos na matriz de comparação.

Calcula-se o índice (**IC**) de consistência da seguinte forma:

$$IC = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n - 1)} \quad (5)$$

Determina-se a razão de consistência (**RC**):

$$RC = \frac{IC}{CA} \quad (6)$$

O índice de consistência aleatória (**CA**) é apresentado por Saaty (1980) e proveniente de uma amostra de 500 matrizes recíprocas positivas geradas aleatoriamente até o domínio 15.

Tabela VI.2. Valores de **CA** em Função do Domínio **n** da Matriz.

Fonte: Saaty (1980).

<b>nxn</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>CA</b>	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,58

Saaty (1980) adverte que a razão de consistência deve ficar abaixo de 0,10, para que os valores inseridos na matriz de comparação estejam consistentes, ou seja:

$$RC \leq 0,10 \quad (7)$$

Resultados para o exemplo inserido na Matriz VI.1:

$\lambda_{\max}$	<b>n</b>	<b>IC</b>	<b>CA</b>	<b>RC</b>
3,064	3	0,032	0,58	0,055

A razão de consistência ficou abaixo de 0,10 indicando que os valores inseridos na Matriz 1 são consistentes.

## **VI.5. Analytical Network Process *ANP*: Método de Análise com Feedback**

Meade e Sarkis (1999) afirmam que a abordagem *ANP* é uma ferramenta atrativa de tomada de decisão de multicritério, pois permite a consideração de interdependência dos níveis de atributos (critérios). *ANP* envolve a representação hierárquica das relações, mas não requer uma estrita estrutura hierárquica, como faz o *AHP*.

A abordagem *ANP*, segundo Meade e Sarkis (1999), modela problemas de sistemas, nos quais as relações entre os níveis não são facilmente representadas, conforme superiores ou inferiores, controlador e subordinado. Tais sistemas são conhecidos como “sistemas com feedback” e se referem a sistemas em que um nível pode dominar e ser dominado, direta ou indiretamente, por outros atributos e níveis de decisões. Em uma representação gráfica, as dependências entre atributos podem ser representadas por uma seta dupla (dois sentido) ou uma seta em arco.

A Figura VI.3 ilustra um modelo de hierarquia com feedback. A configuração do problema de decisão necessita ser estruturado dentro de seus componentes importantes. Sendo assim, os critérios (atributos) e as alternativas são estruturados em forma de um controle hierárquico, em que o nível superior é a decisão estratégica principal.

Uma hierarquia de controle, de acordo com Saaty (1996), é simplesmente uma hierarquia de critérios e subcritérios, em que prioridades são extraídas com respeito ao objetivo completo do sistema a ser analisado.

Meade & Sarkis (1999) expõem que os elementos de níveis superiores são decompostos em subcomponentes e atributos. O desenvolvimento do modelo requer a determinação de atributos para cada nível e a definição de suas relações. O objetivo final consiste em selecionar a alternativa que melhor atenda à tomada de decisão.

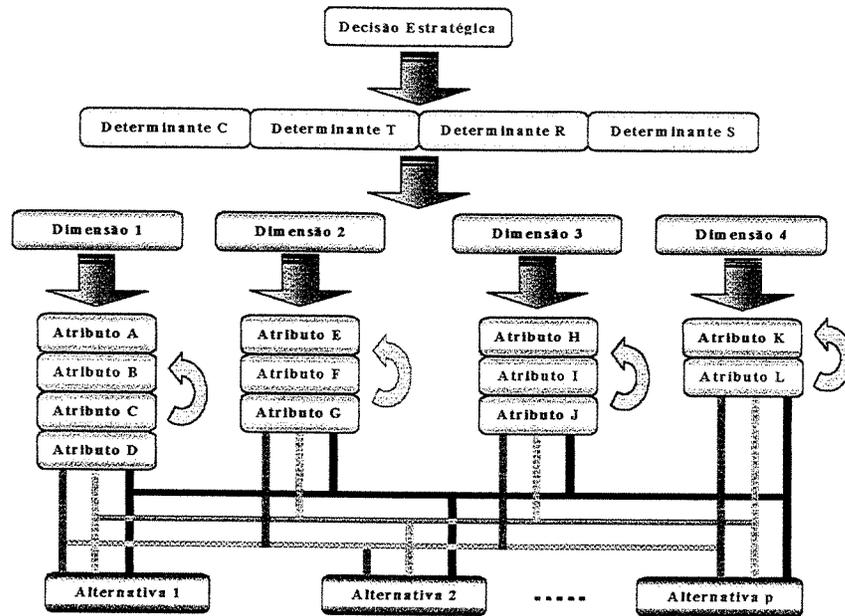


Figura VI.3. Hierarquia com Feedback : Abordagem ANP.

Fonte baseada em Meade e Sarkis (1999).

**Cálculo de Prioridades com Feedback:**

Considere o caso de dois componentes, critérios  $T_t$  e alternativas  $U_u$ :

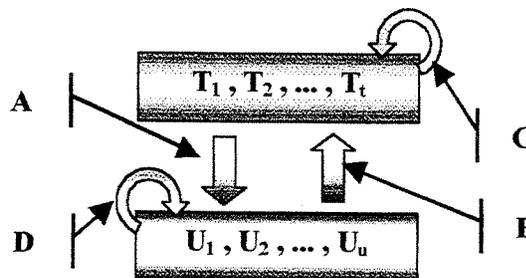


Figura VI.4. Estrutura com Dependência Externa e Interna: Abordagem ANP.

Fonte baseada em Meade e Sarkis (1998).

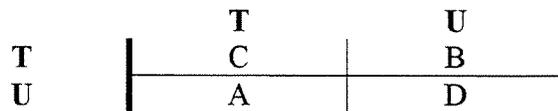
Meade e Sarkis (1998) afirmam que a supermatriz permite a resolução de efeitos de interdependência dos elementos do sistema. A supermatriz é uma matriz particionada, onde cada submatriz é composta de um grupo de relações entre níveis, conforme mostra a Figura VI.4.

- As relações de interdependência dos dois níveis (clusters) **T** e **U** são representadas pelas relações **A** e **B**.
- As relações de interdependência internas nos níveis (clusters) **T** e **U** são representadas pelas relações **C** e **D**, e representam as dependências de um item sobre outros dentro de um mesmo nível.

As sub-matrizes **A**, **B**, **C** e **D** constituem, na supermatriz, os respectivos autovetores de suas relações.

Matriz VI.2. Formação da Supermatriz Constituída de Relação de Interdependências.

Fonte: Meade e Sarkis (1998).



Para ocorrer a convergência, isto é, a estabilidade dos pesos ponderados, a supermatriz resultante deve ter colunas estocásticas, ou seja, a somatória de cada coluna deverá ser igual a um. Se a supermatriz não for estocástica, é porque houve interdependência de clusters. Meade e Sarkis (1998) orientam a determinação da importância relativa dos clusters dentro de uma supermatriz. Determina-se a importância relativa final de cada elemento da supermatriz multiplicando o seu valor pelo peso ponderado do cluster a qual este elemento pertence, e assim por diante.

Meade and Sarkis (1999) apontam a abordagem na qual ocorre a convergência das relações de interdependências por elevar a supermatriz **M** à potência de **2k+1** onde **k** é um número arbitrário de valor elevado.

A ordem de parada (convergência) ocorre quando o *GAP* entre os valores ponderados da matriz de domínio  $2k+1$  e da matriz  $2k$  aproximarem-se de “zero”.

Considere o seguinte exemplo:

Matriz VI.3. Supermatriz Inicial Constituída de Relações de Interdependências e Colunas Estocásticas.

	<b>t1</b>	<b>t2</b>	<b>t3</b>	<b>u1</b>	<b>u2</b>	<b>u3</b>
<b>t1</b>	0,219	0,163	0,198	0,175	0,154	0,162
<b>t2</b>	0,162	0,201	0,155	0,164	0,156	0,151
<b>t3</b>	0,141	0,176	0,230	0,149	0,249	0,224
<b>u1</b>	0,203	0,214	0,160	0,232	0,142	0,150
<b>u2</b>	0,134	0,171	0,100	0,171	0,161	0,157
<b>u3</b>	0,141	0,075	0,157	0,109	0,138	0,155
<b>Soma</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Após a execução dos cálculos, os valores convergiram para  $2k+1=16$ .

Neste exemplo, o vetor ponderado  $w$  identifica os valores ponderados para cada atributo. Os valores dos atributos estão muito próximos entre si, com destaque para os atributos **t3** com maior valor e **u3** com o menor valor.

Matriz VI.3. Supermatriz Convergente com Valores Ponderados  $w_i$  para  $M^{16}$ .

