ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA POR Felipe Araújo Calarge E APROVADA PELA COMISSÃO JULGADORA EM 18 02 2000

ORIENTADOR

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

Uma Proposta de um Modelamento de Gestão Sistêmica da Qualidade Baseada na Abordagem do *Axiomatic Design*

Autor: **Felipe Araújo Calarge**
Orientador: **Paulo Corrêa Lima**

09/00

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

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

Uma Proposta de um Modelamento de Gestão Sistêmica da Qualidade Baseada na Abordagem do *Axiomatic Design*

Autor: **Felipe Araújo Calarge**
Orientador: **Paulo Corrêa Lima**

Curso: Engenharia Mecânica
Área de Concentração: Materiais e Processos de 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, 2000
S.P. - Brasil

N.º CHAMADA:
T/UNICAMP
C125p
EX
TOMBO 41601
PROC. 278/00
C D X
PREÇO R$ 11,00
DATA 14-07-00
Nº CPD

CM-00142375-2

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

C125p

Calarge, Felipe Araújo
Uma proposta de um modelamento de gestão sistêmica da qualidade baseada na abordagem do axiomatic design / Felipe Araújo Calarge.--Campinas, SP: [s.n.], 2000.

Orientador: Paulo Corrêa Lima.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Gestão da qualidade total. 2. Engenharia Mecânica - Projetos. 3. Projeto de sistemas. 4. Organização e métodos. I. Lima, Paulo Corrêa. III. 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

Uma Proposta de um Modelamento de Gestão Sistêmica da Qualidade Baseada na Abordagem do *Axiomatic Design*

Autor: **Felipe Araújo Calarge**
Orientador: **Paulo Corrêa Lima**

Prof. Dr. Paulo Corrêa Lima, Presidente
Universidade Estadual de Campinas (FEM)

Prof. Dr. Ademir José Petenate
Universidade Estadual de Campinas (IMECC)

Prof. Dr. Miguel Juan Bacic
Universidade Estadual de Campinas (IE)

Prof. Dr. Eugênio José Zoqui
Universidade Estadual de Campinas (FEM)

Prof. Dr. Oswaldo Luiz Agostinho
Universidade Estadual de Campinas (FEM)

Campinas, 18 de Fevereiro de 2000.

Dedicatória:

- Para Narriman, Adel e Henrique, por toda paciência e compreensão que tiveram no desenrolar deste trabalho, e pelo apoio nos momentos difíceis por que passamos. O mérito é principalmente de vocês, presenças importantes em minha vida e motivos maiores de meu empenho, dedicação e esforço!

Agradecimentos

Ao meu pai, que apesar de ter partido cedo deixou-nos um dos mais preciosos bens, construindo uma vida com amizade sincera, respeito ao próximo e integridade de caráter.

A minha mãe, valente e incansável batalhadora, pela confiança e amor depositados em mim, possibilitando-me chegar onde estou.

Aos meus irmãos, pela amizade e companheirismo constantes nesta vida.

Ao Prof. Dr. Paulo Corrêa Lima pela confiança depositada na orientação neste trabalho, e antes de tudo pela amizade e apoio nestes anos de convivência e trabalho.

Aos meus colegas de trabalho pelo apoio e orientação nas discussões que tivemos.

Aos vários profissionais de empresas com quem tive contato, pela disponibilidade e presteza nas informações e esclarecimentos fornecidos.

A Universidade Metodista de Piracicaba e ao Colégio Técnico de Campinas pelo apoio institucional durante meu processo de capacitação.

A CAPES pelo auxílio ao desenvolvimento deste trabalho de tese, possibilitado através do Programa Institucional de Capacitação de Docentes – PICDT/CAPES/UNIMEP.

A todos aqueles que direta e indiretamente contribuiram para a realização deste trabalho.

... não existiria som se não houvesse o silêncio
não haveria luz se não fosse a escuridão
a vida é mesmo assim, dia e noite, não e sim ...
(Certas Coisas – Lulu Santos)

Resumo

CALARGE, Felipe Araújo, *Uma Proposta de um Modelamento de Gestão Sistêmica da Qualidade Baseada na Abordagem do Axiomatic Design,* Campinas,: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2000. 238p. Tese (Doutorado)

A palavra qualidade tem sido nos últimos anos sinônimo de sucesso ou fracasso para muitas organizações, sendo esta situação resultado de como tais organizações interpretam os conceitos da qualidade. A evolução destes conceitos tem feito com que a qualidade abandone o simples ato de controlar produtos e processos, abordagem tradicional da qualidade, a fim de desenvolver uma visão sistêmica da gestão da qualidade em toda a organização. O objetivo deste trabalho é apresentar uma proposta de um modelo de gestão sistêmica da qualidade, orientada pelos desejos e atributos de seus clientes. No desenvolvimento deste trabalho é utilizada a abordagem do Projeto Axiomático, estabelecido em função de axiomas, corolários e teoremas, com o objetivo de se desenvolver "boas práticas de projeto" na construção do modelo de gestão sistêmica da qualidade. É elaborada também uma proposta de utilização do modelo desenvolvido no auxílio à avaliação de desempenho suportada pela abordagem do *Balanced Scorecard*, bem como uma análise comparativa do modelo teórico proposto com alguns sistemas da qualidade utilizados na indústria automobilística, tais como: ISO9001, QS9000, AVSQ94, EAQF94 e VDA6.1. Finalmente, são feitas considerações sobre benefícios e problemas verificados no desenvolvimento do modelo de gestão sistêmica da qualidade e da utilização da abordagem do Projeto Axiomático nesta área de gestão da qualidade.

Palavras Chave: Gestão da Qualidade, Projeto Axiomático, Visão Sistêmica da Qualidade

Abstract

CALARGE, Felipe Araújo, *Uma Proposta de um Modelamento de Gestão Sistêmica da Qualidade Baseada na Abordagem do Axiomatic Design,* Campinas,: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2000. 238p. Tese (Doutorado)

The word quality has been in the past years synonymous of success or loss in many firms, and this situation results in how these firm understanding the quality concepts. The development of the quality concepts has made that the quality abandons the simple way of products and processes control, in order to develop a systemic vision of quality management in the whole organization. The objective of this work is to present a proposal of a quality systemic management model oriented by the firm's customer wants and attributes. In the development of this work it is utilized the Axiomatic Design approach, established in function of axioms, corollaries and theorems, with the objective of to improve "good practices of design" in the construction of the quality systemic management model. It is also elaborated a proposal of the utilization of the developed model to aid the performance measurement processes supported by the Balanced Scorecard approach. Complementary it is conducted a comparative analysis of the theoretic proposed model with some quality systems that have been employed in the automotive sector, such as: ISO9001, QS9000, AVSQ94, EAQF94 and VDA6.1. Finally, it is listed some conclusions about benefits and troubles faced with the development of the quality systemic management model and the utilization of the Axiomatic Design in this field of knowledge.

Key Words: Quality Management, Axiomatic Design, Systemic Vision of Quality

Índice

	Lista de Figuras	v
	Lista de Tabelas	vii
1	Introdução	1
	1.1 A contextualização teórica do desenvolvimento deste trabalho	1
	1.2 O *Axiomatic Design* como abordagem metodológica deste trabalho	3
	1.3 Os objetivos principais desta Tese	4
	1.4 A estrutura de apresentação deste trabalho	6
2	Revisão de Literatura	9
	2.1 O contexto econômico da restruturação de empresas atuantes em mercados globalizados	10
	2.2 Aspectos relativos ao conceito de estratégia	14
	2.2.1 A visão de Porter sobre o conceito de estratégia e vantagem competiva	14
	2.2.2 O contexto para estabelecimento de novos paradigmas da moderna estratégia	18
	2.2.3 A questão da análise estratégica de recursos intangíveis	25
	2.2.4 A questão ambiental como fator de vantagem competitiva	32
	2.3 A Questão da Qualidade	35
	2.3.1 Qualidade: algumas definições, conceitos e abordagens	36
	2.3.2 O Gerenciamento da Qualidade Total	42
	2.3.3 A Questão do Gerenciamento da Qualidade Total visando Vantagens Competitivas	54

3.6.3 Estabelecimento do 3° nível da estrutura hierárquica: decomposição de FR11, FR12 e FR13 pelo processo de *zig zag* e determinação dos correspondentes parâmetros de projeto 129
3.6.3.1 Ramo de aumento de receita de vendas 129
3.6.3.2 Ramo de minimização de gastos na produção 131
3.6.3.3 Ramo de minimização de investimentos na produção 132
3.6.4 Estabelecimento do 4° nível da estrutura hierárquica: decomposição de FR111, FR112, FR121, FR122, FR131 e FR133 pelo processo de *zig zag* e determinação dos correspondentes parâmetros de projeto 135
3.6.4.1 Ramo de aumento de receita de vendas 135
3.6.4.2 Ramo de minimização de gastos na produção 138
3.6.4.3 Ramo de minimização de investimentos na produção 141
3.6.5 Estabelecimento do 5° nível da estrutura hierárquica: decomposição de FR1111, FR1112, FR1121, FR1122 e FR1212 pelo processo de *zig zag* e determinação dos correspondentes parâmetros de projeto 145
3.6.5.1 Ramo de aumento de receita de vendas 145
3.6.5.2 Ramo de minimização de gastos na produção 151
3.6.6 Estabelecimento do 6° nível da estrutura hierárquica: decomposição de FR11112, FR11122, FR11221, FR12121 e FR12123 pelo processo de *zig zag* e determinação dos correspondentes parâmetros de projeto 154
3.6.6.1 Ramo de aumento de receita de vendas 154
3.6.6.2 Ramo de minimização de gastos na produção 160
3.6.7 Estabelecimento do 7° nível da estrutura hierárquica: decomposição de FR111122 pelo processo de *zig zag* e determinação dos correspondentes parâmetros de projeto 163

4 Aspectos Aplicativos e Desdobramentos do Modelo Proposto de Gestão Sistêmica da Qualidade 174
4.1 Introdução 174
4.2 O desenvolvimento da Matriz de Projeto Consolidada 175

Lista de Figuras

Figura 2.1	Esquematização das Cinco Forças Competitivas	15
Figura 2.2	Esquematização da Interação das Três Forças de Mercado	24
Figura 2.3	Estruturação do modelo relacionando recursos intangíveis, diferenciais de capacidade e vantagem competitiva sustentável	27
Figura 2.4	Esquematização do modelo piramidal de estruturação do TQM	45
Figura 2.5	Esquematização do modelo integrado de estruturação do TQM	47
Figura 2.6	Esquematização do modelo de "blocos de construção" de estruturação do TQM	48
Figura 2.7	Esquematização da Família ISO para um Sistema da qualidade	59
Figura 2.8	Estrutura Documental do Sistema da Qualidade QS 9000	63
Figura 2.9	Estrutura do *Balanced Scorecard*	88
Figura 2.10	Gerenciando a estratégia pelos quatro processos do *Balanced Scorecard*	91
Figura 2.11	Abordagem estratégica do *Balanced Scorecard*	91
Figura 3.1	Relacionamento de FRs x DPs entre domínio funcional e físico	96
Figura 3.2	Etapas e relacionamentos de agentes envolvidos em um projeto	97
Figura 3.3	Domínios existentes na visão ampliada do projeto	98
Figura 3.4	Estrutura hierárquica dos domínios funcional., físico e processo de *zig zag*	101
Figura 3.5	Exemplo ilustrativo de um projeto *coupled* de misturador de água	107
Figura 3.6	Exemplo ilustrativo de um projeto *uncoupled* de misturador de água	108
Figura 3.7	Estrutura proposta de interações entre grupos de agentes e um sistema de gestão sistêmica da qualidade	115

Lista de Tabelas

Tabela 2.1	Fatores Determinantes Estruturais das Cinco Forças Competitivas	16
Tabela 2.2	Importantes Aspectos Estratégicos da Manufatura nos anos 90	20
Tabela 2.3	Importantes Aspectos Táticos da Manufatura nos anos 90	21
Tabela 2.4	Esquematização dos caminhos para a Revolução da Indústria	22
Tabela 2.5	Sumário de aspectos de análise sobre recursos intangíveis	30
Tabela 2.6	Sumário das classes de tecnologias ambientais	34
Tabela 2.7	Estágios Evolutivos da Qualidade	39
Tabela 2.8	Comparação do Gerenciamento Tradicional da Qualidade versus Gerenciamento da Qualidade Total	40
Tabela 2.9	Enfoques e limitações de abordagens da qualidade	42
Tabela 2.10	Pontos de fundamento de um modelo de TQM	46
Tabela 2.11	Fatores importantes constituintes do TQM	50
Tabela 2.12	Fatores estratégicos para a implantação do TQM	51
Tabela 2.13	Análise comparativa de dimensões da qualidade versus medidas de desempenho do negócio	55
Tabela 2.14	Aspectos comparativos de características de Grande Empresa versus Pequena e Média Empresa	71
Tabela 2.15	Relacionamento entre características inerentes do TQM e o tamanho da empresa associado à técnica de análise de perfil	74
Tabela 2.16	Metodologia para Implementação do TQM em Pequenas e Médias Empresas	75
Tabela 2.17	Facilidades e dificuldades relativas a implementação do TQM em	76

Capítulo 1

Introdução

1.1 A contextualização teórica do desenvolvimento deste trabalho

As questões que tem se colocado para as organizações na atualidade diferem significativamente do tempo em que o mercado de produtos e/ou serviços estava amplamente garantido, sendo verificado constantes e significativas transformações no que diz respeito à base tecnológica disponível, bem como novas formas administrativas e organizacionais em que as empresas se estruturam. Estas constantes mudanças tem feito com que as empresas busquem se reestruturar no sentido de competir nos mercados em que atuam.

Esta reestruturação pela qual muitas empresas tem passado, e provavelmente continuarão a passar (MARKIDES, 1995), envolve a capacidade da empresa em gerir o que se denomina de "fatores de prosperidade" (KAPLYNSKY, 1997), sendo que aquelas empresas que tiverem maior competência em gerir adequadamente tais fatores, terão maior probabilidade de obter sucesso em suas restruturações.

Tal situação envolve aspectos estratégicos importantes sobre como a empresa se posiciona nos mercados, destacando-se assim a visão de Michel E. Porter (1980, 1985 e 1990) sobre estratégia competitiva das empresas nos segmentos industriais de atuação, bem como as vantagens competitivas que as mesmas podem obter como determinantes do estado de competição e do contexto regulador das organizações industriais. Esta discussão certamente

estabeleceu um marco nas discussões acadêmicas e empresariais no que se denomina de estratégias competitivas das organizações. O contexto para o estabelecimento de novos paradigmas da moderna estratégia (ZACCARELLI, 1995; COLLIS & MONTGOMERY, 1996) tem conduzido a muitas e inexploradas oportunidades competitivas, no que se denomina de "nova revolução da indústria" (HAMEL, 1996).

A análise estratégica de recursos intangíveis (HALL, 1992); a habilidade das organizações em construir suas competências essenciais (*core competencies)* (PRAHALAD & HAMEL, 1990); o desenvolvimento de "tecnologias ambientais" (SHRIVASTAVA, 1995), são alguns dos exemplos de diversidade e complexidade com que as organizações tem se deparado quando do estabelecimento de suas estratégias de atuação.

Dentro deste contexto impulsionador de transformações, a palavra *qualidade* tem surgido como um fator capaz de incorporar vantagens competitivas para as organizações, sendo que em nome da qualidade tem-se alterado padrões, exigências, comportamentos sociais e econômicos, criando-se e consolidando-se novos paradigmas dentro do contexto organizações. Contudo, apesar do inequívoco consenso sobre o importante papel desempenhado em nome do conceito da qualidade nos dias atuais, uma situação paradoxal é a inexistência de definições consensuais sobre este conceito, ao ponto de SLACK (1997) com muita propriedade citar que "... parece haver aproximadamente tantas definições da qualidade, quanto há pessoas escrevendo sobre ela...".

As diferentes abordagens e dimensões que a qualidade pode assumir nas organizações (GARVIN 1988-a; 1988-b), bem como os estágios evolutivos que o conceito da qualidade vem apresentando (LAKHE & MOHANTY, 1994), tem implicado na busca de procedimentos que possam sistematizar e gerenciar as questões relativas à qualidade. Dessa forma, como a qualidade poderia ser melhor gerenciada? A qualidade realmente constitui-se em uma vantagem competitiva das organizações? Seria possível avaliar o desempenho da qualidade? É neste contexto que este trabalho propõem o aprofundamento da discussão destas questões como um dos objetivos principais, abordando aspectos que possibilitem sistematizar de maneira estruturada a construção de um modelo de gestão sistêmica da qualidade. A obtenção deste modelo de gestão

sistêmica da qualidade, considera como diretriz principal a abordagem conceituada pelo *Total Quality Management (TQM)* traduzido neste trabalho como Gerenciamento da Qualidade Total, sendo para isto aplicada uma metodologia de abordagem holística, a qual é utilizada no desenvolvimento do modelo de gestão sistêmica da qualidade.

1.2 O *Axiomatic Design* como abordagem metodológica deste trabalho

A abordagem axiomática para projeto e manufatura originou-se da necessidade de se desenvolver uma base ordenada para estas áreas, auxiliando na construção e sistematização de conhecimentos generalizáveis do que se denomina de "boas práticas" de projeto. Fundamentalmente, a descrição da metodologia do *Axiomatic Design* esta estabelecida neste trabalho em função dos preceitos estabelecidos pelo seu propositor Prof. Nam P. Suh em sua obra principal neste assunto intitulada *The Principles of Design* (SUH, 1990).

SUH (1990) pressupõe que o ato de projetar envolve um contínuo relacionamento entre " qual o objetivo que se deseja atingir" e "como se pode atingir tal objetivo", verificando que os objetivos de um projeto colocam-se dentro do que se denomina de domínio funcional, ao passo que as soluções encontradas para atingir os objetivos são sempre geradas no que se denomina de domínio físico. Estes dois domínios são independentes e se interrelacionam constantemente dentro das atividades de projeto, através do estabelecimento de uma estrutura hierárquica nestes relacionamentos. O resultado final desta interação entre estes domínios tem como produto o próprio projeto, ou seja, soluções encontradas para os objetivos que foram colocados.

Deve-se então, determinar objetivos do projeto definindo-os em termos de necessidades específicas, as quais serão denominadas de *Requisitos Funcionais,* sendo indicadas neste trabalho pelas siglas FR (*Functional Requirement*) optando-se por manter a nomenclatura já amplamente difundida por SUH (1990). Para satisfazer tais requisitos funcionais, entidades físicas devem ser criadas sendo as mesmas denominadas de *Parâmetros de Projeto*, indicadas neste trabalho por DP (*Design Parameters*), mantendo-se a mesma proposição já mencionada no parágrafo anterior.

Dentro desta abordagem, pode-se caracterizar um projeto como uma criação de soluções sintetizadas para requisitos solicitados, podendo tais soluções serem concretizadas na forma de produtos, processos, sistemas ou estruturas organizacionais, de modo que sejam satisfeitas as necessidades percebidas pelo relacionamento entre FRs no domínio funcional e DPs no domínio físico, de modo que DPs satisfaçam adequadamente FRs. Numa visão mais ampliada, o ato de projetar inicia-se a partir do reconhecimento das necessidades de uma sociedade, sendo as mesmas formalizadas em um conjunto de FRs, procedendo-se posteriormente à seleção de quais FRs serão o alvo do(s) problema(s) analisado(s) no projeto. Idéias devem ser geradas de maneira que resultem em uma entidade física que deve ser analisada e comparada com o conjunto original de FRs através de um *feedback loop*.

Quando as FRs especificadas não são plenamente satisfeitas, novas idéias tem de surgir ou mudanças devem ocorrer nas FRs de modo a refletir as necessidades originais de maneira mais acurada. Este processo é interativo e deve ocorrer até que um resultado aceitável seja obtido. Assim, considerando esta visão ampliada, o ato de projeto consistira de quatro domínios: o domínio do cliente; o domínio funcional; o domínio físico e o domínio de processo. Durante a fase de projeto, o domínio do cliente deve ser o primeiro a ser explorado a fim de se determinar os atributos do cliente (CAs) para o projeto, devendo tais atributos serem interpretados então como requisitos funcionais (FRs) no domínio funcional, que por sua vez devem ser satisfeitos em função da escolha de um conjunto adequado de parâmetros de projeto (DPs) no domínio físico, devendo então finalmente definir no domínio de processo um conjunto adequado de variáveis de processo (PVs). Contudo, poderia tal metodologia ser utilizada no projeto e estruturação de um modelo de gestão sistêmica da qualidade, contemplando aspectos relevantes em cada domínio ? Responder esta questão esta dentre um dos principais objetivos deste trabalho.

1.3 **Os objetivos principais desta Tese**

Dentre os principais objetivos deste trabalho de tese esta a proposta de um modelo de gestão sistêmica da qualidade, pautado nos preceitos estabelecidos pela abordagem do *Total Quality Management* (Gerenciamento da Qualidade Total). Para isto foram feitos levantamentos na literatura da área com relação a modelos de estruturação do TQM, bem como os principais

fatores constituintes e de influência nestes modelos. Contudo, um dos pontos principais no desenvolvimento do modelo de gestão sistêmica da qualidade consiste na aplicação do *Axiomatic Design* como abordagem metodológica na estruturação deste modelo.