	<b>t1</b>	<b>t2</b>	<b>t3</b>	<b>u1</b>	<b>u2</b>	<b>u3</b>	<b>w</b>
<b>t1</b>	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181
<b>t2</b>	0,165	0,165	0,165	0,165	0,165	0,165	0,165
<b>t3</b>	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192
<b>u1</b>	0,186	0,186	0,186	0,186	0,186	0,186	0,186
<b>u2</b>	0,147	0,147	0,147	0,147	0,147	0,147	0,147
<b>u3</b>	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128	0,128
<b>Soma</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Item	Descrição	Valor	Quantidade	Unidade	Valor Unitário	Total
<b>Injetora</b>						
custo de investimento		UP\$500.000,00				UP\$500.000,00
produtividade	500 pares/turno	500				UP\$1.000,00
mão de obra	1 operador / turno	1				UP\$1.000,00
salário do operador	UP\$ 1000 mês	3				UP\$3.000,00
nº de turnos	18 m2	18				UP\$166,67
área da máquina	10 anos	10				33000
tempo de depreciação	25 anos	25				63
custo do m2 construído	30 % da área útil	1,3				23,4
perda predial por movimentação	22 dias	22				1500
custo do m2 construído	10 pares por caixa	10				
dias úteis no mês	horas/turno	8				
nº de pares por caixa	horas/mês	528				
Horas trabalhadas por turno	UP\$82,40					
Horas trabalhadas por mês						
<b>Estoque 1</b>						
quantidade de armazenamento	1,5 dias de injetora	1,5				2250
área da caixa	0,6m x 0,8m	0,48				225
empilhamento máximo	8 caixas	8				28,125
						30
						14,4
						UP\$62,40
<b>Transporte 1</b>						
mão de obra	UP\$1.130,00					UP\$1.000,00
distância entre injetora e pintura	1 operador / turno	1				39
nº de caixas por viagem	30 metros	30				UP\$130,00
largura do corredor	4 caixas / viagem	4				825
	1 metro	1				
<b>Pintura</b>						
mão de obra	UP\$6.916,67					UP\$4.000,00
nº de turnos	4 operadores / turno	4				325
compimento de carga	1 turno	1,5				UP\$1.083,33
compimento de pintura	1,5 metros	8,0				UP\$416,67
compimento secagem natural	4 metros	4,0				depreciação predial carga
compimento de estufa	45 metros	45				UP\$16,25
compimento inspeção	45 metros	45				UP\$250,00
compimento de descarga e empacotamento	1,5 metros	1,5				deprec predial cabine pintura
compimento total da esteira	3 metros	3				UP\$166,67
largura da esteira	100 metros	100				deprec predial estufa
custo de investimento cabine de pintura	5 metros	5				UP\$833,33
custo de investimento de estufa	UP\$50.000,00					deprec predial inspeção
custo de investimento total	UP\$30.000,00					deprec predial empacotamento
nº de pares por gancheiro	UP\$20.000,00					2,22
tempo de percurso da gancheira	UP\$100.000,00					67
distância entre gancheira	3 pares por gancheiro	3				90
Pintura do Produto F. diária	45 min.	45				2160
dias úteis no mês	0,15 metros	1,5				218
Horas trabalhadas por turno	75% injetora	0,75				4752
Horas trabalhadas por mês	22 dias	22				1620
	horas/turno	8				35640
	horas/mês	176				Ociosidade mês
<b>Estoque 2</b>						UP\$27,73
quantidade de armazenamento	1,0 dia da pintura	1				1500
área da caixa	0,4m x 0,8m	0,32				150
empilhamento máximo	8 caixas	8				18,75
tempo de depreciação predial	UP\$ 1000 por m2	25				20
custo do m2 construído	30 % da área útil	1,3				6,4
perda predial por movimentação						UP\$27,73
<b>Transporte 2</b>						
mão de obra	UP\$2.130,00					UP\$2.000,00
distância entre injetora e pintura	1 operador / turno	1				39
nº de caixas por viagem	30 metros	30				UP\$130,00
largura do corredor	4 caixas / viagem	4				1188
nº de turnos	1 metro	1				
salário do operador	UP\$ 1000 mês	2				

Montagem		Reciclagem	
<p><b>UP\$10.380,00</b></p> <p>5 operadores 30 m2 2 turnos 35 s 25 s 30 s 20 s 25 s 135 s 10 anos 25 anos 22 dias 10 pares horas/turno horas/mês</p>	<p>5 30 2 35 25 30 20 25 135 10 25 22 10 8 352</p>	<p>39 10,1 7,2 8,7 5,8 7,2 38,0</p> <p>custo investimento UP\$7.777,78 UP\$5.555,56 UP\$8.088,87 UP\$4.444,44 UP\$5.555,56 UP\$30.000,00</p>	<p>102,8571428</p>
<p>mão de obra montagem depreciação equipamento depreciação predial deprec equip op 10 deprec equip op 11 deprec equip op 12 deprec equip op 13 deprec equip op 14 total deprec predial op 10 deprec predial op 11 deprec predial op 12 deprec predial op 13 deprec predial op 14 total</p>	<p>UP\$10.000,00 UP\$250,00 UP\$130,00 UP\$84,61 UP\$46,30 UP\$55,56 UP\$37,04 UP\$46,30 UP\$250,00 UP\$33,70 UP\$24,07 UP\$28,89 UP\$19,28 UP\$24,07 UP\$130,00</p>	<p>mão de obra montagem depreciação equipamento depreciação predial deprec equip op 10 deprec equip op 11 deprec equip op 12 deprec equip op 13 deprec equip op 14 total deprec predial op 10 deprec predial op 11 deprec predial op 12 deprec predial op 13 deprec predial op 14 total</p>	<p>UP\$10.000,00 UP\$250,00 UP\$130,00 UP\$84,61 UP\$46,30 UP\$55,56 UP\$37,04 UP\$46,30 UP\$250,00 UP\$33,70 UP\$24,07 UP\$28,89 UP\$19,28 UP\$24,07 UP\$130,00</p>
<p><b>UP\$1.985,04</b></p> <p>1 defeito</p> <p>50% a mais do operador</p> <p>mão de obra</p> <p>dias úteis no mês</p> <p>nº de pares por caixa</p> <p>estoque 1,5 dia injeção</p> <p>quantidade de ganchos na linha</p> <p>quantidade de pares por hora na injetora</p> <p>tempo de setup da injetora</p> <p>produtividade da injetora por turno</p> <p>custo de reciclagem por par</p>	<p>1 1,5 1000 22 10 45 235 67 3 63 8 500 270 0,5</p>	<p>custo do operador por hora número de pares no estoque 1 número de pares perdidos setup TOTAL PARES PERDIDOS</p> <p>número de horas extra de injetora custo mo extra injetora</p> <p>número de horas extra da pintura custo mo extra pintura custo mo extra pintura total número de horas extra transp 1 custo mo extra transp 1</p> <p>Custo reciclagem Custo total Reciclagem</p>	<p>UP\$5,68 2250 500 2750</p> <p>43,7 UP\$186,01</p> <p>10,2 UP\$86,81 UP\$347,22</p> <p>10,2 UP\$86,81</p> <p>UP\$1.375,00 UP\$1.985,04</p>
<p>3 operadores 3 operadores 1 operador 1 operador 1 operador 1 operador 2 operadores 2 operadores 2 operadores 2 operadores 2 operadores</p>	<p>3 3 1 1 1 1 2 2 2 2 2</p>	<p>3 3 5</p>	<p>486,2 387,4</p>
<p>número total de funcionário injetora transporte 1 carga ganchos pintura inspeção movimentação inventário empacotamento montagem 10 montagem 11 montagem 12 montagem 13 montagem 14 transporte 2</p>	<p>3 3 1 1 1 1 2 2 2 2 2</p>	<p>3 3</p>	<p>486,2 387,4</p>
<p>Recursos</p>	<p>10 2 23</p>	<p>UP\$28.868,51</p>	<p>UP\$28.868,51</p>

Anexo VII Estudo de Caso: Retrovisores

Planilha VIII.2. Metodologia OMM para Determinar o Custo do Produto

Requisitos	Valor Mensal Disponibilidade	Valor	Índice	Capacidade Disponível	Valor Produtivo	Ociosidade	Perdas	Análise do Valor
Mão de Obra	Horas/Homens	3620		528,00	UP\$4.166,67	0,00%		Agrega
Depreciação Injetora	UP\$4.186,67	528	UP\$5,68	528,00	UP\$4.166,67	0,00%		Agrega
Depreciação Cabine Pintura	UP\$416,67	176	UP\$7,89	23,40	UP\$78,00			
Depreciação Estufa	UP\$250,00	176	UP\$2,37					
Depreciação Estufa	UP\$166,67	176	UP\$1,42					
Depreciação Op10	UP\$64,81	352	UP\$0,95					
Depreciação Op11	UP\$46,30	352	UP\$0,18					
Depreciação Op12	UP\$65,56	352	UP\$0,13					
Depreciação Op13	UP\$37,04	352	UP\$0,16					
Depreciação Op14	UP\$46,30	352	UP\$0,11					
Depreciação Predial	UP\$1.641,47	476,8	UP\$0,13					
			UP\$3,42					
<b>Injetora</b>	<b>Valor</b>	<b>UP\$4.244,67</b>	<b>Índice</b>	<b>528,00</b>	<b>UP\$4.166,67</b>	<b>0,00%</b>	<b></b>	<b>Agrega</b>
depreciação máquina	UP\$4.166,67		Hora-Máquina	528,00	UP\$4.166,67	0,00%		
depreciação predial	UP\$78,00		m2	23,40	UP\$78,00			
<b>Empacotar e Armazenar</b>	<b>UP\$3.000,00</b>	<b>UP\$5,68</b>	<b>Hora-Homem</b>	<b>528,00</b>	<b>UP\$416,67</b>	<b>86,11%</b>	<b>UP\$2.583,33</b>	<b>Não Agregada</b>
mão de obra direta	UP\$3.000,00	UP\$3,42			UP\$62,40			
<b>Estoque 1</b>	<b>UP\$62,40</b>	<b>UP\$62,40</b>	<b>UP\$1.130,00</b>	<b>176,00</b>	<b>UP\$390,63</b>	<b>60,94%</b>	<b>UP\$609,38</b>	<b>Não Agregada</b>
depreciação predial do estoque 1	UP\$62,40				UP\$130,00			
<b>Transporte 1</b>	<b>UP\$1.000,00</b>	<b>UP\$5,68</b>	<b>Hora-Homem</b>	<b>176,00</b>	<b>UP\$390,63</b>	<b>60,94%</b>	<b>UP\$609,38</b>	<b>Não Agregada</b>
mão de obra transporte	UP\$1.000,00	UP\$3,42			UP\$16,25			
depreciação predial do corredor	UP\$130,00	UP\$0,09			UP\$16,67			
<b>Pintura</b>	<b>UP\$5.916,67</b>	<b>UP\$1.000,00</b>	<b>Hora-Homem</b>	<b>176,00</b>	<b>UP\$600,00</b>	<b>40,00%</b>	<b>UP\$400,00</b>	<b>Não Agregada</b>
Carga	UP\$1.032,92				UP\$16,25			
mão de obra	UP\$1.000,00	UP\$0,28			UP\$16,67			
depreciação predial	UP\$16,25							
deprec equip	UP\$16,67							
<b>Pintura</b>	<b>UP\$1.476,67</b>	<b>UP\$5,68</b>	<b>Hora-Homem</b>	<b>176,00</b>	<b>UP\$1.000,00</b>	<b>0,00%</b>	<b>UP\$0,00</b>	<b>Agrega</b>
mão de obra	UP\$1.000,00	UP\$3,42			UP\$43,33			
depreciação predial	UP\$43,33	UP\$2,46			UP\$433,33			
deprec equip	UP\$433,33							
<b>Secagem Natural</b>	<b>UP\$537,50</b>	<b>UP\$5,68</b>	<b>Hora-Homem</b>	<b>176,00</b>	<b>UP\$487,50</b>	<b>0,00%</b>	<b>UP\$0,00</b>	<b>Agrega</b>
mão de obra	UP\$537,50	UP\$3,42			UP\$50,00			
depreciação predial	UP\$487,50	UP\$1,70						
deprec equip	UP\$50,00							
<b>Estufa</b>	<b>UP\$767,50</b>	<b>UP\$5,68</b>	<b>Hora-Homem</b>	<b>176,00</b>	<b>UP\$487,50</b>	<b>0,00%</b>	<b>UP\$0,00</b>	<b>Agrega</b>
mão de obra	UP\$767,50	UP\$3,42			UP\$300,00			
depreciação predial	UP\$487,50	UP\$1,70						
deprec equip	UP\$300,00							
<b>Inspeção</b>	<b>UP\$1.032,92</b>	<b>UP\$5,68</b>	<b>Hora-Homem</b>	<b>176,00</b>	<b>UP\$1.200,00</b>	<b>-20,00%</b>	<b>-UP\$200,00</b>	<b>Necessária</b>
mão de obra	UP\$1.000,00	UP\$3,42			UP\$12,19			
depreciação predial	UP\$16,25	UP\$0,09			UP\$16,67			
deprec equip	UP\$16,67							



ANÁLISE DO VALOR DAS ATIVIDADES						
Direcionadores	Valores	Ociosidades	Índices Perdas	Demais Produtos		
				Valores	Valores	Total
<b>Atividades que Agregam Valor</b>	<b>UP\$16.725,92</b>		<b>UP\$2.968,75</b>	<b>UP\$13.757,17</b>	<b>UP\$700,42</b>	<b>UP\$17.426,33</b>
Injetora	UP\$4.244,67			UP\$4.244,67		
Pintura	UP\$1.107,50	0,00%	UP\$0,00	UP\$1.107,50	UP\$369,17	
Secagem natural	UP\$403,13			UP\$403,13	UP\$134,38	
Estufa	UP\$590,63			UP\$590,63	UP\$196,88	
Operação 10	UP\$2.098,52	8,85%	UP\$177,08	UP\$1.921,44		
Operação 11	UP\$2.070,37	34,90%	UP\$697,92	UP\$1.372,45		
Operação 12	UP\$2.084,44	21,88%	UP\$437,50	UP\$1.646,94		
Operação 13	UP\$2.056,30	47,92%	UP\$958,33	UP\$1.097,96		
Operação 14	UP\$2.070,37	34,90%	UP\$697,92	UP\$1.372,45		
<b>Atividades Necessárias ao Processo</b>	<b>UP\$774,69</b>		<b>-UP\$200,00</b>	<b>UP\$974,69</b>	<b>UP\$258,23</b>	<b>UP\$1.032,92</b>
Inspeção	UP\$774,69	-20,00%	-UP\$200,00	UP\$974,69	UP\$258,23	
<b>Atividades que NÃO agregam Valor</b>	<b>UP\$9.906,74</b>		<b>UP\$5.430,21</b>	<b>UP\$4.476,53</b>	<b>UP\$620,52</b>	<b>UP\$10.427,26</b>
Empacotar e Armazenar	UP\$3.000,00	86,11%	UP\$2.583,33	UP\$416,67		
Estoque 1	UP\$62,40			UP\$62,40		
Transporte 1	UP\$1.130,00	60,94%	UP\$609,38	UP\$520,63		
Carga	UP\$774,69	40,00%	UP\$400,00	UP\$374,69	UP\$258,23	
Empacotamento	UP\$786,88	40,00%	UP\$400,00	UP\$386,88	UP\$262,29	
Estoque 2	UP\$27,73			UP\$27,73		
Transporte 2	UP\$2.130,00	71,88%	UP\$1.437,50	UP\$692,50		
Reciclagem	UP\$1.995,04			UP\$1.995,04		
<b>Total Custo</b>	<b>UP\$27.407,34</b>		<b>UP\$8.198,96</b>	<b>UP\$19.208,38</b>	<b>UP\$1.479,17</b>	<b>UP\$28.886,51</b>
Quantidade Produzida (pares)	33000		33000	33000	11880	
Valor Unitário (UP\$/par)	UP\$0,83		UP\$0,25	UP\$0,58	UP\$0,12	UP\$0,12

Planilha VII.4. Formulação das Melhorias.

<b>Injetora</b>		<b>UP\$4.244,67</b>					
			valor			custos mensais	
custo de investimento	UP\$500.000,00	UP\$500.000,00				depreciação máquina	UP\$4.166,67
produtividade	500 pares/tumo	500				depreciação predial	UP\$78,00
tempo por par	seg/par	58				quantidade produzida mensal	33000
nº de tumos	3	3				quantidade de pares por hora	63
área da máquina	18 m2	18				área injetora m2	23,4
tempo de depreciação	10 anos	10					
tempo de depreciação predial	25 anos	25					
custo do m2 construído	UP\$ 1000 por m2	UP\$1.000,00					
perda predial por movimentação	30 % da área útil	1,3					
dias úteis no mês	22 dias	22					
Horas trabalhadas por turno	horas/tumo	8					
Horas trabalhadas por mês	horas/mês	528					
<b>Pintura</b>		<b>UP\$4.190,83</b>					
mão de obra	1 operadores / turno	1				mão de obra	UP\$3.000,00
nº de tumos	3 tumo	3				área total da pintura	107,25
comprimento de carga	1,5 metros	0,5		0,7		depreciação da área de pintura	UP\$357,50
comprimento de pintura	4 metros	1,5		2,0		depreciação da cabine de pintura	UP\$416,67
comprimento secagem natural	15 metros	15		20,0		depreciação da cabine de estufa	UP\$250,00
comprimento de estufa	16 metros	15		20,0		depreciação da esteira	UP\$166,67
comprimento inspeção	1,5 metros	1,5		2,0		depreciação total de equipamento	UP\$833,33
comprimento de descarga e empacotamento	3 metros	0,5		0,7			
comprimento total da esteira	35 metros	33		45,3		Capacidade de produção	
largura da esteira	5 metros	5				Velocidade da pintura (m/min)	0,75
custo de investimento cabine de pintura	R\$ 50.000,00	UP\$50.000,00				Quantidade de gancheira na linha	22
custo de investimento cabine de estufa	R\$ 30.000,00	UP\$30.000,00				Gancheira por hora	30
custo de investimento de esteira	R\$ 20.000,00	UP\$20.000,00				Gancheira por dia	720
custo de investimento total	R\$ 100.000,00	UP\$100.000,00				Pares por dia	2160
nº de pares por gancheira	3 pares por gancheira	3				Pares por mês	47520
tempo de percurso da gancheira	45 min.	45				Quantidade pares/dia Produto F - 75%	1620
distância entre gancheira	0,15 metros	1,5				Quantidade pares/mês Produto F - 75%	35640
Pintura do Produto F diária	75% injetora	0,75				Ociosidade mês	2640
dias úteis no mês	22 dias	22				Quantidade demais produtos por dia	540
Horas trabalhadas por turno	horas/tumo	8				Quantidade demais produtos por mês	11880
Horas trabalhadas por mês	horas/mês	528					
Salário Operador	UP\$/mês	UP\$1.000,00					
<b>Montagem</b>		<b>UP\$9.380,00</b>					
mão de obra	3 operadores	3				mão de obra montagem	UP\$9.000,00
área total da montagem m2	30 m2	30		39		depreciação equipamento	UP\$250,00
nº de tumos	3 tumos	3				depreciação predial	UP\$130,00
tempo operação 10	35 s	35				Capacidade Produtiva	
tempo operação 11	25 s	25				tempo máximo - 55 s	55
tempo operação 12	30 s	30				quantidade produzida pares por hora	66
tempo operação 13	20 s	20				quantidade produzida pares por dia	1584
tempo operação 14	25 s	25				Quantidade pares por mês	34848
Tempo da montagem	135 s	135				Capacidade ociosa pares/dia	84
custo de investimento	UP\$30.000,00	UP\$30.000,00				Capacidade ociosa pares/mês	1848
tempo de depreciação	10 anos	10					
tempo de depreciação predial	25 anos	25					
dias úteis no mês	22 dias	22					
nº de pares por caixa	10 pares	10					
Horas trabalhadas por turno	horas/tumo	8					
Horas trabalhadas por mês	horas/mês	528					
<b>Reciclagem</b>		<b>UP\$322,94</b>					
Número defeitos mensais no molde injeção	1 defeito	1				custo do operador por hora	UP\$5,68
Defeito identificado após injeção						número de pares perdidos na pintura	90
Reposição peças perdidas nos finais de semana						número de pares perdidos setup	500
Custo da mão de obra extra	50% a mais do operador	1,5				TOTAL PARES PERDIDOS	590
mão de obra	UP\$1.000,00	UP\$1.000,00					
dias úteis no mês	22 dias	22				número de horas extra pintura	6,6
Tempo setup	horas/setup	8				custo mo extra pintura	UP\$27,94
Gancheira por hora na pintura	gancheiras/hora	30				Custo reciclagem	UP\$295,00
numero de pares/gancheira	pares	3				Custo total Reciclagem	UP\$322,94
custo de reciclagem	UP\$/par	0,5					