Os desdobramentos obtidos a partir do modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade permitiram também:

- propor uma sistemática de avaliação de desempenho de um sistema da qualidade. Neste sentido foram analisados os desdobramentos relativos à estrutura hierárquica proposta no modelo de gestão sistêmica da qualidade, desenvolvendo o que se denomina de matriz de projeto consolidada que permite avaliar a influência de parâmetros de nível superior da estrutura hierárquica nos elementos de mais baixo nível hierárquico desta estrutura.
- estabelecer diretrizes na implementação das soluções propostas no modelo de gestão sistêmica da qualidade, desenvolvendo uma espécie de guia que possibilitou implantar os requisitos funcionais e parâmetros de projeto de maneira ordenada e estruturada, sendo desenvolvido através do que se denominou de diagrama de fluxo de módulo e junção.
- avaliar a possibilidade de um modelo de gestão sistêmica da qualidade fornecer também informações estratégicas para a empresa
- analisar como o modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade se comporta com relação a atender aspectos contemplados em sistemas da qualidade atualmente utilizados em alguns segmentos industriais.

Para analise da abordagem do gerenciamento estratégico conjugada ao modelo de gestão sistêmica da qualidade foi proposta a utilização conjunta do *Axiomatic Design* (SUH,1990) com o *Balanced Scorecard* (KAPLAN & NORTON, 1992; 1993; 1996), como uma sistemática no gerenciamento de desempenho competitivo da organização, no que se refere a um sistema da qualidade.

Finalmente, a aderência do modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade com alguns sistemas da qualidade aplicados a setores industriais, foi feita de maneira a que se conduzisse

uma análise exploratória contemplando sistemas de procedimentos da qualidade que tivessem um caráter mais generalista (ISO 9001) e outros de caráter mais determinístico e específicos (QS 9000, EAQF, AVSQ E VDA 6). A maneira como foram estruturados os objetivos desta tese são descritos no item seguinte.

1.4 A estrutura de apresentação deste trabalho

Este trabalho compõem-se dos seguintes capítulos complementares:

- **Capítulo II: Revisão de Literatura**

É desenvolvida neste capítulo uma contextualização teórica sobre assuntos relevantes para a construção da proposta de um modelo de gestão sistêmica da qualidade, sendo discutidos aspectos do contexto econômico em que vem se dando a restruturação de empresas atuantes em mercados globalizados, bem como uma breve descrição do conceito de estratégias empresariais, vantagens competitivas e estabelecimento de novos paradigmas da moderna estratégia. Neste contexto, a importância do conceito da qualidade nos dias atuais como um provável fator de vantagem competitiva das organizações é explorada e sem dúvida constitui-se um dos pontos de maior relevância neste capítulo.

A discussão da questão relativa ao que se entende por qualidade, abrange definições, conceitos e abordagens, os quais analisam o enfoque evolutivo da abordagem tradicional fundamentada em ações de controle para a abordagem centrada nos preceitos estabelecidos pelo Gerenciamento da Qualidade Total. Por fim, a possibilidade de se discutir uma sistemática de avaliação da qualidade esta pautada neste capítulo na análise de aspectos relativos a avaliação de desempenho, abordando-se com um maior detalhamento o sistema de medição de desempenho denominado *Balanced Scorecard.*

- **Capítulo III: Uma Proposição de um Modelo de Gestão Sistêmica da Qualidade Baseada na Metodologia do *Axiomatic Design.***

Foram abordados neste capítulo aspectos históricos, conceitos e fundamentos do *Axiomatic Design,* caracterizando e descrevendo os axiomas, corolários e teoremas que estruturam esta

metodologia. Na aplicação da metodologia do *Axiomatic Design* para a elaboração do modelo de gestão sistêmica da qualidade, foram definidos e caracterizados preliminarmente os atributos do cliente (CAs), para posteriormente estabelecer as estruturas hierarquizadas de requisitos funcionais (FRs) no domínio funcional e parâmetros de projeto (DPs) no domínio físico. Assim, o modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade foi estruturado em níveis hierárquicos nas estruturas dos respectivos "diagramas-árvore" de domínio funcional e físico. Para cada conjunto de FRs e DPs definidos em cada nível das estruturas hierárquicas foi caracterizada a matriz de projeto para o segmento em questão.

- **Capítulo IV: Aspectos Aplicativos e Desdobramentos do Modelo Proposto de Gestão Sistêmica da Qualidade**

Este capítulo aborda aspectos relativos a aplicações e desdobramentos propostos a partir da construção do modelo de gestão sistêmica da qualidade. Inicialmente foi desenvolvida a matriz de projeto consolidada ilustrando o relacionamento entre os que se denominam de "FR-folha" e "DP-folha", os quais constituem-se respectivamente em requisitos funcionais e parâmetros de projeto de mais baixo nível das estruturas hierárquicas nos domínios funcional e físico. Pela matriz de projeto consolidada obtida para o modelo construído, pode-se verificar tratar-se de um projeto *decoupled* caracterizado por uma matriz triangular. Em uma etapa posterior foi desenvolvido o Diagrama de Fluxo de Módulo e Junção, obtido através da análise conjunta de "diagrama-árvore" e matrizes de projeto, constituindo os denominados módulos que possibilitam diretrizes na análise e implementação das soluções de projeto propostas. Outro ponto relevante neste capítulo é a proposta de se conjugar o modelo de gestão sistêmica da qualidade fundamentado na abordagem do *Axiomatic Design*, com os preceitos estabelecidos pelo *Balanced Scorecard*, o qual constitui-se em relevante instrumento de análise estratégica na medição de desempenho.

Como ponto final, é conduzida um análise exploratória de aderência do modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade com relação aos requisitos da norma ISO 9001 e de outros sistemas de procedimentos da qualidade específicos ao setor automotivo (QS 9000, AVSQ'94, EAQF'94 e VDA 6.1), analisando-se a aplicabilidade deste modelo comparativamente ao exigido através destes sistemas de comprovada utilização em empresas.

- **Capítulo V: Considerações Finais e Conclusões**

Finalmente, são discutidos aspectos relevantes para a condução deste trabalho, considerando principalmente a abordagem do *Axiomatic Design* e o modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade, sendo relacionadas facilidades e dificuldades na condução do trabalho. Sugere-se também neste capítulo temas para trabalhos futuros, oriundos tanto da abordagem utilizada no desenvolvimento do trabalho, como do modelo de gestão sistêmica da qualidade proposto.

Capítulo 2

Revisão da Literatura

O desenvolvimento deste capítulo tem como objetivo principal estabelecer uma linha estrutural de conceitos a respeito dos assuntos a serem abordados neste trabalho, enfocando não somente os assuntos técnicos relativos à área de estudo, mas também procurando abordar alguns aspectos relativos ao contexto econômico em que vêm se dando as transformações organizacionais e tecnológicas com que as organizações industriais tem se deparado.

Inicialmente, uma breve discussão do contexto de restruturação das empresas nos mercados atuais procura ressaltar a importância da visão organizacional na estruturação de suas estratégias competitivas, revendo conceitos já estabelecidos bem como o estabelecimento de novos paradigmas competitivos.

Contudo, a discussão principal deste capítulo se dá no sentido de contextualizar o conceito de qualidade dentro do escopo proposto neste trabalho, abordando aspectos relativos ao histórico evolutivo do conceito de qualidade dentro das organizações.

Neste sentido são analisados alguns autores cujas abordagens são consagradas dentro desta área de conhecimento, buscando-se estabelecer uma base conceitual para o aprofundamento da discussão de modelos estruturais de abordagem do conceito da qualidade, no que se define pela literatura da área como Gerenciamento da Qualidade Total.

São analisados também outros aspectos importantes, tais como os sistemas de certificação de procedimentos da qualidade, a questão da análise de fatores tangíveis e intangíveis da qualidade como fatores de vantagens competitivas e a questão da qualidade em mercados globalizados.

Finalmente, como uma discussão contextual deste trabalho são definidos aspectos relativos a avaliação de desempenho, definindo-se com maior detalhamento alguns sistemas de medição de desempenho, relacionando-se a avaliação de desempenho com respeito ao aspecto da qualidade.

2.1 O contexto econômico da restruturação de empresas atuantes em mercados globalizados

As questões que tem se colocado para as empresas no mundo atual diferem significativamente do tempo em que o mercado de produtos e/ou serviços estava amplamente garantido, sendo que o sucesso de uma determinada empresa poderia ser atingido à medida que tal empresa dispusesse de produtos suficientes para atender aos mercados em que atuasse.

BIRKINSHAW et al. (1995) cita que a atuação de empresas em mercados globalizados deve-se a duas perspectivas das organizações industriais que são dadas por forças estruturais e ações competitivas.

As forças estruturais variam de acordo com o segmento industrial e seriam devido a tres fatores determinantes: o potencial para economias de escala em atividades que adicionam valor; diferenças de vantagens comparativas entre países e mercados com demandas padronizadas entre diferentes países.

A perspectiva das ações competitivas seria resultante do que os autores denominam de "Teoria da Institucionalização", onde as organizações são visualizadas como um fenômeno social possuindo padrões e ações comportamentais apropriadas ao ambiente em que se inserem, que lhes possibilita mover-se para estruturas e processos comuns dadas a ações coercitivas, imitativas ou resultantes de expectativas de seus agentes.

Dada esta caracterização, os setores econômicos envolvidos nesta economia globalizada tem se deparado com uma competição acirrada em mercados que estão em constante mutação, no sentido que se tornam cada vez mais "sem fronteiras". Como não poderia deixar de ser, os agentes econômicos envolvidos procuram desenvolver estratégias que lhes permitam competir pela sobrevivência de seus negócios, buscando reestruturar- se para cada nova realidade que se coloca.

MARKIDES (1995) cita, relatando um estudo em empresas americanas, que existe uma crescente evidência que a partir dos anos 80 muitas organizações passaram por processos de restruturação que tinham como principal objetivo a refocalização das organizações em seus negócios chaves, dado que a maioria destas empresas caracterizavam-se por apresentar alto índice de diversificação e lucros declinantes. Segundo o autor, existem quatro fatores principais que teriam levado as organizações a se diversificarem acima dos seus limites:

- o primeiro fator estaria relacionado à fase de maturidade que muitas empresas tinham atingido antes dos anos 80, o que lhes permitiu auferir ganhos acima dos que poderiam ser lucrativamente investidos. Essa situação possibilitou o financiamento próprio em investimentos dito "duvidosos" que, dada a natureza do processo, não necessitavam ser monitorados e disciplinados por agentes externos do mercado de capitais.
- o segundo fator foi a sinalização errônea do mercado de capitais, reagindo positivamente de maneira indiscriminada às ações de diversificação, fato este que encorajou muitas empresas a continuarem com tais atividades buscando estabelecer grandes conglomerados.
- o terceiro fator é que as mudanças ocorridas nas duas últimas décadas, tanto com relação ao mercado de produtos como de capitais, fez com que empresas que antes apresentavam um nível adequado de diversificação passassem a enfrentar a situação de estarem super-diversificadas para a realidade atual, onde os benefícios inerentes a diversificação estavam reduzindo-se à medida que aumentavam os custos associados a tal atividade.
- finalmente, o quarto fator estaria relacionado ao comportamento gerencial das décadas de 60 e 70, onde predominava uma euforia generalizada com relação a diversificação e a capacidade de se transferir recursos através de industrias, associando diretamente o

talento gerencial à capacidade de atuar com os mais distintos *portfólios.*

Portanto, a atual fase de restruturação "... possibilita às empresas uma gama de oportunidades para restaurar valor que foi dissipado através do excesso de diversificação." (MARKIDES,1995). Segundo KAPLYNSKY (1997), em muitos casos a entrada ou permanência da empresa nos mercados atuais envolve necessariamente ter produtos a baixos custos, conjugados aos denominados fatores de prosperidade que são:

- produzir produtos com altos níveis de qualidade.
- possuir um 'mix' de diferentes produtos, tendo a capacidade de introduzir freqüentemente e rapidamente novos produtos.
- ter capacidade de responder rapidamente às mudanças do mercado e as necessidades do cliente.
- confiabilidade de entregas, cada vez mais freqüentes e em menores quantidades.

Além disto, segundo o autor, a experiência de empresas que obtiveram sucesso em sua restruturação, passaram por um processo de três estágios conforme descrito abaixo:

- primeiramente, as empresas desenvolveram uma estratégia apropriada às condições de mercado reconhecendo seus vários segmentos e compreendendo com detalhes as necessidades dos clientes.
- posteriormente, após definir e aceitar esta estratégia focada no mercado, as empresas passaram a focar sua própria estrutura organizacional e suas relações com os fornecedores.
- finalmente, partiram para transformar as observações em ações, desenvolvendo e criando novas estruturas capazes de assimilar as novas formas de relações gerenciais, funcionais e de relações com fornecedores.

Contudo tais aspectos relativos à restruturação intra empresa não são únicos nesta análise. HUMPHREY & SCHMITZ (1996), em uma análise da competitividade de pequenas e médias empresas, verificaram que independentemente de países desenvolvidos (experiência italiana) ou países em desenvolvimento (experiência indiana e brasileira), a política industrial local tem significativa importância, podendo ser descrita pelo que os autores denominam de abordagem do

" Triplo - C "(*customer-oriented, collective, cumulative*), que pode ser sumarizada como:

- *customer-oriented* : tem que estar direcionada para ir de encontro às demandas dos clientes, forçando as empresas a adotarem soluções neste sentido.
- *collective* : as soluções que irão ao encontro das necessidades dos clientes devem ser adotadas de forma coletiva por grupos de empresas afins, possibilitando diminuição de custos de transações comparativamente a alternativa de atuação individual da empresa, bem como favorecerão a cooperação e o desenvolvimento de mútuo aprendizado entre as empresas do grupo.
- *cumulative* : é resultante dos outros dois fatores, estando relacionado à capacidade acumulativa que a empresa deve desenvolver, visando conduzir processos de melhorias adaptados a sua própria realidade, devendo os mesmos serem resultantes das relações inter firmas do grupo e do contato com o mercado.

Mas a trajetória com se dá a restruturação das empresas não podem ser visualizadas independentemente de uma realidade onde os fatores de diversidades são tantos que dificilmente levam a convergência em torno de um padrão único. TURNER & AUER (1996) abordam esta questão argumentando que os contextos políticos, econômicos e sociais são cruciais, tanto na determinação das novas relações industriais como na organização de novos sistemas de trabalho.

Tais autores confirmam esta afirmação através de uma análise em empresas do ramo automobilístico, contrapondo a visão de modos de produção baseados no modelo japonês com outros modelos vigentes em empresas localizadas nos Estados Unidos, Alemanha e Suécia. Em suma, verifica-se que apesar da utilização e difusão de técnicas japonesas de gerenciamento em países ocidentais, predomina uma significativa diversidade no modo de organização do trabalho, podendo existir diferenças dentro de um mesmo país, como até mesmo distinções entre plantas fabris de uma mesma empresa.

Estas situações elucidam a importância das organizações em definirem seu posicionamento frente a tais restruturações considerando questões econômicas, organizacionais e relativas aos recursos disponíveis nos mercados competitivos, procurando estrategicamente obter vantagens competitivas nos mercados onde atuam, sendo esta discussão abordada no item seguinte.

2.2 Aspectos relativos ao conceito de estratégia

Dado a sua importância, o conceito de estratégia empresarial tem estado presente nos últimos anos na agenda de discussões acadêmicas e empresarias, obtendo assim um espaço relevante como objeto de pesquisas. A visão preliminar de estratégias competitivas empresariais evoluiu para uma discussão baseada em vantagens competitivas das organizações e de nações.

Outros aspectos relevantes tem sido colocados como prioritários para que se definam as estratégias de negócios, estabelecendo novos paradigmas que abordam questões envolvendo desde a análise de fatores intangíveis até questões ambientais, éticas e legais em que as organizações atuais se inserem.

Este item pretende dentro do contexto deste trabalho, discutir aspectos relevantes ao conceito de estratégias das organizações na visão mais clássica e consagrada de PORTER (1980; 1985; 1990), abordando aspectos básicos da teoria de estratégia e vantagem competitiva das empresas. Posteriormente, discute-se o contexto de estabelecimento de novos paradigmas da moderna estratégia, abordando a análise estratégica da intangibilidade de recursos. Por fim, a questão ambiental é discutida como atual fator de vantagem competitiva das organizações, descrevendo implicações relevantes aos setores industriais.

2.2.1 A visão de Porter sobre o conceito de estratégia e vantagem competitiva

Uma discussão de estratégia deve necessariamente passar por Michel E. Porter e suas obras: *Competitive Strategy: Techniques for Analysing Industries and Competitors* (1980); *Competitive Advantage* (1985) e *The Competitive Advantage of Nations* (1990). Porter constrói o que se denomina de Paradigma de Comportamento do Desempenho de Estruturas para as organizações industriais, tendo em sua essência a estrutura da indústria como determinante do estado de competição e do contexto de regulação do comportamento das empresas. Uma visão básica introdutória de alguns conceitos definidos pelo autor, que servirão para discussão neste trabalho, serão dados a seguir.

O conceito de estratégia competitiva esta associado com a busca das empresas por uma posição competitiva favorável na indústria em que atua, sendo o termo indústria entendido como o segmento econômico de mercado onde as empresas atuam, constituindo-se a arena fundamental onde se dá a concorrência entre as empresas. A estratégia competitiva teria como objetivo estabelecer uma posição lucrativa e sustentável contra as forças determinantes da concorrência na indústria, estando baseada em dois aspectos principais:

- atratividade da indústria em termos de rentabilidade a longo prazo e fatores que determinam esta atratividade.
- posição competitiva que a empresa ocupa dentro da indústria.

A vantagem competitiva origina-se, em suma, do valor que a empresa consegue criar para seus compradores (entendido como "... aquilo que os compradores estão dispostos a pagar ") e que ultrapassa o custo de fabricação atingido pela empresa. Em qualquer indústria as regras de concorrência estão englobadas em cinco forças competitivas: entrada de novos concorrentes, ameaça de substitutos, poder de negociação dos compradores, poder de negociação de fornecedores e rivalidade entre os concorrentes existentes. A Figura 2.1 esquematiza a interação desta cinco forças competitivas.

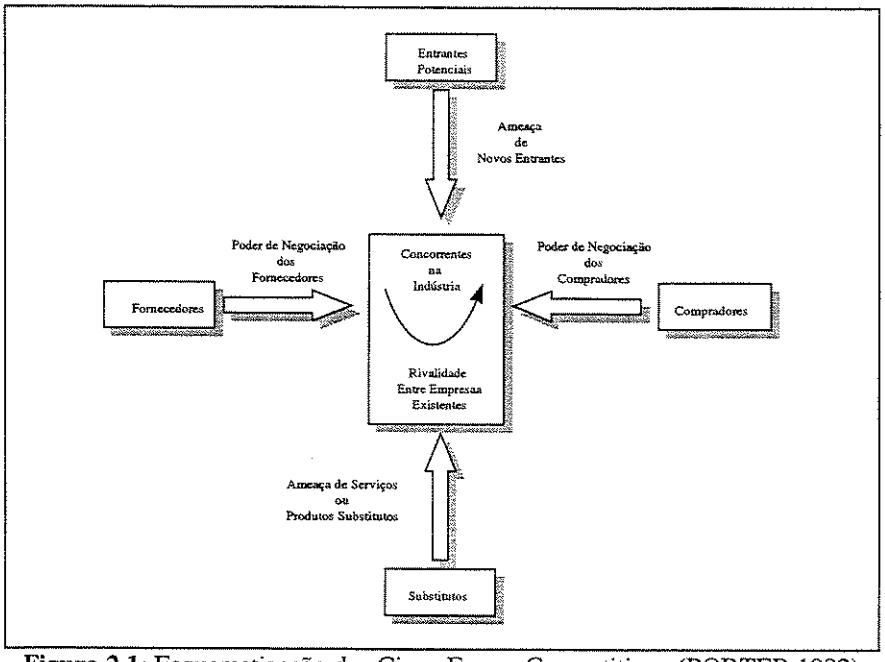


Figura 2.1: Esquematização das Cinco Forças Competitivas (PORTER,1992)

As cinco forças competitivas determinam a rentabilidade da indústria porque influenciam preços, custos e o investimento necessário das empresas em uma determinada indústria. A intensidade de cada uma das cinco forças é função da estrutura industrial ou das características técnicas e econômicas da indústria. A Tabela 2.1 indica os principais determinantes estruturais destas cinco forças competitivas.