Anexo VII Estudo de Caso: Retrovisores

Planilha VII.5. Metodologia OMM para Determinar o Custo do Produto F após as Melhorias

Recursos	Valor Mensal	Índice	Disponibil.	Valor	Atividade	Tempo Padrão seg/gancheira	Atividade	Tempo Padrão seg/par
Mão de Obra	UP\$12.000,00	HorasHomens	2112	UP\$5,68				35
Depreciação Equip Injetora	UP\$4.166,67	HorasMáquinas	528	UP\$7,89	Carga Gancheira	12 Op 10		25
Depreciação Pred Injetora	UP\$78,00	m2	23,4	UP\$3,33	Pintura	40 Op 11		30
Depreciação Equip Pintura	UP\$833,33	HorasMáquinas	528	UP\$1,58	Inspeção	36 Op 12		20
Depreciação Pred Pintura	UP\$357,50	m2	107,25	UP\$3,33	Descarga	12 Op 13		25
Depreciação Equip Montagem	UP\$250,00	HorasMáquinas	528	UP\$0,47	Movimentação	12 Op 14		135
Depreciação Pred Montagem	UP\$130,00	m2	39	UP\$3,33	Total	112 Total		

Atividades	Valor	Índice	Valor	Capacidade Disponível	Produtiva	Valor Produtivo	Ociosidade	Perdas	Análise do Valor
Injetora	UP\$4.244,67								Agrega
depreciação máquina	UP\$4.166,67	Hora-Máquina	UP\$7,89	528,00	492,80	UP\$2.800,00	6,67%	UP\$200,00	Agrega
depreciação predial	UP\$78,00	m2	UP\$0,00						
Pintura	UP\$4.190,83								
mão de obra	UP\$3.000,00	Hora-Homem	UP\$5,68	528,00	492,80	UP\$2.800,00	6,67%	UP\$200,00	Agrega
depreciação predial	UP\$357,50	m2	UP\$3,33						
deprec equip	UP\$833,33	Hora-Máquina	UP\$1,58						
Montagem	UP\$9.380,00								
Operação 10	UP\$3.076,00								
mão de obra	UP\$3.000,00	Hora-Homem	UP\$5,68	528,00	320,83	UP\$1.822,92	39,24%	UP\$1.177,08	Agrega
depreciação predial	UP\$26,00	m2	UP\$3,33						
deprec equip	UP\$50,00	Hora-Máquina	UP\$0,47						
Operação 11 & 12	UP\$3.152,00								
mão de obra	UP\$3.000,00	Hora-Homem	UP\$5,68	528,00	504,17	UP\$250,00	4,51%	UP\$135,42	Agrega
depreciação predial	UP\$52,00	m2	UP\$0,47						
deprec equip	UP\$100,00	Hora-Máquina	UP\$3,33						
Operação 13 & 14	UP\$3.152,00								
mão de obra	UP\$3.000,00	Hora-Homem	UP\$5,68	528,00	412,50	UP\$2.343,75	21,88%	UP\$656,25	Agrega
depreciação predial	UP\$52,00	m2	UP\$3,33						
deprec equip	UP\$100,00	Hora-Máquina	UP\$0,47						
mão de obra montagem	UP\$9.000,00								
depreciação equipamento	UP\$250,00								
depreciação predial	UP\$130,00								
Reciclagem	UP\$322,94								Não Agregada
custo mo extra pintura total	UP\$27,94								
Custo reciclagem	UP\$295,00								

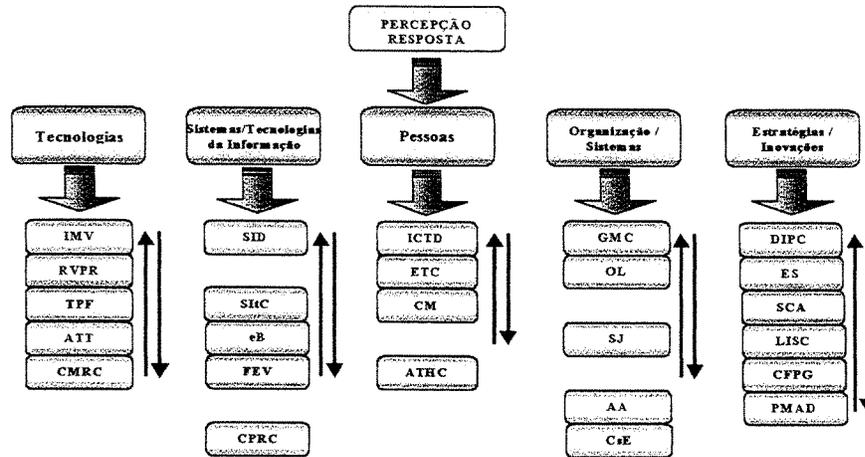
ANÁLISE DO VALOR DAS ATIVIDADES

	Produto			Demais Produtos		Total
	Direcionadores	Ociosidades	Índices	Valores	Valores	
	Valores		Perdas	Valores	Valores	
<b>Atividades que Agravam Valor</b>	<b>UP\$16.767,79</b>		<b>UP\$2.168,75</b>	<b>UP\$14.599,04</b>	<b>UP\$1.047,71</b>	<b>UP\$17.815,50</b>
Injetora	UP\$4.244,67			UP\$4.244,67		
Pintura	UP\$3.143,13	6,67%	UP\$200,00	UP\$2.943,13	UP\$1.047,71	
Operação 10	UP\$3.076,00	39,24%	UP\$1.177,08	UP\$1.898,92		
Operação 11 & 12	UP\$3.152,00	4,51%	UP\$135,42	UP\$3.016,58		
Operação 13 & 14	UP\$3.152,00	21,88%	UP\$656,25	UP\$2.495,75		
<b>Atividades que NÃO Agravam Valor</b>	<b>UP\$322,94</b>		<b>UP\$322,94</b>	<b>UP\$0,00</b>	<b>UP\$0,00</b>	<b>UP\$322,94</b>
Reciclagem	UP\$322,94		UP\$322,94	UP\$0,00		
<b>Total Custo (UP\$)</b>	<b>UP\$17.090,73</b>		<b>UP\$2.491,69</b>	<b>UP\$14.599,04</b>	<b>UP\$1.047,71</b>	<b>UP\$18.138,44</b>
Quantidade Produzida (par)	33000		33000	33000	11880	
<b>Valor Unitário (UP\$/par)</b>	<b>UP\$0,52</b>		<b>UP\$0,08</b>	<b>UP\$0,44</b>	<b>UP\$0,09</b>	<b>UP\$0,09</b>