Tabela 2.1: Fatores Determinantes Estruturais das Cinco Forças Competitivas (PORTER,1992)

<table>
<tr><th>Fatores Determinantes relativos ao <u>Poder do Fornecedor</u></th><th>Fatores Determinantes relativos a <u>Barreira de Entrada</u></th></tr>
<tr><td>• Diferenciação de Insumos
• Presença de Insumos Substitutos
• Concentração de Fornecedores
• Importância do Volume para o fornecedor
• Custos Relativos a compras totais na indústria
• Impacto dos Insumos sobre custo ou diferenciação
• Custos de Mudança de fornecedores a das empresas na indústria
• Ameaça de Integração para frente em relação à ameaça de integração para trás pelas empresas na indústria</td><td>• Economias de Escala
• Diferenças de Produtos Patenteados
• Identificação de Marca
• Custos de Mudança
• Exigências de Capital
• Acesso à Distribuição
• Retaliação Esperada
• Vantagens de Custo Absoluto: curva de aprendizagem, acesso a insumos necessários, projeto de produtos a baixo custo.
• Política Governamental</td></tr>
<tr><th colspan="2">Fatores Determinantes relativos a <u>Rivalidade</u></th></tr>
<tr><td colspan="2">• Crescimento da Indústria
• Excesso de Capacidade Crônica
• Diferença de Produtos
• Identidade de Marca
• Custos Fixos (ou de armazenamento) / Valor Adicionado
• Concentração e Equilíbrio
• Complexidade Informativa
• Diversidade de Concorrentes
• Interesses Empresariais
• Barreiras de Saída
• Custos de Mudança</td></tr>
<tr><th colspan="2">Fatores Determinantes relativos a <u>Ameaça de Substituição</u></th></tr>
<tr><td colspan="2">• Desempenho do preço Relativo dos Substitutos
• Propensão do Comprador a Substituir
• Custos de Mudança</td></tr>
<tr><th colspan="2">Fatores Determinantes relativos ao <u>Poder de Compra</u></th></tr>
<tr><td colspan="2">Alavancagem de Negociação
• Concentração de Compradores versus Concentração de Empresas
• Volume do Comprador
• Informação do Comprador
• Possibilidade de Integração para trás
• Produtos Substitutos
• Pull
• Custos de Mudança do Comprador em relação aos Custos de Mudança da Empresa
Sensibilidade ao Preço
• Preços/Compras Totais
• Diferença dos Produtos
• Identidade de Marca
• Impacto sobre qualidade/desempenho
• Lucros do Comprador
• Incentivos dos tomadores de decisão</td></tr>
</table>

Com relação ao posicionamento relativo de uma empresa dentro da indústria, pode-se determina-lo pela rentabilidade da empresa com relação a média da indústria, sendo que empresas capazes de manter um desempenho no longo prazo acima da média possuem o que se denomina de uma vantagem competitiva sustentável. O desempenho acima da média da indústria pode ser atingido pela empresa através de três estratégias genéricas que são:

- Liderança no Custo - a empresa busca tornar-se produtor de baixo custo em sua indústria, devendo descobrir e explorar todas as fontes de vantagem de custo, tais como: economias de escala, acesso preferencial a mão de obra, patente de tecnologias, e outros.
- Diferenciação - a empresa procura ser única em sua indústria, selecionando atributos que seus compradores julguem importante, posicionando-se de maneira singular para satisfazer estas necessidades. Os meios de diferenciação são característicos a cada tipo de indústria, podendo estar baseada em: diferenciação do produto, sistemas de atendimento e entrega, assistência técnica, atividades de *marketing*, e outros.
- Enfoque - esta baseada na escolha de um ambiente competitivo segmentado dentro de uma indústria, onde a empresa seleciona um ou mais segmentos dentro da indústria e adapta sua estratégia para atende-los. Este tipo de estratégia possui duas variantes pelo qual a empresa busca atingir seus segmentos-alvo: enfoque no custo e enfoque na diferenciação.

A escolha de um tipo de estratégia é fundamental para que a empresa não fique no "meio-termo" que, em suma, traduz a relutância na escolha de como competir em sua indústria e possuir uma vantagem competitiva. O grau de maturidade atingido por uma indústria tende a acentuar as diferenças de desempenho entre as empresas que já definiram sua estratégia genérica e aquelas que ainda se situam no "meio termo". Mas como fica a discussão do planejamento estratégico das empresas dentro deste contexto e quais os novos paradigmas que se colocam na moderna estratégia ? Este é o assunto a ser abordado no item seguinte.

2.2.2 **O contexto para estabelecimento de novos paradigmas da moderna estratégia**

Segundo ZACCARELLI (1995), o planejamento estratégico vem sendo substituído pela força da moderna estratégia, que se posiciona com as seguintes principais características:

- não ser mistificada
- ser mais facilmente administravel
- possuir uma maior agilidade possibilitando alterações
- ser mais facilmente descritivel.

Ainda segundo o autor, "... estratégia por definição não é lógica pura, pois o resultado das decisões estratégicas sempre dependem das reações dos concorrentes".

HAMEL (1996) é ainda mais contundente quando afirma que "... é necessário não apenas um 'beliscão' no processo de planejamento tradicional mas uma nova fundamentação filosófica: estratégia é revolução e todo o resto é tática". O autor ainda argumenta que um problema essencial nas organizações atuais é a falha em distinguir planejamento de estratégia, acrescentando que a atividade de planejar relaciona-se com o ato de programar enquanto a estratégia relaciona-se com o ato de descobrir.

Com respeito às empresas, o ritmo que se impõem de competição global e de mudanças tecnológicas tem causado constantes alterações de mercados, sendo que a nível gerencial o questionamento que se dá é que o planejamento estratégico é demasiado estático para acompanhar tais modificações (COLLIS & MONTGOMERY,1996).

Essa discussão de planejamento estratégico *versus* moderna estratégia com certeza atrai o debate acadêmico, sendo de grande importância na definição de novas tendências. A finalidade desta análise neste trabalho é, antes de suscitar polêmicas, procurar traçar um panorama do estado da arte desta discussão nos dias atuais, com o objetivo de contextualizar a discussão de estratégia dentro da proposta deste trabalho. Uma descrição detalhada da evolução do planejamento estratégico para a moderna estratégia, seria uma análise complexa e fora do escopo da linha pretendida neste trabalho.

A moderna estratégia esta inserida em um contexto onde as bases da organização industrial tem sofrido constantes e profundas alterações, tendo como cenário as desregulamentações, mudanças de bases tecnológicas e organizacionais, globalização, mudanças sociais e geopolíticas e outros fatores modificadores.

Contudo, não são somente as forças destas mudanças que tem alterado a estrutura convencional de organização industrial, mas também a ação de empresas que explorando as oportunidades advindas destas mudanças fazem com que o processo ocorra de forma muito mais dinâmica.

Tal situação foi verificada por HANSEN & WERNERFELT (1989) quando analisaram um modelo representativo que avaliava a importância relativa de fatores econômicos e fatores organizacionais no desempenho da empresa. Nesta análise definia-se por fatores econômicos aqueles que enfatizavam fatores externos de mercado como os de sucesso para a empresa, ao passo que os fatores organizacionais estavam baseados em paradigmas comportamentais e sociológicos, os quais estabeleciam o que se denominava de "clima organizacional" da empresa. Dentre os resultados obtidos pelos autores, talvez o de maior relevância tenha sido a constatação de que fatores econômicos e fatores organizacionais são acentuadamente independentes com relação ao efeito que exercem sobre o desempenho da empresa. Assim teriam graus similares de importância tanto a seleção e posicionamento da empresa dentro da indústria em que atua, o qual constituiria-se em um fator econômico relevante, quanto a implantação e utilização de boas práticas organizacionais, que se constituiria um fator organizacional também relevante.

Um estudo mais detalhado e revelador foi conduzido por MALHOTRA et al. (1994) identificando e classificando aspectos de manufatura que empresários e acadêmicos americanos julgavam como de maior importância para serem focalizados e solucionados na década de 90, com a finalidade de que as empresas pudessem estar aptas a competirem com sucesso em mercados globalizados, sendo tais aspectos indicados nas Tabelas 2.2 e 2.3. Uma importante e significativa observação no trabalho destes autores é quanto ao papel ocupado pela discussão de aspectos envolvendo a questão da qualidade, pois tanto com relação às prioridades estratégicas como aspectos táticos da manufatura nos anos 90, respectivamente o gerenciamento da qualidade

e o controle da qualidade se colocam como itens de primeira prioridade.

Tabela 2.2: Importantes Aspectos Estratégicos da Manufatura nos anos 90 (Adaptado de MALHOTRA et al., 1994)

Prioridade em	Aspectos Estratégicos	Ênfase
1ª	• Gerenciamento da Qualidade	• Essencial para a excelência nos anos 90, impactando fortemente a competitividade da organização, devendo ser visualizada como um processo de melhoramento contínuo.
2ª	• Estratégia de Manufatura	• Representa a visão de integração e otimização dos outros aspectos de manufatura, capturando a missão da empresa.
3ª	• Tecnologia de Processo	• Necessário utilizar o estado da arte em tecnologia para suprir as expectativas dos clientes, considerando os principais fatores competitivos: flexibilidade para *mix* de produtos e tempo de resposta ao mercado.
4ª	• Desenvolvimento Organizacional	• Pessoas são pontos chave das mudanças que estão ocorrendo, devendo criar uma estrutura para atrair, treinar e reter bons funcionários.
5ª	• Planejamento do Produto	• Direcionado para as rápidas mudanças de mercado, enfatizando a simplicidade e efetividade do produto, devendo envolver outros setores da manufatura desde a concepção do produto.
6ª	• Força de Trabalho	• Deve ser flexível, de bom nível, treinada e motivada para o ambiente competitivo.
7ª	• Planejamento do Processo	• Esta relacionado com a tecnologia de processo e o planejamento do produto, devendo ter como linhas delineadoras a flexibilidade e proliferação de produtos.
8ª	• Controle e Planejamento da Manufatura	• Foi visualizada como uma questão dada, preferencialmente a ser considerada como fonte de vantagem competitiva. A ênfase é dada ao *Just in Time*, prevalecendo o foco na diminuição de inventários.
9ª	• Interfuncionalidade	• A visão holística é fundamental, sendo cada vez mais importante à manufatura utilizar outras funções e estar plenamente integrada na estrutura de negócio da organização.
10ª	• Ambiente Externo	• Planejamento público para regulações relativas a questões ambientais e seus impactos econômicos e políticos sobre o ambiente de manufatura.
11ª	• Planejamento de Capacidade	• Não é considerada tão prioritária como nas décadas de 80 e 90, pois muitos mercados estão crescendo menos que esperado.
12ª	• Medição de Custos	• Seleção de sistemas de custeio cujas práticas de medição e alocação possam influenciar em questões estratégicos e operacionais da manufatura.
13ª	• Layout	• Projetos de plantas industriais e de sistemas de manufatura que diminuam custos de manuseio de materiais e tempo de processamento do produto.
14ª	• Localização	• Seleção de adequadas localizações para manufatura, distribuição e serviços.

Tabela 2.3: Importantes Aspectos Táticos da Manufatura nos anos 90 (Adaptado de MALHOTRA et al., 1994)

Prioridade em	Aspectos Táticos	Ênfase
1ª	• Controle da Qualidade	• É um aspecto absoluto nos dias atuais, onde estabelece-se cada vez mais menores índices de perdas, minimiza-se as variações, qualifica-se vendas, etc., buscando a satisfação do cliente.
2ª	• Sistemas de Planejamento e Controle da Manufatura	• Integração e simplicidade de processos e/ou sistemas são necessários nos dias atuais, buscando principalmente na comunicação a solução para problemas. Sistemas de manufatura integrados por computador contribuem para diminuir tempos de produção e melhorar níveis de qualidade.
3ª	• Supervisão da Força de Trabalho	• Motivação e participação são essenciais para melhorias de produtividade e qualidade, buscando uma supervisão da força de trabalho que promova o desenvolvimento pessoal.
4ª	• Política de Compras	• Deve-se reduzir custos de vendas do produto buscando-se competitividade principalmente através de abordagens de equipe, fontes mundiais de fornecimento, análise de mercados, melhorias na agregação de valor em processos e custeio do ciclo de vida de produtos.
5ª	• Gestão de Materiais	• Abordagem integrada de gestão de materiais, buscando oportunidades focadas na redução de capital empregado e aumento dos lucros.
6ª	• Planejamento da Produção	• Taxas de produção estáveis no horizonte de planejamento auxiliam na alocação de recursos entre as prioridades competitivas da empresa, devendo estar interfaceada com gestão de materiais, programação e programação mestre da produção.
7ª	• Programação Mestre da Produção	• Deve ser encarada como fonte de melhoria em processos e produtividade, sendo que poucos problemas oriundos da falta de material ocasionam melhores níveis de atendimento ao cliente.
8ª	• Controle de Inventário	• Técnicas organizacionais e administrativas (JIT, FMS, melhorias de processos, fluxo produtivo sincronizado, etc.) diminuem a necessidade de altos inventários melhorando fluxo de caixa e atendimento aos clientes; e diminuindo custos.
9ª	• Manutenção	• Equipamentos atualizados e previsíveis são necessários para reduzir tempos de produção e melhorar níveis de flexibilidade e qualidade.
10ª	• Programação	• Ajuste de tempo e seqüenciamento da produção em lotes devem ser flexíveis e receptivos às necessidades dos clientes, devendo-se me alguns tipos de indústrias atentar-se para perdas e problemas ambientais.
11ª	• Gestão de Distribuição	• Pode ser um fator crítico para algumas empresas específicas devendo-se planejar, implementar e controlar sistemas de custeio que possam avaliar informações relativas ao fluxo e armazenamento de bens acabados.

Este estudo teve sua pesquisa baseada na metodologia Delphi (TUROFF & HILTZ, 1995), reunindo 86 vice-presidentes de empresas americanas com faturamento superior a 50 milhões de dólares anuais, que se dispuseram a participar deste estudo o qual teve a duração aproximada de um ano, tendo como finalidade ressaltar entre o público pesquisado os maiores pontos a favor e

contra as questões levantadas. Ressaltam-se nesta pesquisa a distinção entre aspectos estratégicos e aspectos táticos, visando eliminar dúvidas no entendimento dos aspectos citados e possibilitar bases comparativas mais adequadas e a ênfase na visão normativa, ou seja, os entrevistados opinaram como deveria ser conduzida a manufatura a médio e longo prazo, mesmo que no curto prazo a conduta adotada fosse outra.

Essa nova conjuntura, segundo HAMEL (1996), tem conduzido ao que o autor denomina de "nova revolução na indústria", abrindo muitas e inexploradas oportunidades competitivas que estariam inicialmente direcionadas por três focos principais: reconcepção de produtos e/ou serviços, redefinição de mercado e redesenho das fronteiras industriais. Deve-se ressaltar que o termo a que se referem os autores no tocante a "nova revolução de indústria" deve ser contextualizada dentro do escopo destes autores como as indústrias atualmente estabelecidas e estruturadas, não sendo caracterizado as indústrias emergentes relativas, por exemplo, à sistemas de informações tal como o comércio eletrônico via internet. A Tabela 2.4 sintetiza os focos, ações e objetivos a serem atingidos no que o autor denomina de "nove caminhos para a revolução da indústria".

Outra abordagem crescente nos anos 90, segundo alguns autores (MAHONEY & PANDIAN,1992; PETERAF, 1993; COLLIS & MONTGOMERY, 1995;), baseia-se na análise de como uma empresa direciona seus recursos para criar uma vantagem competitiva sustentável em ambientes competitivos dinâmicos. Conhecida como "Visão da Empresa Baseada em Recursos" *(RBV - Resource Based View of the Firm),* procura aliar a análise do fenômeno dentro da empresa (visão interna) com a análise da indústria e seu ambiente competitivo (visão externa). A análise RBV visualiza a empresa como possuidora de diferentes conjuntos de recursos e capacidades que geram valor, de forma que não existe duas empresas iguais em sua essência dado que as mesmas não tiveram as mesmas experiências, não adquiriram as mesmas capacidades e dessa forma, não construíram uma mesma cultura organizacional interna. Este conjunto de recursos e capacidades determinam quão efetivamente e eficazmente uma empresa desempenha suas atividades funcionais, de maneira que uma empresa estará melhor posicionada para o sucesso se possuir os melhores e mais apropriados conjuntos (recursos e capacidades) para a estratégia de seu negócio. Estes recursos e capacidades que geram valor para a empresa podem

ser classificados em tres grupos principais: recursos de valor físico (Ex. matéria prima e equipamentos); recursos de valor intangível (Ex. marcas, patentes, conhecimentos) e capacidade organizacional (rotinas organizacionais e cultura da empresa).

Tabela 2.4: Esquematização dos caminhos para a Revolução da Indústria (HAMEL,1996)

FOCO	AÇÃO	OBJETIVO
Reconcepção	• Aumentar radicalmente a equação do valor	• Alterar drasticamente (500% ou 1000%) a taxa de relação preço/desempenho de forma a forçar a reconcepção do produto e/ou serviço.
Produto e/ou Serviço	• Separar função e forma	• Separar os benefícios núcleos (função) do produto e/ou serviço dos meios pelos quais estes benefícios são incorporados ao produto e/ou serviço (forma).
	• Alcançar o prazer de uso	• Criar produtos e/ou serviços que sejam caprichosos, tácteis, informativos e divertidos, proporcionando prazer ao utilizá-lo.
	• Empurrar com destino a universalidade	• Focalizar não apenas nos mercados já atendidos, mas no mercado total imaginário.
Redefinição De Mercado	• Lutar pela individualidade	• Direcionar para o atendimento das necessidades individuais de cada cliente, fazendo com que sinta um tratamento individualizado de seus anseios.
	• Aumentar a acessibilidade	• Romper barreiras temporais e geográficas dos mercados, facilitando a acessibilidade do cliente.
Redesenho Das Fronteiras Industriais	• Mudanças de esca la das indústrias	• Estar preparado para assumir novas escalas produtivas passando a acessar mercados nacionais e globais.
	• Reduzir a cadeia de fornecimento	• Promover a desintermediação dentro da cadeia de fornecimento
	• Direcionar a convergência	• Procurar modificar a estrutura de adição de valor dentro da indústria, podendo até transcender as fronteiras da mesma.

Mas uma questão que pode suscitar dúvidas é o que faria um recurso ou capacidade possuir um maior ou menor valor para a empresa? Segundo COLLIS & MONTGOMERY (1995), a dinâmica interrelação entre três forças de mercado (apropiabilidade, demanda e escassez) é que determinariam o que se denominaria de "zona de criação de valor" que seria tanto maior quanto mais valorizados fossem os recursos e/ou capacidades avaliados. Além disto, tais recursos e capacidades que tivessem determinado valor para uma específica indústria A em determinada época, poderia não ter nenhum significado para a indústria B, ou em outro contexto cronológico poderia até deixar de ter valor para a própria indústria A.

A Figura 2.2 esboça a interrelação entre estas três forças de mercado, atentando-se ao fato que a citada referência não faz uma distinção adequada do conceito de valor, o qual por sua vez poderia estar relacionado ao valor verificado pelos acionistas (curto e longo prazo) e os consumidores.

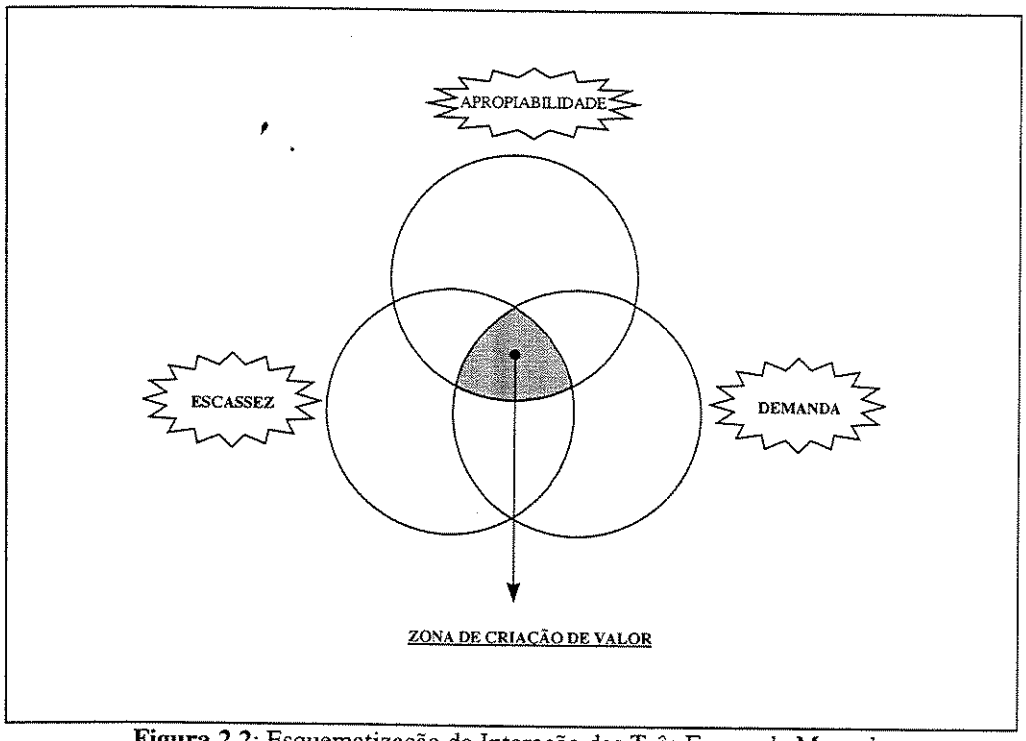


Figura 2.2: Esquematização da Interação das Três Forças de Mercado (COLLIS & MONTGOMERY,1995)

Uma breve descrição do papel destas três forças de mercado é dada a seguir:

- Apropiabilidade: estaria relacionada com a capacidade de retenção de lucros gerados pelos recursos e/ou capacidades da empresa, uma vez que o valor gerado é sempre objeto de barganha entre clientes, fornecedores, distribuidores e funcionários.
- Demanda: estaria relacionada com a superioridade competitiva no sentido de avaliar qual recurso e/ou capacidade é realmente melhor, sendo que tal avaliação deve ser externa, ou seja, com relação aos competidores, no que a empresa poderia suplantá-los em termos de criação de competências características e específicas da empresa.
- Escassez: estaria relacionada com avaliações do recurso e/ou capacidade com respeito a aspectos de imitação, substituição e durabilidade. A característica de um recurso e/ou capacidade ser inimitável é fundamental para a criação de valor pois limita a competição,

garantindo que o fluxo de recursos gerados possa ser sustentável no decorrer do tempo. A substituição relaciona-se com o impacto que produtos substitutos poderiam exercer, no sentido de alterar bases tecnológicas, organizacionais e econômicas da empresa, fazendo com que em um novo contexto se desfizesse o valor que o antigo recurso e/ou capacidade podia até então apresentar. A característica de durabilidade estaria relacionada com o tempo de depreciação de um recurso, à medida que quanto maior fosse este tempo, maior seria o valor deste recurso, aumentando consequentemente as possibilidades de sustentação de uma vantagem competitiva.