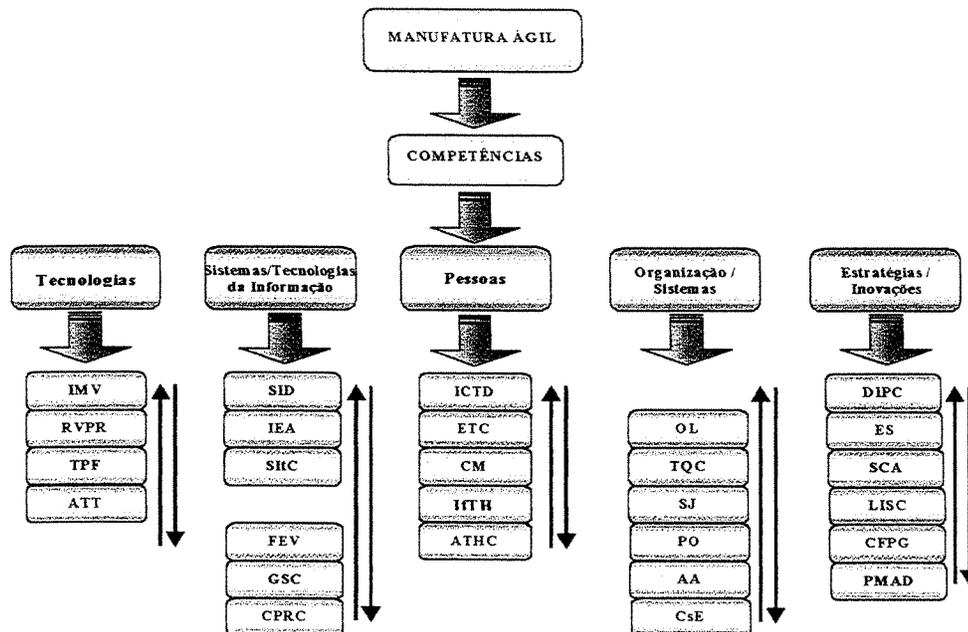
## Anexo VIII

### HIERARQUIAS DE CONTROLE

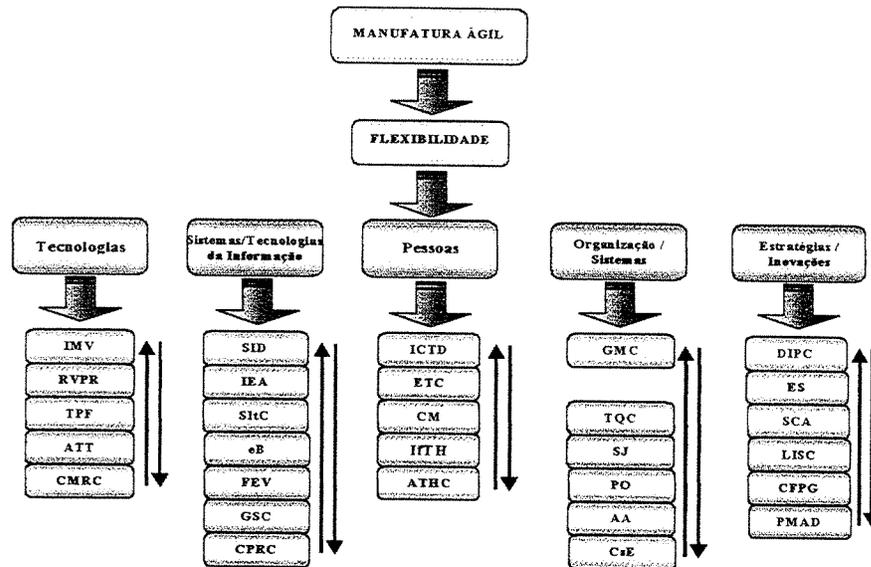
#### VIII.1. Hierarquia de Controle de Habilidade de Superação Percepção e Resposta



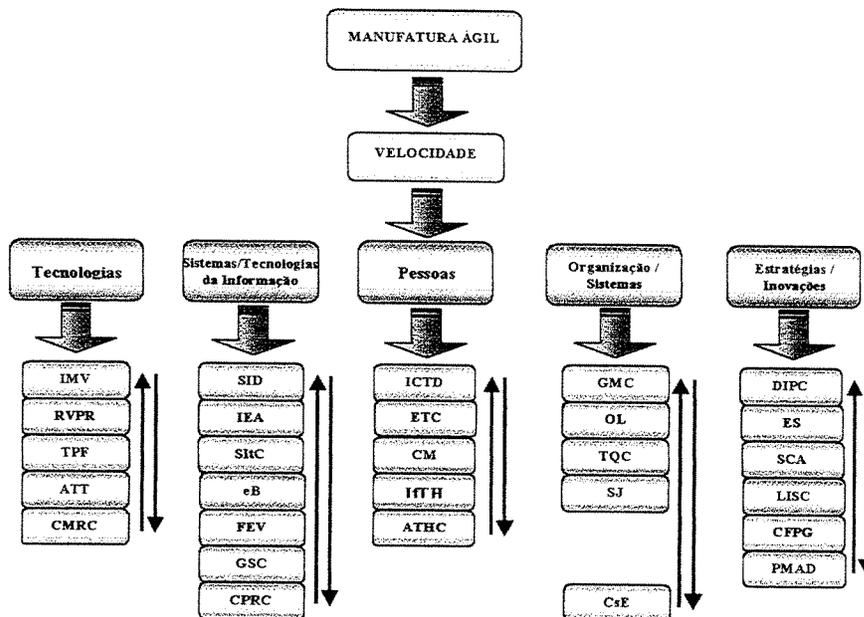
#### VIII.2. Hierarquia de Controle de Habilidade de Superação Competências



### VIII.3. Hierarquia de Controle de Habilidade de Superação Flexibilidade



### VIII.4. Hierarquia de Controle de Habilidade de Superação Velocidade



Descrição	tempo (min)	Custo Total	Valor (UP\$/mês)
<b>Predito Testado</b>			
Linha Pequena Empresa	238	UP\$1.897,08	
Demanda Mensal (quantidade de micros)	69		
Preço Unitário de Venda (UP\$)	UP\$1.489,99		
Tempo Médio entre Pedido e Entrega (dias)	6,6		
Participação de Vendas da Empresa	68%		
<b>Recebimento de Componentes e Periféricos (10)</b>			
Área Predial de Recebimento (m2)	30	Custos Mensais	
Custo m2 Contínuo (UP\$/m2)	20	Mão de Obra	UP\$1.200,00
Tempo de Depreciação Predial (anos)	25	Depreciação Predial	UP\$200,00
Número de Funcionários	1	Energia Elétrica	UP\$17,97
Salários + Encargos	22		UP\$1.417,97
Dias Úteis no Mês	8		68%
Horas Trabalhadas por Turno	45,00%		UP\$964,22
Custo kWh (UP\$/kWh)	UP\$0,23		
<b>Operação 11</b>			
Receber Componentes	15		
Operação 12	15		
Preparar Kits			
<b>Montagem (20)</b>			
Área de Montagem (m2)	30	Custos Mensais	
Número de Funcionários	3	Mão de Obra	UP\$1.200,00
Salários + Encargos	2	Depreciação Predial	UP\$200,00
Energia Elétrica (kWh)	148	Energia Elétrica	UP\$34,10
			UP\$32.774,10
			68%
			UP\$1.896,39
<b>Operação 21</b>			
Montar Chassis (Mother Board+Gabinete+HD)	15		
Operação 22	2		
Instalar Placas (placas-híbrido)	2		
Número médio de Placas	10		
<b>Operação 23</b>			
Realizar Pré-Teste (Reconhecimento de Placas)	5		
<b>Instalar Sistema Operacional (50)</b>			
Área de Montagem (m2)	30	Custos Mensais	
Número de Funcionários	20	Mão de Obra	UP\$1.200,00
Salários + Encargos	1	Depreciação Predial	UP\$200,00
Energia Elétrica (kWh)	32	Energia Elétrica	UP\$37,37
			UP\$1.437,37
			68%
			UP\$957,01
<b>Teste Final (40)</b>			
Área de Montagem (m2)	30	Custos Mensais	
Número de Funcionários	28	Mão de Obra	UP\$1.200,00
Salários + Encargos	1	Depreciação Predial	UP\$200,00
Energia Elétrica (kWh)	260	Energia Elétrica	UP\$58,90
			UP\$1.458,90
			68%
			UP\$1.047,13
<b>Operação 41</b>			
Instalar Periféricos Originais (Monitor+Teclado+Mouse)	5		
Operação 42	5		
Etiquetar Teste Final			
Operação 43	5		
Instalar Componentes Defeituosos	10		
Número médio de Ocorrências	4%		
Operação 44	5		
Desinstalar Periféricos Originais			
<b>Expedição (50)</b>			
Área de Expedição (m2)	30	Custos Mensais	
Número de Funcionários	20	Mão de Obra	UP\$1.200,00
Salários + Encargos	1	Depreciação Predial	UP\$200,00
Energia Elétrica (kWh)	32	Energia Elétrica	UP\$37,37
			UP\$1.437,37
			68%
			UP\$957,01
<b>Operação 51</b>			
Embarcar Microcomputador	15		
Operação 52	15		
Despachar Microcomputador			

Planilha LX.2. Aplicação da Metodologia OMM na Linha de Montagem

Recursos	Disponibilidade		Custo Unitário		Hora Extra	Produtivo	Custo Ocioso	Multa	Custo Final	Análise do Valor
	Valor Mensal	Unidade	Valor	Unidade						
Depreciação Predial	28,00	m2	130	UP\$10,00 por m2					UP\$138,00	
Energia Elétrica	328,00	KWh	844	UP\$0,23 por KWh					R\$12,22	
Mão de Obra (Encargo + Salários)	119,68	Homem/Hora	6	UP\$6,82 por Homem/Hora					UP\$408,00	Necessária
Demanda		Unidades	58						UP\$408,00	Necessária
Numero de Dias Úteis		dias	22						UP\$408,00	Necessária
Horas Disponíveis por Dia		Horas/dia	8						UP\$408,00	Necessária
Participação de Vendas da Empresa pela Linha Pequena Empresa			68%						UP\$408,00	Necessária
Multa por Hora Extra			45%						UP\$408,00	Necessária
IC = Índice de Consumo por Atividade									UP\$408,00	Necessária
Recebimento de Componentes e Periféricos (10)									UP\$60,00	
Depreciação Predial	20,00	m2/atividade	14,50						UP\$98,88	
Energia Elétrica	78,00	KWh/atividade	45,34						UP\$98,88	
Mão de Obra (Encargo + Salários)	119,68	HorHomem/ativ.	59,84						UP\$309,14	
Operação.11		HorHomem/ativ.	59,84						UP\$309,14	
Receber Componentes	0,25	HorHomem/ativ.	14,50						UP\$98,88	
Operação.12		HorHomem/ativ.	14,50						UP\$98,88	
Preparar Kits	0,25	HorHomem/ativ.	28,00						UP\$197,73	
IC = Índice de Consumo por Atividade									UP\$616,27	
Montagem (20)									UP\$0,00	
Depreciação Predial	34,00	m2/atividade	119,68						UP\$231,20	
Energia Elétrica	148,00	KWh/atividade	78,79						UP\$23,19	
Mão de Obra (Encargo + Salários)	239,36	HorHomem/ativ.	119,68						UP\$816,00	
Operação.21		HorHomem/ativ.	119,68						UP\$816,00	
Montar Chassis (Mother Board+Gabinete+HD)	0,25	HorHomem/ativ.	105,19						UP\$816,00	
Operação.22		HorHomem/ativ.	105,19						UP\$816,00	
Inserir Placas (placas/minuto)	0,17	HorHomem/ativ.	70,12						UP\$544,00	
Operação.23		HorHomem/ativ.	70,12						UP\$544,00	
Realizar Pr4-Teste (Reconhecimento de Placas)	0,08	HorHomem/ativ.	35,06						UP\$272,00	
Operação.24		HorHomem/ativ.	35,06						UP\$272,00	
IC = Índice de Consumo por Atividade									UP\$1.866,39	
Instalar Sistema Operacional (30)									UP\$0,00	
Depreciação Predial	28,00	m2/atividade	239,36						UP\$1.434,27	
Energia Elétrica	328,00	KWh/atividade	210,36						UP\$1.434,27	
Mão de Obra (Encargo + Salários)	119,68	HorHomem/ativ.	29,00						UP\$9,38	
Operação.31		HorHomem/ativ.	29,00						UP\$200,84	
Formatar HD	0,50	HorHomem/ativ.	0,95						UP\$200,84	
Operação.32		HorHomem/ativ.	0,95						UP\$200,84	
Instalar Sistema Operacional	1,50	HorHomem/ativ.	2,65						UP\$601,93	
Operação.33		HorHomem/ativ.	2,65						UP\$601,93	
Testar Sistema Operacional	0,08	HorHomem/ativ.	4,68						UP\$33,44	
Operação.34		HorHomem/ativ.	4,68						UP\$33,44	
Trocar Placas Defeituosas 22%	2,13	HorHomem/ativ.	2,81						UP\$21,03	
Operação.35		HorHomem/ativ.	2,81						UP\$21,03	
Fechar Gabinete	0,05	HorHomem/ativ.	119,68						UP\$20,06	
Operação.36		HorHomem/ativ.	119,68						UP\$20,06	
IC = Índice de Consumo por Atividade									UP\$1.118,57	
Operação.37									UP\$1.118,57	

Planilha IX.2. Aplicação da Metodologia OMM na Linha de Montagem

	Valor	IC	Unidade	Disponível	Capacidade Produtiva	Ociosos	Hora Extra	Produtivo	Custo Ocioso	Multa	Custo Final	Análise do Valor
<b>Teste Final (40)</b>												
Depreciação Predial	28,00		m <sup>2</sup> /atividade									UP\$100,40
Energia Elétrica	280,00		KWh/atividade									UP\$40,73
Mão de Obra (Encargo + Salários)	119,88		Hor/Homen/viáv.									
Operação 41												
Instalar Periféricos Originais (Monitor+Teclado+Mouse)	0,08		Hor/Homen/viáv.	39,89	4,83	35,08	35,08	UP\$32,95	UP\$239,05		UP\$272,00	Necessária
Elevar Teste Final	0,08		Hor/Homen/viáv.	39,89	4,83	35,08	35,08	UP\$32,95	UP\$239,05		UP\$272,00	Necessária
Operação 42												
Operação 43	0,39		Hor/Homen/viáv.							UP\$3,82	UP\$3,82	Não Agrega Valor
Troca de Componente Defeituoso 4%	0,08		Hor/Homen/viáv.	39,89	4,83	35,08	35,08	UP\$32,95	UP\$239,05		UP\$272,00	Necessária
Operação 44				119,88	14,50	105,19		UP\$86,86	UP\$717,14	UP\$3,82	UP\$1.650,36	Necessária
Desinstalar Periféricos Originais												
<b>Expedição (50)</b>												
Depreciação Predial	20,00		m <sup>2</sup> /atividade									UP\$136,00
Energia Elétrica	32,00		KWh/atividade									UP\$5,01
Mão de Obra (Encargo + Salários)	119,88		Hor/Homen/viáv.									
Operação 51												
Embarcar Microcomputador	0,25		Hor/Homen/viáv.	58,84	14,50	45,34	45,34	UP\$86,86	UP\$309,14		UP\$408,00	Necessária
Operação 52	0,25		Hor/Homen/viáv.	58,84	14,50	45,34	45,34	UP\$86,86	UP\$309,14		UP\$408,00	Necessária
Despachar Microcomputador				119,88	28,00	90,88		UP\$197,73	UP\$618,27	UP\$0,00	UP\$857,01	Necessária

UP\$1.650,36  
UP\$1.650,36

*Planilha IX.3. Uso do ABM na Linha de Montagem*

	Apuração do Custo através de índices de Consumo			Análise do Valor
	Produtivo	Ociosos	Hora-Extra	Total
<b>Recebimento de Componentes e Periféricos (10)</b>				
<u>Comuns</u>				UP\$864,22 Necessária
<u>Operação 11</u>	UP\$98,86	UP\$309,14	UP\$0,00	UP\$148,22
<u>Operação 12</u>	UP\$98,86	UP\$309,14	UP\$0,00	UP\$408,00 Necessária
<b>Montagem (20)</b>				
<u>Comuns</u>				UP\$1.614,39 Agrega Valor
<u>Operação 21</u>	UP\$98,86	UP\$717,14	UP\$0,00	UP\$254,39
<u>Operação 22</u>	UP\$65,91	UP\$478,09	UP\$0,00	UP\$816,00 Agrega Valor
<u>Operação 23</u>	UP\$32,95	UP\$239,05	UP\$0,00	UP\$544,00 Agrega Valor
<b>Instalar Sistema Operacional (30)</b>				
<u>Comuns</u>				UP\$1.118,57 Agrega Valor
<u>Operação 31</u>	UP\$191,25	UP\$0,00	UP\$9,39	UP\$241,48
<u>Operação 32</u>	UP\$573,75	UP\$0,00	UP\$28,18	UP\$200,64 Agrega Valor
<u>Operação 33</u>	UP\$31,88	UP\$0,00	UP\$1,57	UP\$601,93 Agrega Valor
<u>Operação 34</u>	UP\$0,00	UP\$0,00	UP\$21,03	UP\$33,44 Necessária
<u>Operação 35</u>	UP\$19,13	UP\$0,00	UP\$0,94	UP\$21,03 Não Agrega Valor
<b>Teste Final (40)</b>				
<u>Comuns</u>				UP\$1.050,96 Necessária
<u>Operação 41</u>	UP\$32,95	UP\$239,05	UP\$0,00	UP\$231,13
<u>Operação 42</u>	UP\$32,95	UP\$239,05	UP\$0,00	UP\$272,00 Necessária
<u>Operação 43</u>	UP\$0,00	UP\$0,00	UP\$3,82	UP\$272,00 Necessária
<u>Operação 44</u>	UP\$32,95	UP\$239,05	UP\$0,00	UP\$3,82 Não Agrega Valor
<b>Expedição (60)</b>				
<u>Comuns</u>				UP\$957,01 Necessária
<u>Operação 51</u>	UP\$98,86	UP\$309,14	UP\$0,00	UP\$141,01
<u>Operação 52</u>	UP\$98,86	UP\$309,14	UP\$0,00	UP\$408,00 Necessária
<b>CUSTO TOTAL</b>				
Depreciação Predial + Energia Elétrica	UP\$929,77	UP\$1.195,23	UP\$37,57	UP\$1.016,23
Atividades que Agregam Valor	UP\$578,27	UP\$2.192,73	UP\$2,50	UP\$2.162,57
Atividades Necessária	UP\$0,00	UP\$0,00	UP\$24,85	UP\$2.773,50
Atividades que NÃO Agregam Valor	UP\$1.508,05	UP\$3.387,95	UP\$64,92	UP\$24,85
	UP\$26,00	UP\$58,41	UP\$1,12	UP\$1.016,05