Assim, na abordagem do RBV, qualquer que fosse a vantagem competitiva estaria atribuída a detenção de recursos e capacidades de tal valor que tornassem possível à empresa desempenhar atividades de forma mais eficaz e a um menor custo que seus competidores, procurando meios de desenvolver conjuntos de recursos e/ou capacidades que fossem competitivamente distintos, e que pudessem ser adequadamente desdobrados em uma estratégia construída de maneira a contemplar as forças de mercado citadas (COLLIS & MONTGOMERY,1995).

Dentro desta abordagem, não seria difícil enumerar uma série de recursos tangíveis, ou seja, que possibilitam uma compreensão comum com relação à sua quantificação. No entanto, uma série de outros fatores denominados intangíveis, constituem-se em importantes e relevantes fatores estratégicos das empresas. Dessa forma, qual seria a conceituação e em que formas principais se constituiriam os recursos intangíveis de uma empresa? Estas dentre outra questões são abordadas no item seguinte deste trabalho

2.2.3 **A questão da análise estratégica de recursos intangíveis**

A vantagem competitiva sustentável que uma empresa pode alcançar deriva basicamente de possuir recursos que possibilitem auferir diferenciais relevantes de capacidade, relativos aos atributos correspondentes aos critérios de compra para a maioria dos potenciais clientes em um mercado alvo (HALL, 1992).

Como já citado anteriormente neste capítulo, PORTER (1992) afirma que a vantagem

competitiva de uma empresa basicamente origina-se à medida que esta empresa é capaz de criar valor para os seus clientes, sendo que para tal empresa ser considerada rentável, o comprador deve perceber valor total no produto superior ao custo de aquisição e o preço do produto deve ser superior ao seu custo. Dessa forma, nos dias atuais o valor estaria relacionado com o que o comprador estaria disposto a pagar por aquilo que iria receber.

O valor total percebido pelo comprador, bem como o custo e o preço de um produto, não dependem unicamente de fatores isolados na relação cliente – fornecedor, compreendendo uma série de outros fatores coletivos envolvidos, tais como: comportamento dos concorrentes, preço de insumos, impactos de produtos e/ou tecnologias substitutas, etc.

Apesar de interessante e estimulante, a discussão da questão conceitual do valor não esta dentro do escopo a que se propõem este trabalho, devendo contudo ser ressaltado que a natureza da criação de valor pode estar ligada tanto a recursos tangíveis quanto a recursos intangíveis. COYNE (1986), explorando esta questão dos recursos intangíveis propôs um modelo de análise onde define fatores que constituiriam diferenciais de capacidade para as empresas obterem vantagens competitivas sustentáveis. Tais fatores poderiam ser classificados conforme segue:

a) Diferencial Funcional de Capacidade: resultantes do conhecimento, habilidades e experiência dos funcionários da empresa e outros envolvidos na cadeia produtiva desta empresa (fornecedores, distribuidores, agentes publicitários, etc.).

b) Diferencial Cultural de Capacidade: aplica-se à organização como um todo, incorporando hábitos, atitudes, crenças e valores o qual permeiam os indivíduos e grupos que compõem a organização.

c) Diferencial Posicional de Capacidade: é conseqüência das ações passadas da organização que possam ter produzido não somente uma vantagem competitiva, mas também um melhor posicionamento competitivo com relação aos competidores, podendo estar relacionados a reputação com os clientes, vantagens de localização, vantagens na utilização de instalações, etc.

d) Diferencial Legal de Capacidade: resulta da posse de instrumentos legais (direitos de propriedade intelectual, contratos, sigilos industriais, etc.) que

possibilitem aos seus detentores um melhor posicionamento defensivo dada a capacidade de se recorrer a aspectos legais e jurídicos para exercer a posse destes instrumentos legais.

Assim, os diferenciais Funcionais e Culturais de capacidade estariam baseados na competência e habilidade dos indivíduos, relacionando-se assim ao "Fazer". Já os diferenciais Posicionais e Legais de capacidade estariam relacionados com recursos inerentes ao negócio, sendo independentes da natureza dos indivíduos, relacionando-se assim com o "Ter". A Figura 2.3 exemplifica a interação da natureza e características dos recursos intangíveis, estabelecendo o relacionamento com diferencial de capacidade e vantagem competitiva sustentável.

Outra abordagem importante nesta mesma linha de pesquisa foi a desenvolvida por PRAHALAD & HAMEL (1990), que argumentaram que a competitividade de uma empresa deveria ser analisada com relação a aspectos de curto e longo prazo, onde:

- competitividade a curto prazo deriva da relação preço/desempenho dos produtos da empresa
- competitividade a longo prazo deriva da habilidade de construir competências essenciais (*core competencies*) os quais gerariam produtos não previstos

Dessa forma, as fontes de possíveis vantagens competitivas estariam baseadas na habilidade de gerenciar várias tecnologias e níveis de produção da organização, consolidando suas competências, as quais delineariam a competência essencial (*core competence)* da organização. Os autores definem ainda fatores indicativos das competências essenciais da organização que deveriam proporcionar:

- potencial acesso a uma gama variada e extensa de mercados
- contribuição significativa em termos de benefícios percebidos pelo consumidor do produto final
- dificuldades de imitação pelos competidores

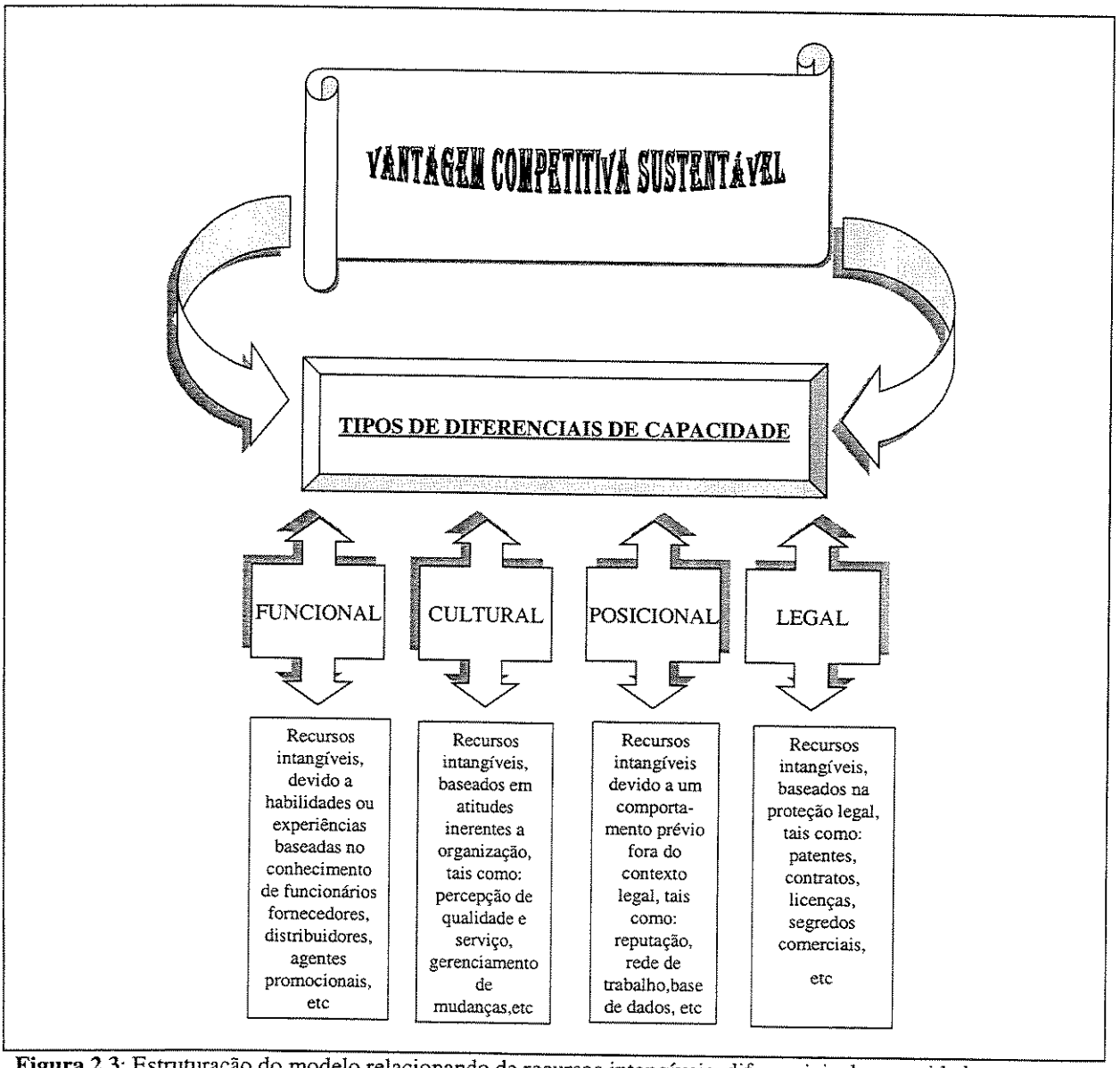


Figura 2.3: Estruturação do modelo relacionando de recursos intangíveis, diferenciais de capacidade e vantagem competitiva sustentável (Adaptado de COYNE, 1986)

Os mesmos autores voltaram a explorar este assunto de maneira mais detalhada e com maior profundidade no livro *Competindo pelo Futuro* (HAMEL & PRAHALAD, 1995), onde explanaram as necessidades das organizações pensarem e agirem diferentemente quando da interpretação dos significados de : organização, estratégia e competitividade. Neste livro os autores enfatizam que as empresa não competem apenas dentro dos setores econômicos existentes, mas competem também pela criação e domínio de oportunidades emergentes estruturando novos setores econômicos. Baseados nesta tônica, indicam como a empresa deve competir para moldar seu futuro, incorporando a perspectiva das competências essenciais.

A abordagem dada por FLIEDNER & VOKURKA (1997) procura destacar a agilidade das empresas como uma fonte significativa de vantagem competitiva para atuação em mercados internacionalizados, dinâmicos e orientados para o cliente. Neste texto, os autores qualificam a agilidade como: *"... habilidade de comercializar a baixo custo, produtos de alta qualidade, com menores tempos de fabricação e volumes variados, possibilitando o aumento de valor ao cliente através do atendimento de suas necessidades"*. Propõem ainda que a agilidade seja um fator catalisador e aglutinador das dimensões competitivas indicadas por HAYES & WHEELWRIGHT (1979), as quais seriam: custo, qualidade, confiabilidade e flexibilidade.

Outro estudo de interesse foi conduzido por COLLINS & PORRAS (1995), quando buscaram determinar quais fatores faziam com que algumas empresas fossem bem sucedidas e outras não. Os autores criaram o termo "empresas visionárias" para definir aquelas empresas que tinham a capacidade de se tornarem líderes em seus setores, impactando a estrutura à sua volta, prosperando durante anos ao longo de ciclos de vida de vários produtos e sob várias gestões distintas. A pesquisa conduzida por COLLINS & PORRAS (1995) selecionou após uma extensa análise, um grupo de 36 empresas de diferentes segmentos econômicos onde a metade destas empresas foram classificadas como empresas visionárias, sendo a outra metade classificada como "empresas de comparação", as quais seriam as empresas que mais se destacariam como competidoras das empresas visionárias em seus respectivos segmentos econômicos.

Tendo este ponto como ponto importante da pesquisa, ou seja, a comparação *vis a vis* entre empresas, os autores propuseram princípios que constituiriam " os pilares da ideologia de empresas visionárias", tendo sido dado ênfase também a recursos intangíveis (fatores sociais e organizacionais, liderança, valores centrais da organização, metas visionárias, etc.) como fundamentais para a estruturação das empresas visionárias.

Contudo, a importância dos recursos intangíveis como fator de análise estratégica já tinha sido objeto de pesquisa de HALL (1992), classificando-os como importantes fontes de vantagens competitivas para as empresas. Nesta pesquisa, cujos principais resultados estão sumarizados na Tabela 2.5, o autor enviou questionários para 847 executivos de empresas do Reino Unido, pertencentes aos setores de manufatura (bens de consumo final e bens de consumo industrial),

comércio (varejista e atacadista), transportes e serviços. As empresas foram selecionadas aleatoriamente tendo como único fator restritivo terem no mínimo 100 empregados, onde os principais objetivos almejados foram:

- verificar a percepção dos empresários sobre a importância dos recursos intangíveis para o sucesso do negócio, classificando-os comparativamente entre si com relação ao grau de importância.
- analisar com relação a reputação (produto/organização), conhecimento (funcionários, fornecedores e distribuidores) e rede de trabalho, qual seria o período que a empresa necessitaria para reconstruir a imagem atual que desfrutava, caso necessitasse começar do nada.
- área de maior importância para que os funcionários possuíssem conhecimentos

Outro ponto relevante que tem se tornado um importante fator competitivo para as organizações em vários segmentos industriais, diz respeito à questões relativas à gestão de recursos naturais que a empresa e/ou organização utiliza ou se relaciona. Neste sentido, a sociedade tem se mobilizado visando criar restrições à atuação de organizações que transgridam e causem riscos ao meio ambiente no qual coexistam a empresa e esta mesma sociedade, sendo este o assunto a ser discutido no item que segue.

Tabela 2.5: Sumário de aspectos de análise sobre recursos intangíveis (Adaptado de HALL,1992)

Recursos Intangíveis considerados como de maior importância para o sucesso do negócio !			
Classificação por ordem de prioridade relativa recurso intangível citado			
1°	Reputação da empresa	8°	Conhecimento de fornecedores
2°	Reputação do produto	9°	Conhecimento de distribuidores
3°	Conhecimento de funcionários	10°	Conhecimento público
4°	Cultura	11°	Contratos
5°	Redes de trabalho	12°	Direitos de propriedades intelectuais
6°	Recursos físicos especializados	13°	Sigilos comerciais
7°	Bases de dados		

Qual o período para recriar a atual imagem da empresa, partindo-se do zero ?	
Recurso Intangível Citado	Período em anos (valores médios)
• Reputação da empresa	10,8
• Reputação do produto	6,0
• Conhecimento de funcionários	4,6
• Redes de trabalho	3,4
• Conhecimento de fornecedores	3,1
• Bases de dados	2,1
• Conhecimento de distribuidores	1,6

Áreas de maior importância para os funcionários possuírem conhecimentos!	
Área	Percentual de Respostas (valor médio)
• Operacional	43 %
• Vendas & Propaganda	29 %
• Tecnologia	17 %
• Finanças	6 %
• Outras	5 %

2.2.4 A questão ambiental como fator de vantagem competitiva

Certamente uma questão que tem ganhado destaque na agenda econômica da década de 90 é, sem dúvida, a discussão sobre aspectos e problemas ambientais, relativos principalmente a gestão de recursos naturais, conservação energética, poluição atmosférica, disposição de resíduos sólidos e técnicas de reciclagem.

O que se vivencia nos dias atuais, devido a uma série de aspectos entre os quais enquadram-se as pressões da sociedade civil e as regulamentações governamentais, é o aumento de normas e legislações que restringem acentuadamente agressões e riscos causados ao meio ambiente. Complementarmente a estes aspectos restritivos, JARDIM (1993) citando pesquisa americana conduzida em 1990, ressalta que a política de proteção ambiental adotada pelas empresas americanas afetava 77 % dos consumidores na escolha de um bem de consumo. Além disso, cerca de 91% das empresas que foram pesquisadas mostravam-se preocupadas com a performance ambiental de seus fornecedores ou parceiros em potencial.

Ao mesmo tempo, a edição das normas da série ISO 14000 proveram um aspecto sistêmico da gestão ambiental, promovendo um harmonização nesta área e tornando-a aplicável à organizações de diferentes portes em negócios diversos de atuação (Boletim ABNT, 1996-b). Com relação a tendência de certificação pelas normas da série ISO 14000, pesquisa conduzida pela consultoria Price Waterhouse no segundo semestre de 1995 junto às 500 maiores empresas do pais, constatou entre as empresas pesquisadas que (Boletim ABNT, 1996-a):

- 43,1% pretendiam certificar-se pela ISO 14000
- 69,1% afirmaram que uma adequada gestão ambiental pode representar uma vantagem competitiva em seu segmento de atuação
- 43,4% não possuíam um modo sistematizado de mapeamento/monitoramento de riscos ambientais e nem preparavam informações gerenciais sobre o desempenho ambiental.

Além disso, a pesquisa também constatou que dentre os fatores ambientais considerados como mais importantes para obtenção de vantagens competitivas destacam-se prioritariamente:

- utilização de processos industriais não agressivos ou prejudiciais ao meio ambiente

- minimização de efluentes líquidos, resíduos sólidos e emissões atmosféricas
- fabricação de produtos considerados "verdes ou limpos ambientalmente"

Essa situação indica uma tendência de significativas mudanças no modo com que as empresas encaravam as questões ambientais, passando de uma visão fundamentalmente ética e de princípios para um enfoque que explora além disto os aspectos relativos às vantagens competitivas que podem ser conquistadas. Sem querer neste texto aprofundar-se nas questões relativas ao conceito de ética, sugere-se para uma leitura mais detalhada o artigo *Os Desafios Éticos nas Organizações Modernas* (ENRIQUEZ, 1997), onde o autor aborda os conceitos principais de ética, a racionalidade instrumental e o desafios éticos que se colocam para as organizações nos dias atuais.

SLACK et al. (1997), quando cita as implicações éticas que devem permear as estratégias, aborda a questão ambiental como um princípio ético constante na declaração de missão de algumas empresas, exemplificando o caso de uma empresa regional inglesa fornecedora de eletricidade (*East Midlands Electricity*), a qual declara como uma de suas táticas da estratégia corporativa: "... demonstração de nossa preocupação pela comunidade e pelo meio ambiente", sendo esta preocupação também constante no conjunto de valores da empresa.

Contudo, SLACK et al. (1997) referindo-se ao exemplo da 3M, cita que a empresa possuía uma política ambiental oficial corporativa anterior ao ano de 1974, onde era afirmado: "... a consciência de suas responsabilidades éticas para a comunidade ...". Esta empresa estando já a um longo tempo envolvida com as questões ambientais pode perceber outras dimensões que lhe permitiriam auferir vantagens competitivas significativas aos seus mercados de atuação, as quais seriam decorrentes de um melhor gerenciamento destas questões ambientais (SHRIVASTAVA, 1995).

Este gerenciamento das questões ambientais deveria estar baseado em um desenvolvimento sustentável voltado também para a sustentabilidade ecológica, devendo envolver: controles sobre o crescimento populacional; alimentação adequada a nível mundial; preservação de recursos e ecossistemas; reorientação nas práticas industriais e utilização energética (SHRIVASTAVA,

1995). Um dos meios para atingir-se o desenvolvimento sustentável estaria na utilização das denominadas "tecnologias ambientais" que envolveriam técnicas e orientações gerenciais relativas a equipamentos de produção; procedimentos; métodos; projeto de produtos e mecanismos de fornecimento de produtos, que pudessem conservar energia e recursos naturais, minimizando os impactos ambientais das atividades humanas, maximizando a proteção do ambiente natural (SHRIVASTAVA, 1995). As classes das tecnologias ambientais propostas, suas caracterizações e aplicações estão sumarizadas na Tabela 2.6.

Tabela 2.6: Sumário das classes de tecnologias ambientais (Adaptado de SHRIVASTAVA, 1995)

Classe de Tecnologia Ambiental	Descrição	Algumas Aplicações
PROJETO PARA DESMONTAGEM	• Abordagem que procura projetar produtos maximizando a sua vida útil e facilitando sua desmontagem e reciclagem, combinando o uso de materiais novos e reciclados.	- computadores - produtos eletro-eletrônicos - móveis - produtos domésticos - componentes automobilísticos
MANUFATURA PARA O AMBIENTE	• Otimizar o desempenho ecológico dos processos de manufatura, criando a "fábrica ecológica", pelo redimensionamento de sistemas de produção visando utilizar "tecnologias limpas".	- Vários tipos de industrias, sendo que o maior desafio reside na viabilidade (econômica e operacional) de conversão de instalações já existentes.
GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL AMBIENTAL	• Combina e estende as propostas de projeto e manufatura do produto orientada para o ambiente, aplicando os princípios do TQM para problemas ambientais.	- Deve ser aplicado ao longo da cadeia produtiva da empresa, envolvendo fornecedores e clientes, bem como o processo de transformação dentro da empresa
ECOSSISTEMAS INDUSTRIAIS	• Rede de organizações unidas uma a outra através de uma "lógica ecológica", utilizando rejeitos e produtos entre si cooperadamente.	- Ecosistemas industriais onde as plantas usam umas das outras rejeitos e produtos como matéria prima
AVALIAÇÃO TECNOLÓGICA	• Ferramenta analítica utilizada para compreender o impacto do uso de novas tecnologias em indústrias, regiões, países e sociedades.	- Possibilita avaliação de riscos ambientais e de saúde, potencial de efluentes, custos do ciclo de vida do produto e outros.

Assim, no desenvolvimento dos tópicos abordados nestes itens do trabalho, procurou-se conceituar a questão de estratégias e vantagens competitivas das empresas, dentro do contexto atual onde novos paradigmas são colocados e fatores ligados ao domínio de recursos intangíveis são determinantes para as organizações.

Contudo, um fator que tem sido constantemente elencado como um potencial fator de vantagem competitiva para as empresas é o que diz respeito ao conceito da qualidade, abrangido nas suas mais distintas abordagens. Dessa forma, poderia realmente a qualidade agir como uma fonte de vantagem competitiva para as empresas? Para isto, como o conceito da qualidade deveria ser abordado nas empresas? Seria relevante somente a qualidade do produto, ou aspectos relativos aos serviços e estrutura organizacional seriam também importantes? Procurando responder estas dentre outras questões, o próximo item deste trabalho abordara os aspectos considerados de maior relevância dentro desta área de conhecimento, considerando o escopo proposto neste trabalho de uma proposta de um modelo de gestão sistêmica da qualidade.

2.3 A Questão da Qualidade

Se fosse possível definir com uma palavra um tema que pudesse representar um conceito predominante nas duas últimas décadas, para a escolha final com certeza estaria figurando a palavra " qualidade". Duvidar ou subestimar a importância que o (s) conceito (s) da qualidade exerce no mundo atual é desprezar aspectos potenciais de competitividade para a organização.

Desnecessário ressaltar as vultuosas quantias financeiras que são movimentadas em sistemas produtivos e de serviços em nome da "qualidade". Isto sem falar do tempo, trabalho e dedicação dispêndidos em prol da elaboração, estruturação e implantação de sistemas de qualidade.

Além dos aspectos estritamente econômicos e produtivos envolvidos nesta questão, quem ousaria negar que a qualidade também incorporou-se a aspectos sociais e psicológicos, quando por exemplo questiona-se a " qualidade de vida" a que muitos são submetidos ou a motivação e envolvimento com seu trabalho ? Dentro de um contexto impulsionador e estimulador de profundas transformações, em nome da qualidade tem-se alterado padrões, expectativas, exigências, comportamentos, fatores econômicos e sociais, criando-se e consolidando-se novos paradigmas.

Contudo, apesar do inequívoco consenso sobre o importante papel desempenhado pela qualidade nos dias atuais, o paradoxal é a inexistência de definições consensuais sobre o significado da qualidade! SLACK et al. (1997) cita que "... parece haver aproximadamente tantas definições da qualidade, quanto há pessoas escrevendo sobre ela".

Neste sentido torna-se importante contextualizar o escopo de abrangência deste item neste trabalho, o qual procurara discutir o contexto da qualidade como um fator que pode incorporar vantagens competitivas para as organizações, dentro da proposta do estabelecimento de um modelo de gestão sistêmica da qualidade. Para isto, nos itens seguintes a qualidade é conceituada segundo as principais definições e abordagens que se colocam nas referências desta área de conhecimento.

Dentro desta conceituação, é estabelecida uma linha evolutiva da abordagem da qualidade, a qual passa do enfoque de controle dentro da sua visão mais tradicional, para um enfoque de gestão dentro da visão da gerência da qualidade total. São discutidos também aspectos referentes ao enfoque do gerenciamento da qualidade total como fonte de vantagens competitivas; os sistemas normativos de procedimentos da qualidade; a relação entre o gerenciamento da qualidade total e o porte da empresa, finalizando com a discussão da qualidade em mercados globais.

2.3.1 **Qualidade: algumas definições, conceitos e abordagens.**

A qualidade esta constantemente sendo elencada como uma das maiores prioridades competitivas que devem ter as organizações, a fim de serem bem sucedidas nos atuais mercados em que se colocam. Dado este contexto, muita discussão tem sido despendida para conceituar e contextualizar a qualidade, sendo que muitas destas abordagens passam por definições filosóficas, econômicas, mercadológicas, operacionais, etc. Segundo Galgano, citado por BRANDOLESE (1994), uma das mais completas definições da qualidade, que denotam seu grau de abrangência, com relação à empresa pode ser dada por:

" A palavra qualidade virtualmente inclui tudo: competitividade, tempo de entrega, custos, excelência, política corporativa, produtividade, lucros, qualidade do produto, volumes, resultados, serviços, segurança, conscientização ambiental, focalização nos acionistas ".

Estas várias definições e conceituações sobre qualidade foram classificadas por GARVIN (1988-a) em cinco abordagens principais:

- Abordagem Transcendental: a qualidade é vista como um sinônimo de excelência inata, que apesar de ser difícil a sua definição, é absoluta e universalmente reconhecida através de um padrão aceitável de alta qualidade
- Abordagem Baseada no Produto: a qualidade é vista como uma variável precisa e mensurável, sendo que as diferenças na qualidade refletem diferenças quantificáveis de atributos que o produto possui.
- Abordagem Baseada no Usuário: parte da premissa que um item de "alta qualidade" é aquele que o consumidor quer ou necessita, assegurando a adequação ao seu propósito, sendo as preferências do consumidor os determinantes da demanda.
- Abordagem Baseada na Manufatura: identifica a qualidade como a "conformidade para as necessidades", estando focalizada na engenharia e práticas da manufatura, fazendo produtos ou proporcionando serviços que correspondem às especificações definidas.
- Abordagem Baseada no Valor: define a qualidade em termos de custo e preço, ressaltando que a qualidade deve ser percebida em relação ao preço do produto e/ou serviço oferecido, comparativamente ao desempenho ou conformidade apresentados.

GARVIN (1988-b) também examinou a qualidade em função de oito dimensões ou categorias críticas, onde a combinação destas dimensões poderiam implicar em ações de sinergia ou de *trade-offs*. Esta oito dimensões da qualidade seriam:

1. Desempenho: refere-se às características operacionais primárias de um produto, onde atributos mensuráveis estão envolvidos, sendo que a conexão entre o desempenho destes atributos e a qualidade devem ser analisados com relação às circunstâncias e preferências individuais, onde as diferenças de desempenho seriam percebidas (ou não...) como diferenças de qualidade.
2. Característica: refere-se a atributos secundários que suplementam as características

operacionais primárias do produto, sendo que muitas vezes é difícil separar o limite de análise entre as características operacionais primárias e secundárias, dependendo do grau de importância que a característica específica traz ao usuário.

3. Confiabilidade: reflete a possibilidade de um mal funcionamento ou falha dentro de um período de tempo especificado, sendo mais relevante para bens duráveis do que produtos ou serviços de consumo imediatos, dado o período de tempo que deve ser transcorrido para a verificação de um mal funcionamento e/ou falha.
4. Conformidade: indica o grau para o qual o projeto ou características operacionais do produto ajustam-se a padrões pré-estabelecidos, podendo ser avaliada dentro da abordagem de conformidade com o especificado (análise convencional) ou conformidade com o grau de variabilidade (análise de *Taguchi*).
5. Durabilidade: reflete a medida da vida do produto, ou seja, a quantidade de uso que é oferecida ao consumidor antes que o produto se deteriore, sendo que tal deterioração deve ser avaliada tecnologicamente (deterioração sem possibilidade de reparos) e economicamente (deterioração com possibilidade de reparos).
6. Assistência Técnica: indica a rapidez, cortesia, competência e facilidade de se efetuar reparos, sendo que ao passo que alguns atributos podem ser mensurados objetivamente, outros refletem diferentes padrões individuais do que viria a se constituir em um serviço aceitável.
7. Estética: reflete o aspecto indicativo de como um produto interfere com os cinco sentidos humano, dependendo subjetivamente de julgamento pessoal e reflexão sobre preferências individuais.
8. Qualidade Percebida: reflete a reputação, imagem, marca, ou outras inferências com respeito aos atributos de um produto, envolvendo aspectos tangíveis ou intangíveis.

Dada a interligação entre as abordagens e dimensões da qualidade propostas, GARVIN (1988-b) reconhece a importância e complexidade de se formular estratégias competitivas baseadas na qualidade, ressaltando a necessidade de que haja um gerenciamento da qualidade. SLACK et al. (1997) propõem baseado nas considerações de Garvin, duas vertentes da qualidade que seriam baseadas nas visões da operação e do consumidor, sintetizando a seguinte definição da qualidade:

" Qualidade é a consistente conformidade com as expectativas dos consumidores "

Nesta abordagem, a visão de qualidade sob o ponto de vista operacional estaria preocupada em tentar atingir as expectativas dos consumidores, ao passo que a visão de qualidade sob o ponto de vista do consumidor seria relativa ao que ele percebe ser do produto e/ou do serviço. O desafio residiria na criação de uma visão unificada, onde a qualidade estaria adequada às expectativas e as percepções dos consumidores, de maneira que neste caso a qualidade seria percebida como aceitável. Quando não ocorresse criaria-se o que se denomina de "lacuna percepção-expectativa", podendo ocorrer duas situações:

- expectativas dos consumidores maiores que as percepções resultaria em pobre qualidade percebida.
- expectativas dos consumidores menores que as percepções resultaria em boa qualidade percebida.

Dessa maneira, a qualidade deve e tem de ser vista como um conceito em evolução onde mudanças ocorreram ao longo dos anos, passando de direcionada pelo controle para ser direcionada pela cultura, pautada em uma sociedade industrial orientada pela comunicação e informação, tendo na microeletrônica uma das bases de um novo paradigma técnico e econômico (TIGRE, 1997).

LAKHE & MOHANTY (1994) descrevem 04 estágios evolutivos da qualidade, iniciando-se com o que se denomina de inspeção até atingir o estágio atual de TQM. A Tabela 2.7 descreve as principais características de cada uma destas fases. Outro estudo interessante conduzido pelos mesmos autores foi a comparação do que se denomina de abordagem tradicional de gerenciamento da qualidade e o TQM, analisando dimensões, atributos e características inerentes a cada uma destas abordagens, sendo que a Tabela 2.8 ilustra aspectos do estudo conduzido.

Tabela 2.7: Estágios Evolutivos da Qualidade (Adaptado de LAKHE & MOHANTY, 1994)

Critérios	**Inspeção**		**Controle Estatístico da Qualidade (CEQ)**		**Qualidade Assegurada (QA)**		**Gerenciamento da Qualidade Total (TQM)**
Objetivo	Medição das especificações	⇨	Controle de Processo	⇨	Distribuição da responsabilidade	⇨	Melhoria contínua da qualidade a cada nível, a cada local e a cada estágio
Foco	Qualidade uniforme do produto	⇨	Redução do trabalho de inspeção	⇨	Avaliação de todos os estágios	⇨	Satisfação do cliente (interno e externo)
Ferramentas	Padrões e técnicas de medição	⇨	Técnicas e ferramentas de controle estatístico da qualidade	⇨	Documentação de planejamento da qualidade e de sistemas da qualidade	⇨	Comprometimento, motivação, participação, educação e treinamento em desenvolvimento organizacional
Responsabilidade pela qualidade	Departamento de Inspeção	⇨	Departamento de Produção	⇨	Todos departamentos	⇨	Liderança da alta gerência com participação de cada um na organização
Abordagem	Inspeção e avaliação aleatória	⇨	Problemas e controle da qualidade	⇨	Garantir a construção da qualidade por planejamento e controle do programa da qualidade	⇨	Gerenciamento estratégico, envolvimento de equipes e ação de pesquisa

Tabela 2.8: Comparação Gerenciamento Tradicional da Qualidade versus Gerenciamento da Qualidade Total (Adaptado de LAKHE & MOHANTY, 1994)

Dimensão Atributo Característica	**Abordagem Tradicional de Gerenciamento da Qualidade**	**Abordagem de Gerenciamento da Qualidade Total (TQM)**
Compreensão e Atitude Gerencial	• É considerada responsabilidade do departamento de qualidade para solucionar problemas de qualidade	• Considera o gerenciamento da qualidade como parte essencial do sistema da organização
Status da qualidade na organização	• É considerada "escondida" na manufatura não fazendo parte integral da organização,	• Qualidade é do começo ao fim a líder, estando os gerentes de qualidade no grupo de diretores
Lidar com Problemas	• Enfrenta-se à medida que os mesmos ocorrem	• Ênfase na prevenção, existindo uma abordagem estrutural para identificar e solucionar problemas
Melhoria da Qualidade	• Não é uma atividade da organização	• A melhoria da qualidade é contínua
Prioridade	• A primeira prioridade é obter lucros	• A qualidade é a primeira prioridade
Foco	• Necessidades do gerenciamento	• Satisfação do cliente
Organização	• Estrutura verticalizada e hierarquizada	• Rede de trabalho intra e inter funções
Extensão do Controle	• Pequena extensão do controle e muitos níveis de autoridade	• Grande extensão de controle com a autoridade descendo até os mais baixos níveis
Programação da Produção	• Longos ciclos de produção para baixos custos e alta eficiência	• Economia de tempo, produção *just in time,* rápida resposta ao cliente, menores tamanhos de lotes
Comunicação	• Conduzida por *slogan*	• Conduzida por ação
Responsabilidade pela Qualidade	• Delegada a poucos subordinados	• Da alta gerência, sendo dividida com todos
Percepção da Qualidade	• Qualidade é definida em termos de uma dimensão única, ou seja, conformidade com as especificações	• Qualidade é considerada multidimensional sendo suas dimensões orientadas pelo cliente
Funcionários	• Ênfase no padrão monolítico de trabalho, onde a participação funcional praticamente inexiste, sendo a força de trabalho pautada na divisão do trabalho	• Funcionários motivados e desempenhando significativo papel, independente do nível, na busca de melhores caminhos para o trabalho, sendo a força de trabalho multifuncional com rotatividade de funções
Relação Qualidade Produtividade	• Contribuição da qualidade para melhorar a produtividade não é reconhecida	• Considera alta correlação entre as duas forças
Meios de Melhoria	• Melhoria pautada na inspeção e avaliação	• Mudanças na cultura organizacional aumentam o grau de educação do funcionário
Maneiras da Firma obter Sucesso	• Crescimento de vendas, lucros e retorno do investimento	• Satisfação do cliente e produção de bens e/ou serviços de alta qualidade

Assim, como visto anteriormente, as diferentes abordagens, dimensões, visões que a qualidade pode assumir implicam na busca de procedimentos que possam sistematizar e gerenciar as questões relativas à qualidade. Dessa forma, como a qualidade deve ser gerida? Pode a qualidade realmente atuar como uma vantagem competitiva das organizações? Poderia-se avaliar o desempenho da qualidade? O desenvolvimento do próximo item procurara abordar e discutir estas e outras questões.

2.3.2 **O Gerenciamento da Qualidade Total**

Existem indícios de que os japoneses tenham aplicado desde a II Guerra Mundial o conceito de qualidade total para toda a organização, sendo que posteriormente esta atividade passou a ser denominada CWQC (*Company-wide Quality Control*). (LAKHE & MOHANTY, 1994).

Contudo o marco histórico data de meados da década de 50 quando Armand Feigenbaum, um então aluno de doutorado no MIT (Massachussets Institute of Technology), propôs os princípios do que veio a ser denominado de "controle de qualidade total", onde a argumentação primordial era de que produtos de alta qualidade eram improváveis de serem produzidos, caso a manufatura fosse forçada a trabalhar isoladamente (GARVIN, 1988-c). Feigenbaum argumentava ainda que: "... o campo de controle da qualidade total fornece estrutura e instrumentos para gerenciar a qualidade de modo que haja uma ênfase contínua por toda organização em liderança para a qualidade; em investimento genuíno e implementação de tecnologias modernas para a qualidade em vendas, engenharia e produção, em compromisso pessoal por parte de toda a equipe com qualidade e produtividade..." (FEINGENBAUM,1994).

O enfoque na qualidade total foi consolidando-se através de várias abordagens introduzidas pelos denominados "gurus" da qualidade, entre os quais destacam-se também: Deming, Juran, Ishikawa, Taguchi e Crosby. Desnecessário dizer da importância destes autores para a consolidação e difusão da qualidade, bem como as contribuições pioneiras e revolucionários que trouxeram neste campo. A Tabela 2.9 mostra de maneira elucidativa e sumarizada os pontos fortes e as limitações das abordagens propostas por estes autores.

Tabela 2.9: Enfoques e limitações de abordagens da qualidade (Adaptado de SLACK et al., 1997)

Autores	Abordagens Principais	Limitações das Abordagens
FEIGENBAUM (Armand Feigenbaum) - Introdutor da noção de gestão da qualidade total com o livro *Total Quality Control,* iniciou o conceito de que a Qualidade é responsabilidade de todos na organização.	• Fornece abordagem total ao controle da qualidade, enfatizando a importância da administração. • Inclui idéias do sistema sócio-técnico, promovendo a participação de funcionários	• Não discrimina os diferentes conceitos da qualidade • Não reúne as diferentes teorias da qualidade em um todo coerente
DEMING (W. Edward Deming) - Considerado no Japão o " pai do controle de qualidade", sendo creditado a ele o sucesso de empresas japonesas iniciado na década de 1950. Definiu os "14 Pontos para a Melhoria da Qualidade ", fundamentados na assertiva de que a qualidade aumenta com a diminuição da variabilidade do processo.	• Fornece lógica sistemática e funcional que identifica estágios da melhoria da qualidade • Enfatiza que a administração antecede a tecnologia • Liderança e motivação são reconhecidas como importantes • Enfatiza o papel dos métodos estatísticos e quantitativos	• Plano de ação e princípios metodológicos as vezes são vagos • A abordagem de liderança e motivação é vistas por alguns como idiossincrática • Ausência de tratamento de para situações políticas e coercitivas
JURAN (Joseph M. Juran) - Procurou mudar o enfoque na visão fabril tradicional de qualidade de "atendimento às especificações" para uma abordagem voltada ao usuário baseada na "adequação ao uso". Considerado também um educador-chave para a gestão da qualidade no Japão.	• Enfatiza a necessidade de ponderar a euforia exagerada dos *slogans* de qualidade • Destaca o papel do consumidor externo e interno • Destaca o envolvimento e o comprometimento da administração.	• Segundo algumas opiniões, desconsidera a contribuição do trabalhador ao rejeitar iniciativas participativas • Ênfase em sistemas de controle, preterindo dimensões humanas na organização • Limita aspectos relativos á liderança e motivação
ISHIKAWA (Kaoru Ishikawa) - Tido como criador do conceito de círculo de qualidade e diagramas de causa-e-efeito, criticando a ênfase excessiva do controle estatístico da qualidade no Japão, argumentando que as pessoas se deparavam com ferramentas complexas e difíceis.	• Ênfase na importância da participação das pessoas no processo de solução de problemas • Oferece um composto de técnicas estatísticas e de orientação para as pessoas • Introduziu o conceito dos círculos de controle da qualidade	• Críticas à simplicidade do método proposto de análise e solução de problemas • Falta melhor adequação à passagem das idéias para a ação nos círculos de controle da qualidade
TAGUCHI (Genichi Taguchi) - Enfatizou uma abordagem de melhoria da qualidade através da melhoria do *design* do produto, combinando-se com métodos estatísticos de controle da qualidade. Introduziu o conceito de QLF (quality loss function) abordando o conceito de perda imposta à sociedade.	• Trata a qualidade desde o estágio do *design* • Dimensão social da qualidade, além da organizacional • Métodos devem ser desenvolvidos para engenheiros práticos ao invés de estatísticos teóricos.	• Aplicação dificultada quanto a avaliar desempenho • Considerado limitante quando deseja-se motivar e administrar as pessoas • Excessiva "especialização" da qualidade, ao invés do maior envolvimento com o operacional
CROSBY (Philip B. Crosby) - É mais conhecido por seus trabalhos na área de custos da qualidade e benefícios da implantação de programas da qualidade, tendo elaborado programas visando reduções do custo total da qualidade	• Métodos fáceis de serem seguidos com reconhecimento da importância do trabalhador. • Motiva o processo de inicio da qualidade, explicando a sua realidade e necessidade.	• Visto por alguns como colocando a qualidade no " lugar comum" dos *slogans*. • Baixa ênfase em métodos estatísticos e excesso de responsabilidade ao sucesso creditado aos funcionários.

Através da extensão e da prática das principais abordagens da qualidade, foi-se consolidando um conceito o qual denominou-se de Gerenciamento da Qualidade Total, mais conhecido e difundido pela sigla TQM (*Total Quality Management*), que vem atualmente constituir-se em modelo de gerenciamento e administração de questões relativas à qualidade total.

OAKLAND (1994) define o TQM como: "... uma abordagem para melhorar a competitividade, a eficácia e a flexibilidade de toda uma organização. É essencialmente uma maneira de planejar, organizar e compreender cada atividade, e depende de cada indivíduo em cada nível. É um método que visa libertar os funcionários da execução de esforços inúteis, envolvendo cada um deles nos processos de melhoria, de tal modo que os resultados sejam obtidos em menos tempo". Com relação às abordagens tradicionais dos "gurus" da qualidade, OAKLAND (1994) tem um posicionamento interessante quando argumenta que: "... todos falam o mesmo idioma porém usam diferentes dialetos; os princípios básicos são comuns, tanto ao definir a qualidade como ao considerá-la através de todas as atividades da empresa".

BADIRU & AYENI (1994) ressaltam o papel integrador de todos os aspectos da qualidade que envolvam pessoas, equipamentos, recursos computacionais e estrutura organizacional, definindo o TQM como "... um conceito que emergiu como um meio de atingir as abordagens sistêmicas para o gerenciamento da qualidade".