Produto Testado	tempo (min)	Custo Total	Valor (UP\$/mês)	Instalar Sistema Operacional (20)	tempo (min)	Custos Mensais	Valor (UP\$/mês)
Linha Pequena Empresa	233	UP\$2.648,23	UP\$200,00	Área de Montagem (m2)	128	Depreciação Predial	UP\$200,00
Demanda Mensal (quantidade de micros)	68	UP\$1.632,00	UP\$176,11	Energia Elétrica (KWh)	28	Energia Elétrica	UP\$176,11
Preço Unitário de Venda (UP\$)	UP\$1.489,99	UP\$894,00	UP\$345,11	Operação 31	326	Total	UP\$345,11
Tempo Médio entre Pedido e Entrega (dias)	68%	UP\$132,23	68%	Formatar HD	30	Total	68%
Participação da Venda da Empresa	2			Instalar Sistema Operacional	90		
Número de Funcionários	UP\$1.200,00			Operação 32	5		
Sábios + Entregas	2			Operação 33	90		
Horas Trabalhadas por Turno	8			Formatação Operacional	5		
				Operação 34			
				Operação 35			
				Façaer Gabinete	3		
Recebimento de Componentes e Periféricos (10)				Teste Final (40)	15	Custos Mensais	UP\$200,00
Área Predial de Recebimento (m2)	20	UP\$3.000,00	UP\$17,97	Área de Teste Final (m2)	28	Depreciação Predial	UP\$17,97
Custo m2 Concluído (UP\$/m2)	25	UP\$0,23	68%	Energia Elétrica (KWh)	260	Energia Elétrica	UP\$29,50
Tempo de Depreciação Predial (anos)	78			Total	64%	Total	UP\$29,50
Energia Elétrica (KWh)	UP\$0,23			Operação 41	6		UP\$231,13
Custo KWh (UP\$/KWh)				Instalar Periféricos Originais (Monitor+Teclado+Mouse)			
Operação 11	15			Operação 42	6		
Receber Componentes	15			Efêuar Teste Final			
Operação 12	15			Operação 43	6		
Preparar Kits				Operação 44	5		
Montagem (20)	30			Desinstalar Periféricos Originais			
Área de Montagem (m2)	34	UP\$10,00	UP\$0,00	Especificação (50)	30	Custos Mensais	UP\$200,00
Energia Elétrica (KWh)	148	UP\$374,10	UP\$374,10	Área de Energia (m2)	20	Depreciação Predial	UP\$37,37
Operação 21	15			Energia Elétrica (KWh)	32	Energia Elétrica	UP\$20,37
Monitor Chassis (Monitor+Gabinete+HD)				Total	64%	Total	UP\$141,01
Operação 22	2			Operação 51	15		
Inserir Placas (placas/minuto)	5			Operação 52	15		
Número médio de Placas	10			Embalar Microcomputador			
Operação 23	5			Despachar Microcomputador			
Realizar P/B-Teste (Reconhecimento de Placas)							

Planilha IX.5. Aplicação da Metodologia OMM na Linha de Montagem Reestruturada

Recursos	Valor Mensal		Disponibilidade		Custo Unitário		Operário		Capacidade - Horas		Ociosidade	
	Valor	Unidade	Valor	Unidade	Valor	Unidade	I	II	Disponível	Produtiva	Horas	%
Depreciação Predial	UP\$1.300,00	130	m2		UP\$10,00	por m2			119,88	109,23	10,45	8,73%
Energia Elétrica	UP\$194,48	844	KWh		UP\$0,23	por KWh			119,88	116,00	3,88	3,07%
Mão de Obra (Encargo + Salários)	UP\$2.400,00	2	Homem/hora		UP\$8,02	por Homem/hora						
Demanda		58	Unidades									
Número de Dias Úteis		22	das									
Horas Disponíveis por Dia		8	Horas/dia									
Participação de Vendas da Empresa pela Linha Pequena Empresa		68%										
Multa por Hora Extra		45%										
IC = Índice de Consumo por Atividade												
<b>Recabimento de Componentes e Periféricos (10)</b>												
Depreciação Predial	Valor	Unidade	Disponível	Capacidade Produtiva	Ociosa	Horas Extra	Produtivo	Custo Ocioso	Multa	Custo Final	Análise do Valor	
Energia Elétrica	20,00	m2/atividade	15,89	14,50	1,39	1,39	UP\$98,88	UP\$9,45		UP\$138,00		
Mão de Obra (Encargo + Salários)	78,00	KWh/atividade	15,89	14,50	1,39	1,39	UP\$98,88	UP\$9,45		UP\$108,32	Necessária	
Operação 11	0,25	Horahomem/ativ.	31,77	28,00	2,77	2,77	UP\$187,73	UP\$18,91	UP\$0,00	UP\$364,86	Necessária	
Receber Componentes	0,25	Horahomem/ativ.										
Sobrecarga 12												
Preparar Kits												
<b>Montagem (20)</b>												
Depreciação Predial	Valor	Unidade	Disponível	Capacidade Produtiva	Ociosa	Horas Extra	Produtivo	Custo Ocioso	Multa	Custo Final	Análise do Valor	
Energia Elétrica	34,00	m2/atividade	15,89	14,50	1,39	1,39	UP\$98,88	UP\$9,45		UP\$231,20		
Mão de Obra (Encargo + Salários)	146,00	KWh/atividade	10,59	9,67	0,92	0,92	UP\$65,91	UP\$6,30		UP\$72,21	Agrega Valor	
Operação 21	0,25	Horahomem/ativ.	5,30	4,83	0,46	0,46	UP\$32,95	UP\$3,15		UP\$38,11	Agrega Valor	
Montar Chassis (Mother Board+Gabinete+HD)	0,17	Horahomem/ativ.	31,77	28,00	2,77	2,77	UP\$107,73	UP\$18,91	UP\$0,00	UP\$371,02	Necessária	
Instalar Placas (placas/minuto)	0,08	Horahomem/ativ.										
Realizar Pré-Teste (Reconhecimento de Placas)												

Planilha IX.5. Aplicação da Metodologia OMM na Linha de Montagem Reestruturada

Valor	IC	Unidade	Disponível	Capacidade Produtiva	Ociosos	Hora Extra	Produtivo	Custo Ocioso	Multa	Custo Final	Análise do Valor
28,00	0,50	m2/atividade	28,92	28,00	0,92		UP\$204,00	UP\$6,27		UP\$190,40	
328,00	1,50	KWh/atividade	88,76	87,00	2,76		UP\$612,00	UP\$18,82		UP\$51,08	
	0,08	Horahomem/ativ.	5,30	4,83	0,46		UP\$36,11	UP\$3,15		UP\$210,27	Agrega Valor
ELIMINADA											
0,05	0,05	Horahomem/ativ.	3,18	2,90	0,28		UP\$21,66			UP\$21,66	Necessária
			128,15	123,73	4,42		UP\$873,77	UP\$28,24	UP\$0,00	UP\$1.143,48	Agrega Valor

Valor	IC	Unidade	Disponível	Capacidade Produtiva	Ociosos	Hora Extra	Produtivo	Custo Ocioso	Multa	Custo Final	Análise do Valor
28,00	0,08	m2/atividade	5,30	4,83	0,46		UP\$32,95	UP\$3,15		UP\$190,40	
260,00	0,08	KWh/atividade	5,30	4,83	0,46		UP\$32,95	UP\$3,15		UP\$40,73	
	0,08	Horahomem/ativ.	5,30	4,83	0,46		UP\$36,11			UP\$36,11	Necessária
ELIMINADA											
0,08	0,08	Horahomem/ativ.	5,30	4,83	0,46		UP\$32,95	UP\$3,15		UP\$36,11	Necessária
			15,89	14,50	1,39		UP\$88,86	UP\$9,45	UP\$0,00	UP\$339,45	Necessária

Valor	IC	Unidade	Disponível	Capacidade Produtiva	Ociosos	Hora Extra	Produtivo	Custo Ocioso	Multa	Custo Final	Análise do Valor
20,00	0,25	m2/atividade	15,89	14,50	1,39		UP\$88,86	UP\$9,45		UP\$138,00	
32,00	0,25	KWh/atividade	15,89	14,50	1,39		UP\$88,86	UP\$9,45		UP\$5,01	
	0,25	Horahomem/ativ.	15,89	14,50	1,39		UP\$108,32			UP\$108,32	Necessária
ELIMINADA											
0,25	0,25	Horahomem/ativ.	15,89	14,50	1,39		UP\$88,86	UP\$9,45		UP\$108,32	Necessária
			31,77	28,00	2,77		UP\$187,73	UP\$18,81	UP\$0,00	UP\$357,05	Necessária