Outra abordagem dada por SASHKIN & KISER (1994) ressalta o papel do TQM com relação ao atendimento ao cliente e a busca da melhoria contínua, quando acrescenta que o gerenciamento da qualidade total "... significa que a cultura da organização é definida pela busca constante da satisfação do cliente através de um sistema integrado de ferramentas, técnicas e treinamento. Isso envolve a melhoria contínua dos processos organizacionais, resultando em produtos e serviços de alta qualidade ".

MOHANTY (1997) discutindo algumas facetas de como o TQM pode ser visto nos dias atuais, relaciona como principais:

- objeto de interesse
- estado final para guiar o comportamento humano

- padrão normativo para corrigir ações humanas
- mecanismo discriminador para julgamento dos problemas dos não-problemas
- causa da futura sobrevivência do sistema de suporte à vida humana

O autor defende ainda a visão holística na qual deve ser encarado o TQM, qualificando-o como um agente modificador de valores e práticas sociais, nos quais novos paradigmas estariam sendo firmados alterando-se:

- adaptação para inovação
- realização para auto-atualização
- auto-controle para auto-expressão
- complacência para comprometimento
- independência para interdependência
- mecanicista para orgânico
- objetos separados para objetos unidos
- recursos próprios reconhecidos como de propriedade absoluta para recursos reconhecidos como recursos globais

Dado os exemplos citados descrevendo os diferentes enfoques pelo qual o TQM pode ser encarado, verifica-se que apesar do consenso existente sobre a importância do papel desempenhado com relação a qualidade total, existem diferentes maneiras ou mecanismos pelo qual uma organização pode busca-la. Sem desmerecer o papel do TQM com relação a uma abordagem mais pautada nos valores e práticas sociais (MOHANTY, 1997), o enfoque neste trabalho será a da prática organizacional, a qual apesar de possuir parâmetros mais tangíveis, ainda apresenta divergências com relação aos modelos propostos e critérios adequados para o estabelecimento de metodologias consensuais de implantação.

Neste sentido, descrevendo alguns modelos e propostas metodológicas citados na literatura da área, pode-se relacionar a proposta de OAKLAND (1994), a qual aborda que o núcleo do TQM deve estar fundamentado na relação cliente-fornecedor, tanto internos quanto externos à organização, definindo e associando processos de conversão de *inputs* em *outputs*. O modelo proposto pelo autor seria representado por uma pirâmide onde destacariam-se como

componentes: comprometimento gerencial, cadeia cliente-fornecedor, sistemas da qualidade, ferramentas de controle estatístico de processo e equipes de trabalho. O ponto central deste modelo é a cadeia cliente-fornecedor na qual reflete-se o domínio, gerenciamento e melhoria de processos nas mais diversas áreas, tais como: marketing, projeto, materiais, chão de fábrica, produção, distribuição, etc. A Figura 2.4 ilustra esquematicamente o modelo proposto pelo autor. OAKLAND (1994) estipula ainda 10 pontos que constituem os fundamentos de um modelo TQM, os quais estão sumarizados na Tabela 2.10.

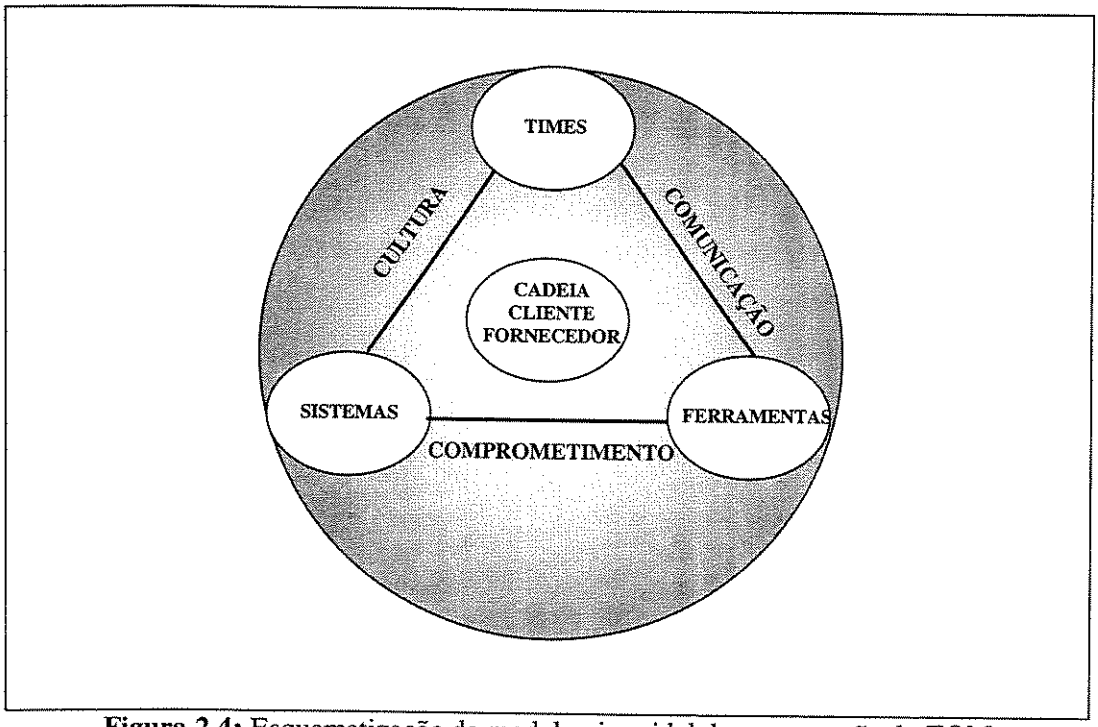


Figura 2.4: Esquematização do modelo piramidal de estruturação do TQM (OAKLAND, 1994)

Tabela 2.10: Pontos de fundamento de um modelo de TQM (Adaptado de OAKLAND,1994)

FUNDAMENTO	ABORDAGEM A SER DESENVOLVIDA
COMPROMETIMENTO	↳ Deve haver um comprometimento organizacional a longo prazo para a melhoria contínua, devendo os primeiros escalões servirem como pólos desdobradores por toda a organização. Deve-se evitar processos de implantação do TQM implantados em curtos espaços de tempo pois pode-se atingir o sucesso efêmero sem mudanças comprometidas de comportamento
CULTURA	↳ Adotar a filosofia do zero defeito, buscando fazer certo na primeira vez, satisfazendo as necessidades e expectativas dos clientes e desenvolvendo grupos de trabalhos com participação dos empregados, pautados na aplicação do ciclo EPDCA (*Evaluate-Plan-Do-Check-Amend)*
CLIENTE-FORNECEDOR	↳ Treinar os funcionários para compreender as interfaces e interações desta relação, expandindo para a visão interna e externa da empresa
CUSTO	↳ Deve-se buscar uma redução dos custos totais, independentemente do preço, através de melhorias contínuas do(s) produto(s) e/ou serviço(s)
SISTEMAS	↳ Reconhecer que a melhoria deve ser admitida através de padrões de desempenho que devem ser de responsabilidade das gerências, buscando maneiras de crescentemente integrar o(s) processo(s) de melhorias contínuas
SUPERVISÃO	↳ Deve-se adotar modernos métodos de supervisionamento e treinamento, reconhecendo esforços e realizações, buscando eliminar a inibição de agir pelo receio de ser criticado
PROCESSO	↳ Privilegiar a visão de processo eliminando as barreiras departamentais, organizando trabalhos em grupos e fortalecendo canais de comunicação em torno destes processos
OBTENÇÃO DE FATOS	↳ Eliminar metas arbitrárias sem métodos; padrões baseados unicamente em números; e barreiras relativas ao trabalho por tarefas. A avaliação (individual/organizacional) deve ser estimulada tomando-se como base de comparação padrões externos ao grupo analisado (*benchmark)*
INSTRUÇÃO	↳ Criar condições para que os empregados possam liberar seus conhecimentos para além do trabalho, desdobrando-o para a organização através de instrução, treinamento, estímulo e chance de participação
SISTEMATIZAÇÃO	↳ Desenvolver uma abordagem planejada e integrada para gerenciar a implantação do TQM, objetivada na missão da organização

Segundo LAKHE & MOHANTY (1994) outros 03 modelos esquemáticos do TQM poderiam ser citados, sendo eles:

a. O modelo tridimensional proposto por Price & Gaskill atribui 03 dimensões a qualidade que seriam:

a.1 - Dimensão do produto e serviço

a.2 - Dimensão de pessoas

a.3 - Dimensão do processo

Este modelo aborda basicamente o grau de satisfação do cliente com relação a produto e/ou serviço; grau de satisfação existente entre as pessoas envolvidas na relação cliente-fornecedor e o grau de satisfação do cliente com os processos internos do fornecedor.

b. O modelo integrado proposto por Sohal, Tay e Wirth, o qual aborda que a melhoria contínua em qualidade advém de uma abordagem integrada de controlar a qualidade via planos de ações táticas em diferentes operações durante o ciclo de negócio, definindo 05 principais elementos:

b.1) Foco no Cliente

b.2) Comprometimento da Gerência

b.3) Participação Total

b.4) Controle Estatístico da Qualidade

b.5) Foco na Solução Sistemática de Problemas

A Figura 2.5 ilustra esquematicamente o modelo integrado proposto pelos autores.

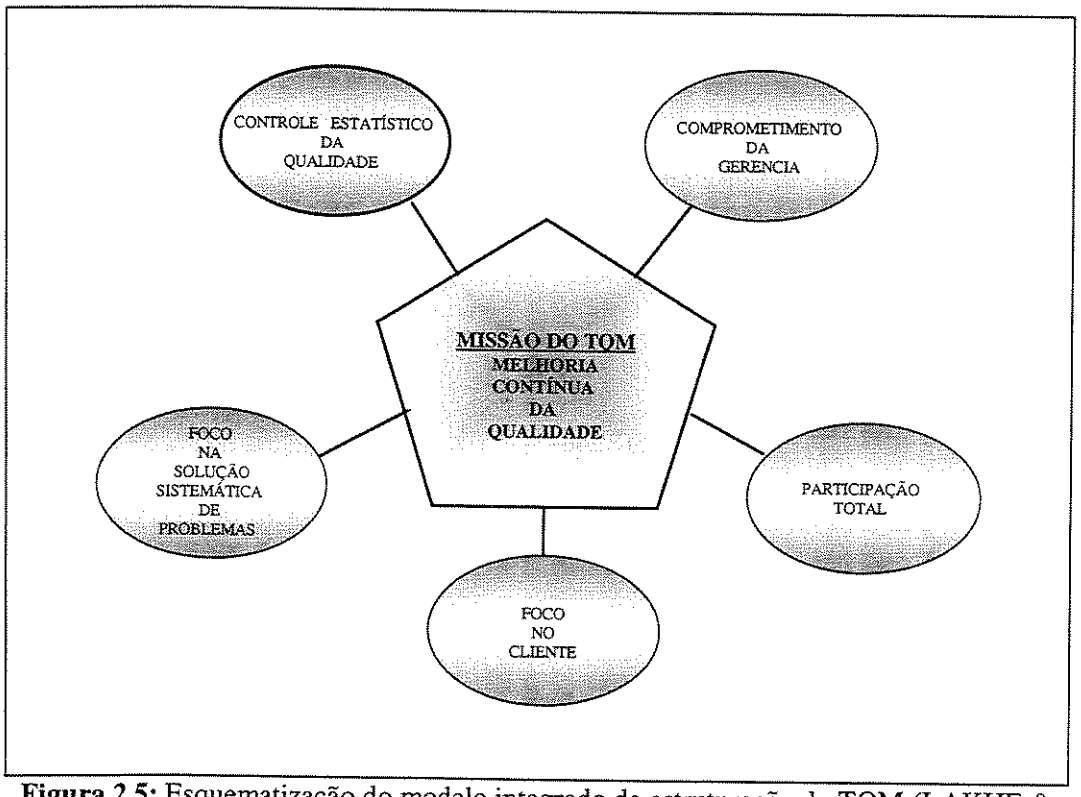


Figura 2.5: Esquematização do modelo integrado de estruturação do TQM (LAKHE & MOHANTY, 1994)

c) O modelo de "blocos de construção" proposto por Zaire, estabelece que o TQM depende de fases construtivas a qual depois de finalizadas determinam a rigidez e segurança da organização. Assim, estabelece-se como fases a fundação, pilares e topo, sendo que para cada uma destas fases são definidas as ações e os elementos necessários para sua construção. A Figura 2.6 ilustra esquematicamente o modelo de "blocos de construção" proposto por Zaire.

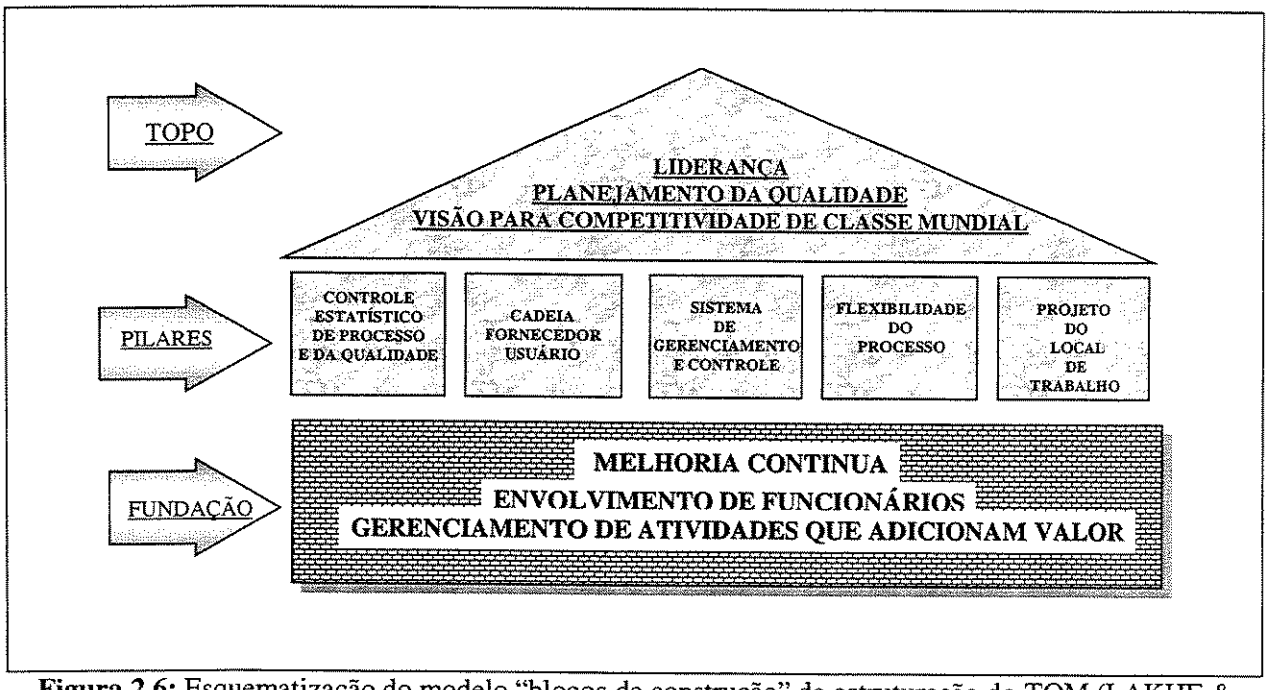


Figura 2.6: Esquematização do modelo "blocos de construção" de estruturação do TQM (LAKHE & MOHANTY, 1994)

Esse tema com certeza tem instigado o meio acadêmico nos últimos anos, fazendo com que ocorra a busca do que seria a estrutura mais adequada de um modelo de TQM e quais seriam seus fatores mais críticos. Um dos trabalhos precursores nesta linha de pesquisa foi o desenvolvido por SARAPH et al. (1989), quando o autor propôs um modelo de TQM baseado em 08 fatores relevantes que eram:

- liderança da alta gerência
- registros e dados da qualidade
- treinamento
- relações com empregados
- gerenciamento do processo
- projeto do produto e/ou serviço
- gerenciamento da qualidade do fornecedor
- papel do departamento da qualidade

Apesar do reconhecimento do aspecto pioneiro deste trabalho em identificar e validar empiricamente bases para o gerenciamento da qualidade, críticas são feitas quanto a exclusão de um importante fator que é o foco no cliente.

Outro estudo conduzido por BLACK & PORTER (1996) utilizou a percepção e experiência de especialistas em gerenciamento da qualidade, tomando-se como base o Prêmio Baldridge da Qualidade, para desenvolver um modelo empírico para o TQM que baseava-se em 10 fatores críticos que são:

- cultura de qualidade corporativa
- sistemas de medição e melhoria da qualidade
- gerenciamento estratégico da qualidade
- gerenciamento de clientes e pessoas
- planejamento operacional da qualidade
- gerenciamento de interfaces externas
- parceria com fornecedores
- divulgação das informações de melhorias
- orientação para satisfação do cliente
- estrutura dos times de trabalho

POWELL (1995), conduzindo um estudo baseado em uma ampla revisão de literatura da área de qualidade, verificou que podem ser definidos 12 fatores fundamentais para a estruturação de um programa completo de TQM, sendo que tais fatores seguem descriminados na Tabela 2.11, sendo que o autor ressalta que diferentes proponentes do TQM podem enfatizar diferentes características.

O estudo conduzido por AHIRE et al. (1996), também analisando as bases para a implantação do TQM através do desenvolvimento de uma revisão detalhada de literatura sobre gerenciamento da qualidade, definiu também um conjunto de 12 fatores estratégicos para o gerenciamento integrado da qualidade, relacionando indicadores que representariam a intensidade de manifestação de cada fator estratégico. Tais fatores foram verificados e validados empiricamente, tendo como destaque neste trabalho a utilização de diferentes abordagens estatísticas para efeitos de comparação. Os fatores elencados pelos autores, bem como os indicadores representativos da manifestação destes autores estão discriminados na Tabela 2.12. Contudo, tendo definido modelos, estruturas e fatores estratégicos relevantes para a implantação do TQM poderia-se relacionar a implantação do TQM com a obtenção de vantagens competitivas para as empresas? Este assunto será abordado no item seguinte deste trabalho.

Tabela 2.11: Fatores importantes constituintes do TQM (POWELL, 1995)

Fator do TQM		Aspectos descritivos
1.	**Liderança Comprometida**	• Comprometimento a longo prazo da alta gerência, com dedicação e perseverança, utilizando um nome para o programa tais como Gerenciamento da Qualidade Total, Melhoria Contínua ou Melhoria da Qualidade
2.	**Adoção e Comunicação do TQM**	• Utilização de ferramentas tais como definição de missão e temas
3.	**Relacionamento Próximo ao Cliente**	• Determinar que as necessidades do cliente, tanto interno quanto externo, devem ser atendidas não importando o problema que seja.
4.	**Relacionamento Próximo ao Fornecedor**	• Trabalho próximo e cooperativo com os fornecedores, freqüentemente fornecedores únicos de componentes chaves, garantindo que os fornecedores irão prover produtos em conformidade com o uso final que o cliente necessita
5.	**Benchmarking**	• Pesquisar e observar as melhores práticas competitivas
6.	**Treinamento Acentuado**	• Incluir usualmente treinamentos sobre princípios do TQM, times de trabalho e solução de problemas
7.	**Organização Aberta**	• *Staff* enxuto, times de trabalho motivados, comunicação horizontal aberta e relaxamento da hierarquia tradicional
8.	**Motivação de Funcionários**	• Acentuar o envolvimento de funcionários em atividades de projeto e planejamento, aumentando a autonomia para a tomada de decisões
9.	**Mentalidade de Zero Defeitos**	• Um sistema apto a eliminar defeitos medida que eles ocorrem, preferencialmente do que inspeção e retrabalho
10.	**Manufatura Flexível**	• Aplicável somente a setores específicos, pode incluir inventário *just in time*, manufatura celular, projeto para manufaturabilidade (DFM), controle estatístico de processo (CEP), projeto de experimentos (DOE)
11.	**Melhoria de Processo**	• Redução de perdas e diminuição de ciclos de trabalho em todas as áreas através de uma análise de processo interdepartamental
12.	**Medição**	• Orientação por metas e observação de cronogramas, com constante avaliação de desempenho, utilizando freqüentemente métodos estatísticos

Tabela 2.12: Fatores estratégicos para a implantação do TQM (Adaptado de AHIRE et al.,1996)

Fator 1: Compromisso da Alta Gerência	
Indicadores de intensidade de manifestação do Fator 1	
• Clareza da meta da qualidade para a organização • Avaliação de desempenho das gerências baseadas na qualidade • Importância relativa dada pela alta gerência à qualidade como questão estratégica	• Alocação de recursos adequados para esforços de melhoria da qualidade • Importância relativa dada pela alta gerência à qualidade com questão a custos
Fator 2: Foco no Cliente	
Indicadores de intensidade de manifestação do Fator 2	
• Extensão da divulgação do retorno de pesquisas de satisfação dos clientes • Disponibilidade para as gerências das informações sobre reclamações de clientes	• Extensão do uso de retornos do cliente para a melhoria da qualidade do produto • Gerenciamento da qualidade com foco na totalidade de aspectos do cliente
Fator 3: Gerenciamento da Qualidade do Fornecedor	
Indicadores de intensidade de manifestação do Fator 3	
• Importância relativa dada pela organização na qualidade de partes compradas *versus* preço • Considerações sobre capacidade técnica do fornecedor • Considerações sobre capacidade financeira do fornecedor	• Considerações sobre desempenho de entrega do fornecedor • Consideração sobre a assistência técnica prestada pelos fornecedores • Ênfase dada na parceria de longo prazo com fornecedor
Fator 4: Gerenciamento da Qualidade de Projeto	
Indicadores de intensidade de manifestação do Fator 4	
• Ênfase na experiência do chão de fábrica para a equipe de projeto • Ênfase na experiência de *marketing* para a equipe de projeto • Utilização das técnicas de Taguchi no projeto	• Utilização das técnicas de prevenção de erros de Shingo • Utilização de técnicas de Desdobramento da Função Qualidade • Abordagem multidisciplinar no projeto do produto
Fator 5: *Benchmarking*	
Indicadores de intensidade de manifestação do Fator 5	
• Ênfase de *benchmarking* nos processos e produtos dos competidores • Ênfase de *benchmarking* nos processos e produtos dos não-competidores • Efetividade do *benchmarking* na melhoria da qualidade do produto	• Efetividade do *benchmarking* na redução de custo do produto • Propensão da organização em manter a utilização do *benchmark* no futuro
Fator 6: Utilização de Controles Estatísticos de Processos (CEPs)	
Indicadores de intensidade de manifestação do Fator 6	
• Extensão do uso do CEP na manufatura • Conhecimento dos funcionários da produção das ferramentas de CEP	• Efetividade do CEP em melhoria da qualidade do produto • Propensão da organização em manter a utilização do CEP no futuro

Tabela 2.12: continuação

Fator 7: Utilização de Informações Internas da Qualidade	
Indicadores de intensidade de manifestação do Fator 7	
• Disponibilidade de dados de custos da qualidade para as gerências • Disposição visual de informações de qualidade nos centros de trabalho • Disponibilidade de dados de perdas e/ou refugos	• Disposição visual de desempenho *versus* metas da qualidade • Transmissão de informações de defeitos para os respectivos centros de trabalho • Disponibilidade de dados de retrabalhos
Fator 8: Motivação de Funcionários	
Indicadores de intensidade de manifestação do Fator 8	
• Funcionários autorizados a inspecionar o próprio trabalho • Funcionários encorajados a achar e solucionar problemas • Infraestrutura suporte para a solução de problemas	• Recursos para os funcionários solucionarem problemas • Assistência técnica aos funcionários para solucionarem problemas
• **Fator 9: Envolvimento de Funcionários**	
• **Indicadores de intensidade de manifestação do Fator 9**	
• Extensão de utilização de círculos de controle da Qualidade • Extensão de utilização de equipes interfuncionais • Linha de trabalho para avaliar qualidade da participação • Disponibilidade de programas de divisão de lucros	• Encorajamento dos funcionários para dar sugestões • Prover incentivos financeiros individuais • Prover incentivos financeiros em grupo • Extensão da implementação de programas de sugestões pelos funcionários
Fator 10: Treinamento de Funcionários	
Indicadores de intensidade de manifestação do Fator 10	
• Disponibilidade de recursos para treinamento • Freqüência de treinamento e retreinamento de funcionários • Número de funcionários treinados em conceitos básicos de qualidade	• Níveis distintos de funcionários participantes da mesma seção de treinamento • Satisfação dos funcionários com os treinamentos como um todo
Fator 11: Qualidade do Produto	
Indicadores de intensidade de manifestação do Fator 11	
• Desempenho relativo do produto comparativamente a outros produtos na indústria • Confiabilidade relativa do produto comparativamente a outros produtos na indústria • Percentual de perdas e/ou refugos gerados • Percentual de retrabalho	• Conformidade relativa das especificações do produto comparativamente a outros produtos na indústria • Durabilidade relativa do produto comparativamente a outros produtos na indústria
Fator 12: Desempenho do Fornecedor	
Indicadores de intensidade de manifestação do Fator 12	
• Desempenho de partes fornecidas • Conformidade de partes fornecidas com as especificações • Confiabilidade de partes fornecidas	• Durabilidade de partes fornecidas • Cooperação dos fornecedores para resolver problemas de qualidade • Propensão do fornecedor para melhorar a qualidade

2.3.3 A Questão do Gerenciamento da Qualidade Total visando Vantagens Competitivas

Um assunto que tem mobilizado esforços não só das mais diversas áreas acadêmicas, mas também do meio empresarial, é a busca da resposta sobre:

" Pode o TQM agir como uma fonte potencial de vantagem competitiva ? "

A teoria da Visão Baseada em Recursos apresenta uma perspectiva destas questões, iniciando com a noção da heterogeneidade de recursos, ou seja, diferentes firmas possuem diferentes *portfólios* de recursos de maneira que tais diferenças podem induzir a uma variabilidade no desempenho entre estas firmas (POWELL, 1995).

Contudo, poderia o TQM ser considerado um recurso? E se assim o fosse, poderia ser assimilável entre as empresas, produzindo valor para as firmas que o implantassem ?

Essa questão tem gerado controvérsias, sendo que o questionamento sobre a criação de valor pelo TQM esbarraria no conceito da *imitabilidade imperfeita*, ou seja, baseando-se no fato de que a difusão de inovações daria-se entre firmas que possuem considerável grau de similaridade (firmas *homófilas*), pois nesta situação tanto o inovador como o potencial adotante da inovação (neste caso o TQM) compartilhariam de atributos similares relativos a objetivos, estratégias, normas, crenças, experiências e culturas (POWELL, 1995).

CAPON et al. (1995) conduzindo um estudo para medir o sucesso de programas de TQM, reconheceu a dificuldade de se avaliar o TQM como um todo, haja vista que apesar de existirem disponíveis muitas técnicas, o enfoque das mesmas dá-se com relação a avaliações isoladas e detalhadas. O trabalho destes autores apresentou um conjunto de seis indicadores de medição de sucesso de um programa TQM, sendo os mesmos dados por:

- Percepções do cliente
- Planejamento estratégico da qualidade
- Envolvimento funcional
- Treinamento
- Capacidade do processo
- Envolvimento gerencial

O referido estudo também mostrou evidências de que a medição e a divulgação dos resultados registrados por estes indicadores aumentavam as chances de sucesso para um programa de TQM.

FLYNN et al. (1995) enfocaram a questão do impacto das práticas de gerenciamento da qualidade no desempenho e na obtenção de vantagem competitiva pelas empresas, propondo um modelo de relacionamento destas práticas de gerenciamento da qualidade com o desempenho. Através da condução da aplicação de um questionário em empresas pertencentes às industrias de maquinários, produtos eletrônicos e componentes de transporte, os autores estabeleceram graus de correlações do modelo proposto para as práticas de gerenciamento da qualidade e as vantagens competitivas que eram: baixo custo, rápidas entregas, flexibilidade de volume, giro de inventário e tempo de ciclo. A contribuição destes autores vem de certa forma preencher uma lacuna em pesquisas desta área, onde a ênfase tem se dado na proposição de modelos descritivos preferencialmente à aplicação e validação empírica dos modelos propostos.

Além disso, poucos desenvolvimentos tem sido conduzidos com a finalidade de correlacionar o papel das dimensões da qualidade com relação ao desempenho do negócio, ressaltando que tal tipo de análise tem como uma das maiores dificuldades o papel distinto que cada dimensão da qualidade pode exercer, dependendo da estrutura da indústria que se esta analisando.

Neste sentido, um estudo que analisou a contribuição das dimensões da qualidade no desempenho do negócio, considerando fatores particulares da indústria moveleira, foi conduzido por FORKER et al. (1996) tendo sido baseado nas oito dimensões da qualidade definidas por GARVIN (1988-b) que foram adequados segundo tal estrutura industrial analisada, sendo definidos como:

- Qualidade (conformidade às especificações)
- confiabilidade do produto
- durabilidade do produto
- qualidade de *design*
- melhoria do produto
- imagem da marca
- reputação da empresa
- serviços ao cliente

O desempenho do negócio foi definido neste caso em função de oito medidas financeiras e de vendas dadas por:

- retorno do ativo
- retorno do investimento
- crescimento do retorno de investimento
- crescimento de vendas
- fatia do mercado
- crescimento da fatia do mercado
- retorno em vendas
- crescimento do retorno em vendas

Dessa forma, propondo uma metodologia de pesquisa baseada na aplicação de questionários e entrevistas pessoais em empresas do ramo moveleiro, FORKER et al. (1996) estabeleceram através de análise estatística de regressão, a contribuição de cada dimensão da qualidade para cada medida de desempenho do negócio. A Tabela 2.13 sumariza esquematicamente os resultados obtidos. Estes interessantes resultados obtidos por FORKER et al. (1996), mostram um desalinhamento das dimensões de qualidade no tocante a importância dada às questões relativas a estratégia e a avaliação de desempenho do negócio, indicando que neste caso muito esforço pode estar sendo direcionado a certas dimensões da qualidade sem que reverta em melhoria de desempenho do negócio.

Tabela 2.13: Análise comparativa de dimensões da qualidade *versus* medidas de desempenho do negócio (Adaptado de FORKER et al.,1996)

Importância Estratégica das Dimensões da Qualidade percebida pela Empresa		Importância das Dimensões da Qualidade para o Desempenho do Negócio
• Reputação da empresa	1°	• Qualidade ao *design*
• Qualidade(conformidade à especificação)	2°	• Melhoria do produto
• Serviços ao cliente	3°	• Reputação da empresa
• Qualidade ao *design*	4°	• Qualidade(conformidade à especificação)
• Durabilidade do produto	5°	• Durabilidade do produto
• Confiabilidade do produto	6°	• Confiabilidade do produto
• Imagem da marca	7°	• Serviços ao cliente
• Melhoria do produto	8°	• Imagem da marca

Apesar de importantes os resultados obtidos no trabalho de FORKER et al. (1996), um questionamento que poderia ser feito é que talvez tal desalinhamento pudesse ter sido causado, em parte, devido a uma abordagem dada com relação às medidas de desempenho do negócio com ênfase em uma análise financeira, não considerando medidas não-financeiras como também importantes e necessárias para a avaliação de desempenho do negócio.

Contudo, uma análise da literatura da área tem mostrado a utilização de medidas financeiras como preponderantes neste tipo de avaliação de desempenho (JOHNSON & KAPLAN, 1987). HENDRICKS & SINGHAL (1997) confirmam tal afirmação no estudo em que exploraram a hipótese de que um programa efetivo de TQM aumentaria o desempenho financeiro da empresa, sendo tomadas como medidas: lucratividade, receita e custos. O ponto de destaque deste estudo é a comparação entre empresas que tinham sido premiadas com relação ao desempenho na qualidade comparativamente a empresas não premiadas, fazendo-se uma análise de um período que procurou abranger um período de 10 anos, sendo 06 anos anteriores e 03 anos posteriores à data em que se deu a primeira premiação da empresa.

Outro ponto interessante na pesquisa de HENDRICKS & SINGHAL (1997) é que a grande maioria dos dados utilizados na pesquisa foram coletados junto a banco de dados de domínio público e publicações especializadas da área, o que traz uma situação alternativa ao sistema usual de coleta de dados por questionários e/ou entrevistas pessoais. As principais conclusões obtidas em função dos resultados obtidos foram:

- obteve-se fortes evidências que suportam a hipótese de que a implementação de um programa de TQM aumenta o desempenho em termos de lucros operacionais da empresa.
- obteve-se fortes evidências que as firmas premiadas por seu desempenho na qualidade superaram as firmas não premiadas em termos de crescimento de vendas.
- obteve-se fracas evidências de que firmas premiadas por seu desempenho na qualidade superaram as firmas não premiadas em termos de um melhor controle dos custos.

Essa última constatação com relação ao controle de custos talvez tenha sido o ponto de maior surpresa, haja vista a não confirmação de pressupostos que a melhoria da qualidade

implicaria em queda de custos.

Assim, evidências da literatura tem mostrado que a alta gerência deve estar preparada para o fato de que embora programas TQM possam produzir vantagens competitivas, muitas vezes os mesmos não vão ao encontro de todas as necessidades da organização, sendo possível para as empresas prosperarem sem estarem totalmente restritas aos parâmetros estabelecidos e definidos pelo TQM (POWELL, 1995).

Apesar da discussão deste item ter abordado um sistema da qualidade pelo enfoque mais sistêmico definido pelo TQM, verifica-se um crescimento significativo de empresas que submetem seus sistemas de qualidade aos processos de certificação, ou o que também é comum, estruturam seus sistemas da qualidade segundo padrões de gerenciamento e garantia da qualidade internacionais ou até mesmo segundo requisitos normativos de empresas ou setores econômicos, sendo este o assunto de discussão do próximo item.

2.3.4 **A Questão dos Sistemas de Procedimentos da Qualidade**

A melhoria da qualidade pode envolver situações que necessitem de mudanças de sistemas e procedimentos até então adotados pela organização. Na maior parte das empresas que procuram desenvolver e implantar o que se denomina de sistemas de procedimentos da qualidade, tais mudanças ocorrem principalmente, através da implantação e certificação de sistemas padronizados da qualidade.

Segundo Dale, citado por SLACK et al. (1997), tem-se que: "... o sistema de qualidade deve definir e cobrir todas as facetas da operação de uma organização, identificando e atendendo as necessidades e exigências de consumidores, *design,* planejamento, compras, manufatura, embalagem, estocagem, entrega e serviços, acompanhados das atividades relevantes inerentes a essas funções. Lida com organização, responsabilidades, procedimentos e processos. Em resumo, um sistema de qualidade é boa prática gerencial ".

Dentre os sistemas da qualidade mais difundidos, com certeza estão as séries ISO 9000 que

estabelecem padrões de gerenciamento e garantia da qualidade, tendo sido elaborados pela *International Organization for Standardization (ISO),* com sede em Genebra. A Publicação inicial ocorreu em 1987, sendo baseada na *British Standard 5750 (BS 5750),* tendo sido elaboradas pelo Technical Comitee 176 (TC176) (YUNG, 1997).

As séries ISO 9000 dividem-se em grupos distintos, sendo que o primeiro grupo denominado complementar, estabelece que (CRUZ, 1997):

- ISO 9000-1: desempenha o papel orientador da série 9000, sendo também orientador na seleção das normas que operacionalizam o sistema da qualidade
- ISO 9000-2: estabelece as diretrizes gerais para a aplicação das normas ISO 9001, 9002 e 9003.
- ISO 9000-3: estabelece diretrizes para aplicação da norma ISO 9001 ao desenvolvimento, fornecimento e manutenção de software.
- ISO 9000-4: guia para a gestão de programa de dependabilidade, definida como o desempenho da confiabilidade e mantenabilidade, devendo ser também suporte para a manutenção do produto.

Outro grupo composto das normas que operacionalizam o sistema da qualidade, sendo portanto mais importante do ponto de vista da execução, é composto por:

- ISO 9001: modelo para garantia da qualidade em projeto, desenvolvimento, produção, instalação e serviços associados, sendo a mais abrangente norma para sistemas da qualidade para esta série, tendo assim um total de 20 itens.
- ISO 9002: modelo para garantia da qualidade em produção, instalação, serviços associados, sendo composta por 19 itens, excetuando-se o item relativo ao controle de projeto na ISO 9001.
- ISO 9003: modelo para garantia da qualidade em inspeção final e testes.
- ISO 9004: conjunto de normas para gestão da qualidade e elementos do sistema da qualidade.

É composta por:

1. ISO 9004-1: diretrizes
2. ISO 9004-2: diretrizes para serviços

3. ISO 9004-3: diretrizes para materiais processados
4. ISO 9004-4: diretrizes para melhoria da qualidade

A Figura 2.7 mostra um esboço esquemático da família ISO para um sistema da qualidade.

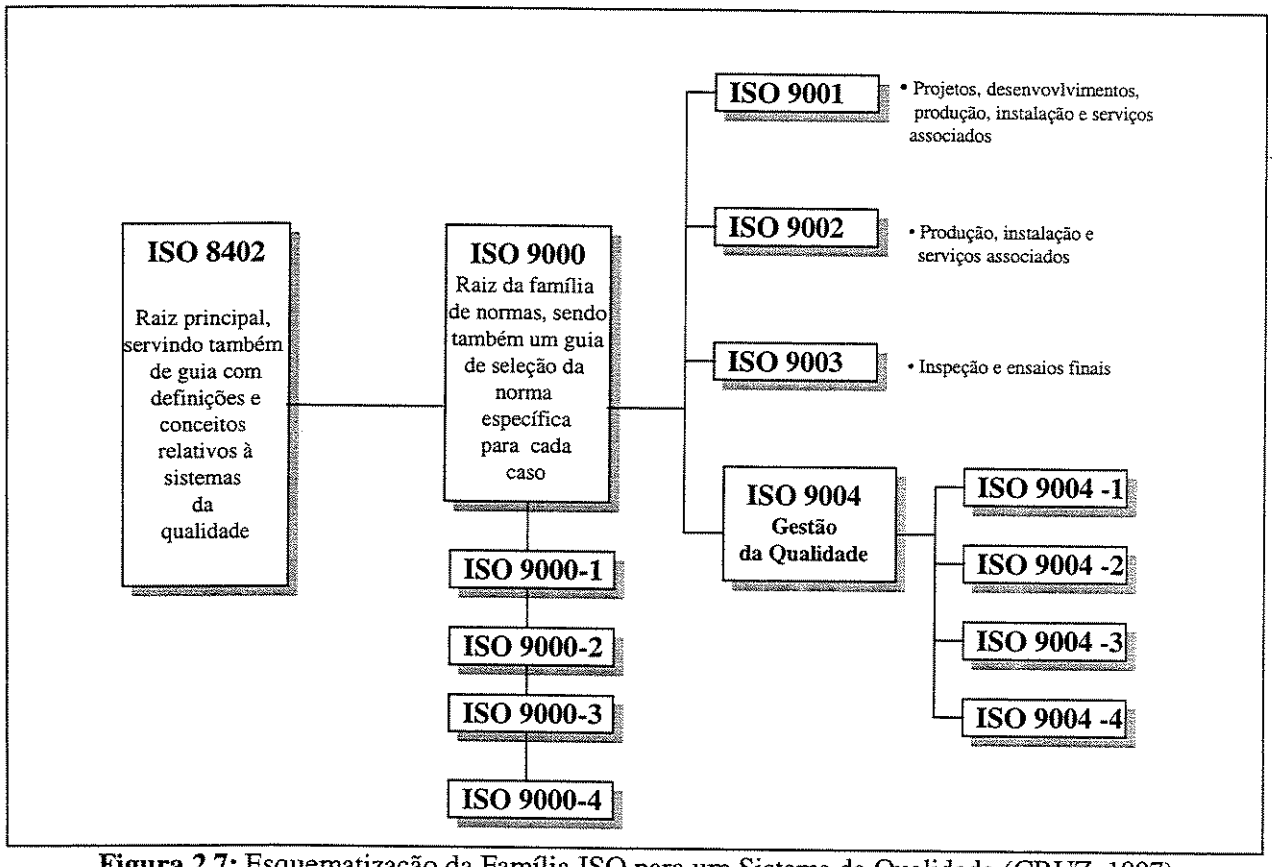


Figura 2.7: Esquematização da Família ISO para um Sistema da Qualidade (CRUZ, 1997)

Contudo, a aplicação das séries ISO 9000 ao longo dos anos tem mostrado uma série de necessidades com relação a implantação e utilização desta norma, no sentido que seu escopo de abrangência seja mais amplo do que o proposto nos limites estabelecidos pela versão de 1987. Assim, o mesmo TC 176 efetuou um trabalho de revisão da versão de 1987, lançando em meados de 1994 uma versão que considera mudanças de tecnologia, terminologia e prática. De maneira geral, os pontos principais para onde foram direcionados esforços nesta nova revisão foram (YUNG, 1997):

- a importância de que todas as necessidades de pessoas envolvidas sejam satisfeitas, incluindo funcionários, acionistas, sócios, fornecedores e/ou subcontratados;

- comprometimento gerencial com ênfase maior no papel dos executivos;
- total envolvimento pessoal;
- processos operacionais indicando as ligações com todo o sistema;
- satisfação do cliente e ênfase na importância de ir ao encontro de suas necessidades;

Assim, procurou-se estabelecer uma estratégia de recomendações no tocante a implantação de futuros sistemas de qualidade baseados na série ISO 9000, vislumbrando um posicionamento a longo prazo que o TC 176 denominou de *Vision 2000,* e que procurava considerar os princípios propostos em programas com abordagem na qualidade total.

Contudo, apesar de tais modificações propostas com relação a série ISO 9000, outros sistemas de qualidade com aplicações mais específicas foram desenvolvidos tendo a ISO 9000 como norma raiz. A maior parte destes sistemas da qualidade procurou contemplar aspectos e características de segmentos econômicos específicos como é o caso da indústria automobilística, onde destaca-se o sistema QS 9000 que foi elaborado pelas 03 maiores montadoras americanas.

O trabalho que veio resultar na "*Quality System Requirements* - QS 9000", iniciou-se em 1988 quando as três grandes montadoras americanas: Chrysler, Ford e General Motors instituíram um grupo de trabalho para estudos que visavam obter vantagens econômicas relativas à adoção de padrões comuns de avaliação de sua base de fornecedores (LOVITT,1996). Este grupo, que tinha como uma de suas funções principais auxiliar e coordenar a distribuição de documentação específica entre estas montadoras, veio a desenvolver um Manual de Análise de Sistemas de Medições (1990) e um Manual de Referência sobre Controle Estatístico de Processo (1991).