UP\$1.143,48  
UP\$339,45  
UP\$5,01  
UP\$108,32  
UP\$108,32  
UP\$357,05

*Planilha IX.6. Uso do ABM na Linha de Montagem Reestruturada*

	Apuração do Custo através de índices de Consumo		Análise
	Produtivo	Ociosos	do Valor
		Hora-Extra	Total
<b>Recebimento de Componentes e Periféricos (10)</b>			
<u>Comuns</u>			UP\$364,86 Necessária
<u>Operação 11</u>	UP\$98,86	UP\$0,00	UP\$148,22
<u>Operação 12</u>	UP\$98,86	UP\$0,00	UP\$108,32 Necessária
			UP\$108,32 Necessária
<b>Montagem (20)</b>			
<u>Comuns</u>			UP\$434,92 Agrega Valor
<u>Operação 21</u>	UP\$98,86	UP\$0,00	UP\$254,39
<u>Operação 22</u>	UP\$65,91	UP\$0,00	UP\$108,32 Agrega Valor
<u>Operação 23</u>	UP\$32,95	UP\$0,00	UP\$72,21 Agrega Valor
			UP\$36,11 Necessária
<b>Instalar Sistema Operacional (30)</b>			
<u>Comuns</u>			UP\$1.143,49 Agrega Valor
<u>Operação 31</u>	UP\$204,00	UP\$0,00	UP\$241,48
<u>Operação 32</u>	UP\$612,00	UP\$0,00	UP\$210,27 Agrega Valor
<u>Operação 33</u>	UP\$36,11	UP\$0,00	UP\$630,82 Agrega Valor
<u>Operação 34</u>	UP\$21,66	UP\$0,00	UP\$39,26 Necessária
<u>Operação 35</u>			UP\$21,66 Necessária
<b>Teste Final (40)</b>			
<u>Comuns</u>			UP\$339,45 Necessária
<u>Operação 41</u>	UP\$32,95	UP\$0,00	UP\$231,13
<u>Operação 42</u>	UP\$32,95	UP\$0,00	UP\$36,11 Necessária
<u>Operação 43</u>			UP\$36,11 Necessária
<u>Operação 44</u>	UP\$32,95	UP\$0,00	UP\$36,11 Necessária
<b>Expedição (60)</b>			
<u>Comuns</u>			UP\$357,65 Necessária
<u>Operação 51</u>	UP\$98,86	UP\$0,00	UP\$141,01
<u>Operação 52</u>	UP\$98,86	UP\$0,00	UP\$108,32 Necessária
			UP\$108,32 Necessária
<b>CUSTO TOTAL</b>			
Depreciação Predial + Energia Elétrica	UP\$980,77	UP\$40,85	UP\$1.016,23
Atividades que Agregam Valor	UP\$585,04	UP\$53,58	UP\$1.021,62
Atividades Necessária			UP\$638,62
	UP\$1.565,82	UP\$94,43	UP\$1.660,25
<b>CUSTO UNITÁRIO</b>	UP\$27,00	UP\$1,63	UP\$28,63

## Apêndice A

### LEAN MANUFACTURING

Tabela A.1a. Modelo para acessar mudanças por meio da Produção Enxuta.

Fonte: Karsson & Åhlström (1996a).

	<b>Determinantes</b>	<b>Indicadores Mensuráveis</b>	<b>Enxuta</b>
<b>Eliminação de Desperdícios</b>	Work in Progress	Valor de Work in Progress em relação a vendas.	↘
	Tamanho do Lote	Tempo de produção plena entre set-ups.	↘
	Tempos de Set-up	Quantidade de tempo necessária para troca de matriz.	↘
	Tempo de Queda de Máquina	Número de horas-máquina que estão paradas, devido ao mal funcionamento em relação ao tempo total de máquina.	↘
	Transporte de: Peças	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de vezes que as peças são transportadas.</li> <li>• Distância física total em que as peças são transportadas.</li> </ul>	↘
	Sucatas Retrabalhos	Valor de sucatas em relação a vendas. Valor de retrabalhos em relação a vendas.	
<b>Melhoria Contínua</b>	Sugestões	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de sugestões por empregado por ano.</li> <li>• Porcentagem de sugestões implantadas.</li> </ul>	↗
	Organização de melhoria de atividades	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Círculos de qualidade.</li> <li>2. Equipes multifuncionais, soluções de problemas espontâneas.</li> <li>3. Esquema de sugestão formal.</li> <li>4. Organização não explícita.</li> </ol>	↑
<b>Just-In-Time</b>	Tamanho do lote	Tempo de produção plena entre set-ups.	↘
	Work-in-progress	Valor do work-in-progress em relação às vendas,	↘
	Lead-time de pedido	Quantidade de tempo gasto processando cada pedido.	↘
	Nível do just-in-time	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Just-in-time seqüencial possível.</li> <li>2. Tipo específico de entregadores just-in-time possível</li> <li>3. Lotes são entregues just-in-time.</li> </ol>	↑

Tabela A.1b. Modelo para acessar mudanças por meio da Produção Enxuta.

Fonte: Karsson & Åhlström (1996a).

	Determinantes	Indicadores de Mensuração	Enxuta
Puxar em vez de empurrar	Solicitação para trás em relação à programação para frente	O número de estágios no fluxo do material que utiliza <i>puxar</i> (solicitação para trás) em relação ao número total de estágios no fluxo de material	↘
	Grau de puxar	Porcentagem do valor anual de pedido que é programado por meio do sistema puxar.	↘
Funções integradas	Conteúdo de trabalho em equipes	O número de tarefas indiretas diferentes realizadas pela equipe.	↗
	Funções de apoio	A razão de empregados indiretos em relação aos empregados diretos.	↘
Responsabilidades descentralizadas	Tarefas supervisoras realizadas pelas equipes.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Liderança da equipe alterna entre os membros.</li> <li>Tarefas supervisoras realizadas pela equipe.</li> <li>Nível supervisor separado da organização.</li> </ol>	↑
	Liderança da equipe.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Porcentagem de empregados aptos a aceitar responsabilidades para liderança da equipe.</li> <li>Porcentagem de empregados que aceitaram responsabilidades para liderança da equipe.</li> </ul>	↗
	Hierarquia da organização.	O número de níveis hierárquicos na organização da manufatura.	↘
	Áreas de responsabilidade.	Número de áreas funcionais que estão sob responsabilidade da equipe.	↗
Sistemas de informação vertical	Modelo de provisão de informação.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Informação continuamente disponibilizada em espaços dedicados diretamente no fluxo de produção. Reuniões regulares para discutir a informação.</li> <li>Informações oral e escrita fornecidas regularmente.</li> <li>Informação escrita fornecida regularmente.</li> <li>Ausência de informações para os empregados.</li> </ol>	↑
	Conteúdo estratégico da informação.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de áreas contida na informação dada aos empregados.</li> <li>Perspectiva de tempo na informação</li> </ul>	↗
	Conteúdo operacional da informação.	Número de diferentes medidas usadas para acessar a performance das equipes.	↗
	Frequência da informação.	A frequência com a qual as informações são fornecidas aos empregados (diferenciada pelo conteúdo da informação).	↗

Tabela A.1c. Modelo para acessar mudanças por meio da Produção Enxuta.

Fonte: Karsson & Åhlström (1996a).

	<b>Determinantes</b>	<b>Indicadores de Mensuração</b>	<b>Enxuta</b>
<b>Equipes Multifuncionais</b>	Estrutura da equipe	Porcentagem de trabalhadores trabalhando em equipes.	↗
	Estrutura da tarefa	Números de tarefas no fluxo de produtos realizadas pelas equipes.	↗
	Classificação de Trabalho	Números de classificação de trabalhos	↘
	Rotação de tarefas	Empregados trocam de tarefas dentro da equipe: 1. Continuamente. 2. A cada hora 3. A cada dia 4. Uma vez por semana 5. Uma vez por mês 6. Uma vez por ano 7. Menos de uma vez por ano	↑
	Treinamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de tarefas diferentes nas quais os trabalhadores são treinados</li> <li>• Número de áreas funcionais diferentes nas quais os trabalhadores são treinados.</li> <li>• Quantidade (em horas) de treinamento dado ao empregado novato</li> </ul>	↗
<b>Zero Defeito</b>	Responsabilidade para identificação de peças defeituosas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Trabalhadores identificam peças defeituosas e para a linha.</li> <li>2. Trabalhadores identificam peças defeituosas, mas não para a linha.</li> <li>3. Departamento de controle de qualidade identifica peças defeituosas e informa o gerente de produção.</li> </ol>	↑
	Responsabilidade para ajustagem de peças defeituosas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peças defeituosas são enviadas de volta ao trabalhador responsável pelo defeito para que possa corrigi-las.</li> <li>2. Trabalhador retira e corrige peças defeituosas.</li> <li>3. Departamento de ajustagem corrige peças defeituosas.</li> </ol>	↑
	Departamento de Controle Qualidade	Número de pessoas dedicadas principalmente para o controle da qualidade	↘
	Grau de controle de processo	Processos são controlados por meio da mensuração dentro do processo. Mensuração é feita após cada processo. Mensuração é feita somente após o produto acabado.	↑
	Controle de defeito autônomo	Porcentagem de inspeções realizadas por controle de defeito autônomo	↗
	Área de ajustagem e reparos	Tamanho da área de ajustagem e reparos	↘