A receptividade e o sucesso deste trabalho foi grande entre os fornecedores destas montadoras, dada a possibilidade vislumbrada de minimização de discrepâncias e redução de custos, tanto para as montadoras como para seus fornecedores, devido a utilização de padrões e metodologias variadas de análise de aspectos relativos a qualidade (LOVITT,1996). Tal sucesso originou em 1992 a criação de um grupo denominado "Força Tarefa das Necessidades de Qualidade dos Fornecedores", composto por representantes destas montadoras americanas, que tinham como missão principal harmonizar os fundamentos e exigências relativos aos

fornecedores destas montadoras, no que se referia aos sistemas de qualidade e ferramentas de avaliação (QUALTEC,1996; LOVITT,1996).

O resultado deste trabalho foi apresentado em agosto de 1994, lançando em 1ª versão o que se denominou de "*Quality System Requirements* - QS 9000". Em fevereiro de 1995 foi lançada a sua 2ª versão, que já continha algumas mudanças recomendadas pelas subsidiárias européias das montadoras (Chrysler, Ford e General Motors), visando facilitar a implementação da QS 9000 através da Europa. A partir disto, definiu-se um cronograma de certificação pela QS 9000 dos fornecedores destas montadoras, estabelecendo (DAGNINO,1996; PINHO,1997; STRUEBING,1996):

- Chrysler: exigência de certificação, por auditoria de 3ª Parte, dos atuais e novos fornecedores até 31 de junho de 1997.
- Ford: não definiu prazos para auditoria de 3ª Parte relativas a certificação pela QS 9000, mas exigiu que até 31 de julho de 1995 seus fornecedores deveriam ter conduzido uma autoavaliação, identificando não-conformidades e estabelecendo planos de ações para soluciona-las.
- General Motors: exigiu que seus novos fornecedores nos EUA deveriam estar certificados, por auditoria de 3ª Parte, até 1° de janeiro de 1996, sendo que os atuais fornecedores teriam o prazo de 13 de dezembro de 1997.

Além das três montadoras americanas já citadas, outras empresas figuram como signatárias da QS 9000, incluindo-se entre estas:

- Mack Truck, Inc.
- Navistar International
- PACCAR Inc.
- Volvo GM Heavy Trucks
- Harley Davidson
- Scania

A QS 9000 apresenta não somente os requisitos para o sistema da qualidade, mas também outras informações relativas ao desenvolvimento e implementação deste sistema, estando

dividida em três seções que definem como linhas gerais:

a) A Seção I é a mais abrangente, contendo aproximadamente dois terços de toda a QS 9000, formando assim a base dos requisitos do sistema da qualidade. Esta seção baseia-se em 20 elementos da seção 4 da ISO 9001, que aparecem grafados em forma itálica. Adicionalmente a estes 20 elementos, aparecem grafados em forma normal, os requisitos adicionais que complementam e expandem as exigências do sistema de qualidade, definindo o "como fazer" segundo a ótica de qualidade para o setor automotivo. A numeração dos requisitos segue a mesma empregada na ISO 9001.

b) A Seção II contém requisitos específicos do setor automotivo, comum às três montadoras e que não poderiam estar claramente ajustados à Seção I, sendo eles:

- Processo de Aprovação de Peças de Produção (PAPP)
- Desenvolvimento de planos de ação específicos para melhoria contínua
- Utilização de metodologias baseadas em uma abordagem à prova de falhas
- Ferramentas de gerenciamento da produção

c) A Seção III contém requisitos específicos de cada montadora para uma ampla faixa de itens que incluem aspectos, tais como: símbolo de identificação de produtos, especificações de tratamentos térmicos, orientações de rotulagem de produtos para embarque, plano de ações corretivas, análise de materiais, monitoramento de processos em andamento e outros. Estes requisitos não são objetos de Auditoria de 3ª Parte, cabendo a cada montadora avaliar o cumprimento de seus próprios requisitos específicos.

A aplicação da QS 9000 esta direcionada assim a fornecedores (internos e externos) das três montadoras envolvendo: produção de materiais; produção ou serviços de partes; tratamentos térmicos; galvanoplastia; pinturas ou outros serviços de acabamento fornecidos diretamente às montadoras (QUALTEC,1996).

Busca-se também harmonizar requisitos nos âmbitos nacional e internacional, utilizando uma linha de trabalho que possibilite:

- identificação das características importantes de produto e processo
- medidas de capabilidade do processos
- estudos de sistemas de medidas relativo à características de produtos e processos

- desenvolvimento de um plano de controle para descrever especificamente como as características são controladas nos produtos em particular

Essa harmonização é estabelecida em função da utilização da ISO-9001 com o "Manual de Qualidade Assegurada" da Chrysler, o "Sistema da Qualidade Q-101" da Ford e "Metas para a Excelência" da General Motors.

Outro ponto importante da QS 9000 é relativo à estrutura de documentação do Sistema de Qualidade, que esta exemplificado na Figura 2.8, sendo este caso aplicado pela empresa *Code Alarm Inc.*, estando adaptado do original da QS 9000. Embora a estrutura piramidal possa sofrer críticas com relação ao aspecto centralizador de uma administração tradicional, a intenção segundo LOVITT (1996) é expor os limites de atuação e responsabilidade.

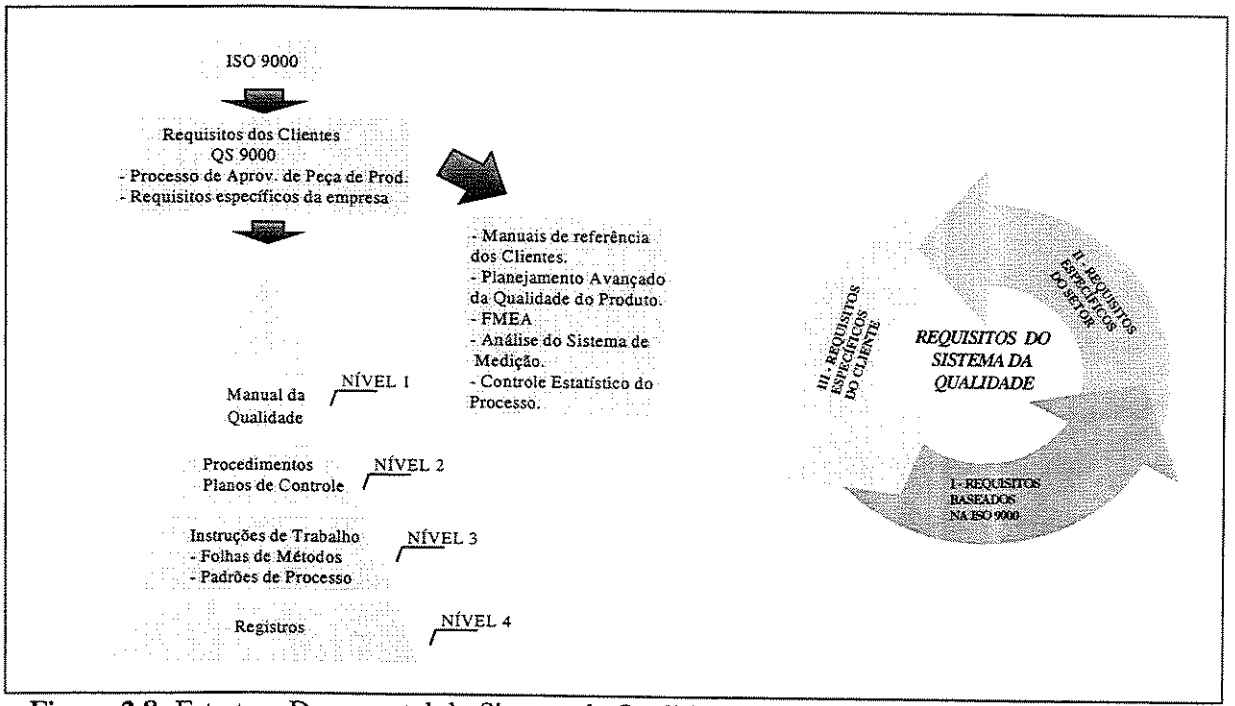


Figura 2.8: Estrutura Documental do Sistema da Qualidade QS 9000(Adaptado de LOVITT,1996)

Nesta estrutura, a ISO 9001 tem como papel definir requisitos internacionais e delinear o manual de qualidade e a estrutura de documentação utilizada. Os níveis piramidais estabelecem no caso da *Code Alarm Inc.* que:

- Nível 1: define enfoque e responsabilidade

- Nível 2: define "quem, o que e quando", sendo este trabalho conduzido por mais de uma função
- Nível 3: define "como", sendo este trabalho conduzido por mais de uma função
- Nível 4: fornece resultados e evidências que o sistema esta sendo controlado e melhorado.

O quadro ao lado da pirâmide, na Figura 2.8, indica os requisitos dos clientes onde são exigidos manuais de referência para os seguintes tópicos:

- APQP (*Advanced Planning of Quality Product*)
- PPAP (*Production Part Approval Process*)
- CEP básico
- FMEA (*Failure Mode Effects Analysis*)
- Análise do Sistema de Medição

Com isso, pode-se verificar um enfoque específico adotado pela QS 9000, bem como um direcionamento para a melhoria contínua, possibilitando também ao sistema da qualidade a detecção e correção de desvios de procedimentos. A 3ª edição da QS 9000 prevista para entrar em vigor a partir de 1999, inclui mudanças dentre as quais destacam-se:

- inclusão de interpretações sancionadas pela IASG *(International Automotive Sector Group)*
- incorporação da seção II (Requisitos Específicos do Setor) no item 4.2 (Sistema da Qualidade)
- inclusão de novos requisitos para maior compatibilização com outros sistemas da qualidade específicos do setor automobilístico

Como outros sistemas da qualidade específicos para aplicação na indústria automobilística podem ser citados:

- EAQF´94 (*Evaluation Aptitude Qualite Fournisseur):* desenvolvido pela indústria automobilística francesa através do grupo CIADEA e Renault em 1990 como guia de avaliação de fornecedores, sendo revisado em 1994 e a partir de então passou a ser denominado de EAQF´94. Baseia-se na ISO 9001 edição de 1994, contando com os vinte itens desta norma, acrescidos de outros dois itens que abordam considerações econômicas sobre sistemas da qualidade (item 21) e segurança do produto (item 22).
- AVSQ´94 (*ANFIA Valutazione Sistemi Qualità):* desenvolvido pela indústria

automobilística italiana, representada pela ANFIA (*Associazione Nazionale Fra Industrie Automobilistiche),* tem como base de elaboração as normas ISO 9001 e 9004-1 edição de 1994, complementada com questionários utilizados por empresas automotivas francesas e alemãs, resultando em vinte elementos constantes na norma ISO 9001 acrescidos de tópicos específicos e outros dois itens adicionais que abordam também aspectos considerações econômicas sobre sistemas da qualidade (item 4.21) e segurança do produto (item 4.22).

- VDA 6 (*Verband der Automobilindustrie):* desenvolvido pela indústria automobilística alemã, teve como base a primeira edição do questionário para avaliação dos sistemas de garantia da qualidade editada em 1991, segundo a norma DI EN ISO 9004, obtendo rápida repercussão internacional. Através da experiência prática de auditores da VDA, buscou-se uma simplificação na sua utilização uniformizando sistemas de avaliação, culminando assim com a segunda edição da publicação que ocorreu no final de 1992. Com a reedição da série de normas DIN EN ISO 9000, ocorrida em agosto de 1994, foram necessárias revisões na VDA segunda edição, resultando em uma terceira edição a qual incorporou exigências impostas pelas EAQF´94 e QS 9000 (2ª edição).

Como visto neste item, os sistemas de qualidade baseados em normas e requisitos normativos podem estar direcionados a atender necessidades de segmentos industriais específicos. Poderiam então também estar relacionados com os princípios definidos pelo Gerenciamento da Qualidade Total? Estariam os mesmos estruturados por uma visão sistêmica da qualidade ou representariam uma visão centrada na observância de sistematização e documentação de procedimentos? Estas são algumas questões que serão discutidas no próximo item deste trabalho.

2.3.5 A Relação dos Sistemas da Qualidade com os Princípios do Gerenciamento da Qualidade Total

Um problema que tem sido colocado cada vez mais em evidência, dada a difusão de sistemas de procedimentos da qualidade, é a necessidade cada vez maior de buscar conciliar tendências opostas do que se denomina de "qualidade total *versus* qualidade certificada" (BRANDOLESE, 1994).

A questão que se coloca nesta situação antagônica é a dificuldade de conciliar a rigidez causada pela sistematização e documentação de procedimentos em manuais descritivos, denominados manuais da qualidade, com a alegada necessidade de uma maior flexibilização da organização dada as constantes modificações impostas por mercados cada vez mais competitivos. Outra visão acentuada desta polêmica é a de que "... a não ser em indústrias onde o processo de certificação da qualidade é realmente necessário (química, espacial, aeronáutica, energia nuclear, etc.) em muitas outras indústrias o processo de certificação é visto mais como um meio de se evitar responsabilidades na relação cliente/fornecedor" (BRANDOLESE, 1994).

Adotando uma análise mais sistêmica, SKRABEC (1995) referindo-se à ISO 9000, esclarece que os processos de certificação em empresas devem ser visualizados em dois momentos distintos, sendo:

- no curto prazo, onde a implementação do sistema da qualidade pode significar uma adaptação de um sistema já existente na empresa, não significando necessariamente uma melhoria na qualidade dos produtos
- no longo prazo, onde a implementação do sistema da qualidade pode prover benefícios à empresa, particularmente dado o fato da busca de melhorias devido as exigências de desempenho serem mais rigorosas

Na realidade, a questão principal que deve ser colocada, quando da análise de sistemas da qualidade, é a real possibilidade de tais sistemas agirem como fontes de vantagem competitiva sustentada para as empresas (POWELL, 1995). Assim, algumas questões merecem ser devidamente avaliadas, tais como:

- a certificação permitiria a uma empresa melhorar sua vantagem competitiva em mercados globalizados?
- o estabelecimento de um sistema formal de qualidade mostra que a empresa realmente tem um compromisso com a qualidade?
- a certificação tem se colocado como uma opção ou imposição para as empresas?

Estas questões tem gerado com certeza discussões polêmicas, encontrando adeptos tanto de um lado como de outro. O que se tem verificado é um aumento de empresas que estão se certificando em sistemas da qualidade, motivadas pela queda nos custos relativos ao processo de certificação, devido a obterem aprovação já na primeira vez em que se submetem aos processos de auditoria de certificação (STRUEBING,1996).

É fato que atualmente as empresas de consultoria e certificação já possuem uma maior experiência, permitindo-lhes atuar com maior eficácia junto a seus clientes que desejem obter a certificação por sistemas da qualidade. Adicionalmente a este fato, com o aumento de empresas certificadas, as trocas de informações e experiências tem abreviado o caminho da busca pela certificação em determinados sistemas da qualidade como é o caso das normas da série ISO 9000.

Contudo, ao mesmo tempo que se constatam tais situações positivas, críticas tem sido feitas com relação às questões mercadológicas que tem envolvido a certificação de sistemas de qualidade, estabelecendo a dicotomia entre qualidade total e qualidade certificada (BRANDOLESE, 1994). Um estudo de caso conduzido em uma empresa do ramo automobilístico (FONTANEZI et al.,1996), no que se referia as auditorias realizadas pela empresa junto a seus fornecedores, verificou como principais pontos problemáticos:

- falta de enfoque em melhorias contínuas, tanto da empresa avaliadora quanto da empresa avaliada, dificultando a criação de bases para uma parceria em busca de uma mútua consciência pela qualidade.
- aspectos conflitantes de conduta pelos diferentes departamentos da empresa avaliadora, fazendo com que a empresa avaliada se "adeqüe conforme o avaliador".
- aspectos relativos ao porte da empresa avaliada(pequena, média e grande), fazendo com que empresas menores releguem a consciência pela qualidade à sobrevivência

financeira, encarando os processos de auditorias como mais uma "barreira a ser vencida".

Assim, verifica-se que ao mesmo tempo em que os sistemas da qualidade tem ganhado aceitação e credibilidade para pequenas, médias e grandes empresas, fazendo com que as mesmas estruturem seus sistemas de qualidade baseado nos padrões normativos, tal situação por si só não permite necessariamente a garantia de qualidade do produto, pois apenas especifica os critérios pelos quais a qualidade destes produtos e/ou serviços pode ser atingida (STRUEBING,1996).

No tocante a alguns segmentos da indústria automobilística, particularmente com relação as tres grandes montadoras americanas, tem-se colocado críticas com relação a sistemas da qualidade generalistas, como é o caso da ISO 9000, que não completariam todas as necessidades destas empresas, cabendo à QS 9000 estabelecer requisitos adicionais que fossem complementares aos principais requisitos da ISO 9001. Ainda, segundo STRUEBING (1996), a adoção de um sistema unificado de avaliação da qualidade possibilita às tres grandes montadoras americanas:

- diminuir e/ou eliminar as complicações para os fornecedores, dada a utilização de um sistema próprio de avaliação de cada uma das três montadoras.
- gerar economias com a não necessidade de manutenção de *staffs* próprios e específicos de auditores de fornecedores.

Contudo, apesar dos argumentos e ponderações apresentados a favor da QS 9000, a situação ainda não é consenso e tem gerado muitas controvérsias. Segundo ZUCKERMAN (1996), existe de maneira geral contestações de países europeus com relação a uma ênfase inicial pela ISO 9000 e agora pela QS 9000, no caso do segmento automotivo. Essa situação estaria gerando propostas pelos principais organismos de padronização europeus para desenfatizar as certificações (ISO,QS, etc.) e promover o Prêmio Europeu de Qualidade. Assim estariam surgindo propostas em alguns segmentos industriais europeus de que os processos de certificação por normas específicas deveriam ter suas despesas divididas entre a empresa que exige a certificação e a empresa que se submete ao processo de certificação.

YUNG (1997), coloca que embora mudanças tenham ocorrido no sistema da qualidade da série ISO 9000, bem como outros sistemas da qualidade tenham sido desenvolvidos para segmentos específicos (Ex. QS 9000), o processo de implantação e certificação destes sistemas da qualidade constitui ainda um passo inicial na direção ao TQM, haja vista que alguns fatores relativos ao aspecto humano são abordados de forma tangencial em muitos dos sistemas da qualidade. Uma outra questão relevante é a discussão se os princípios propostos pelo TQM podem ser aplicados indistintamente a pequenas, médias e grandes empresas, ou dado a certas especificidades tornariam o TQM indicado para as grandes empresas? O próximo item aborda esta questão discutindo a relação entre o Gerenciamento da Qualidade Total e o porte da empresa.

2.3.6 **A Relação entre o Gerenciamento da Qualidade Total e o Porte da Empresa**

Conforme discutido anteriormente no item 2.1 deste capítulo, a conjuntura econômica a que estão submetidas as empresas atuantes em mercados globalizados tem passado por constantes e significativas transformações, as quais tem sido fundamentalmente baseadas na intensificação da competitividade, fazendo com que muitas empresas passem com uma freqüência maior a ter de reexaminar e alterar suas táticas e estratégias empresarias. A sobrevivência e prosperidade das empresas dentro desta conjuntura econômica passaria então a estar fortemente relacionada com a habilidade que a empresa, teria em gerenciar ao seu favor mecanismos que possibilitassem exercer ações de maneira consciente e sustentável, buscando melhorar as dimensões de suas operações.

Neste contexto, o TQM tem sido considerado por muitos como um paradigma gerencial que possibilitaria à empresa obter melhorias contínuas com foco no cliente, possibilitando às mesmas obter diferenciações que poderiam resultar em vantagens competitivas (GHOBADIAN & GALLEAR, 1997). As evidências mostram que tais vantagens podem surgir a curto, médio e longo prazo possibilitando que em segmentos industriais específicos, empresas que disponham de melhores condições de gerenciamento da qualidade apresentem melhores indicadores financeiros, tais como: rentabilidade de faturamento, crescimento do faturamento e fluxo de caixa (SCHULZ, 1996).

Contudo, apesar de um relativo consenso sobre a ação pró-ativa de programas de TQM no aumento da competitividade das empresas, ainda persiste o debate sobre os resultados obtidos com a implementação do TQM e os determinantes do sucesso ou do fracasso destes programas (TAYLOR, 1997). BRANDOLESE (1994) discutindo problemas de programas de qualidade total resumiu seis tópicos principais de incidência dos mesmos que são:

- problemas relativos a linguagem e terminologia
- histórico da linha de trabalho de conceitos relativos à qualidade *vis-à-vis* outros modelos gerenciais
- o papel exercido pela demanda e suas flutuações
- contrastes existentes entre a abordagem baseada em processos e a abordagem baseada em resultados
- relação entre qualidade total e qualidade certificada
- implicações da qualidade total para o ambiente industrial e suas relações entre empresas e sindicatos

A despeito da abrangência da análise feita por BRANDOLESE (1994), um ponto que tem instigado muitos pesquisadores é a questão do relacionamento dos princípios propostos pelo TQM e o porte da empresa, colocando-se a seguinte questão:

" Os princípios propostos pelo TQM seriam exeqüíveis de serem praticados em pequenas e médias empresas, ou estariam mais adequados para as grandes organizações ? "

Com relação às características inerentes à grande, média e pequena empresa, GHOBADIAN & GALLEAR (1997) propuseram através de um estudo da literatura da área, tópicos comparativos de características relativas ao porte da empresa analisando: estrutura, procedimentos, comportamento, processos, pessoal e contato. Estes dados estão relacionados na Tabela 2.14 a seguir.

Tabela 2.14 : Aspectos comparativos de características de Grande Empresa *versus* Pequena e Média Empresa (GHOBADIAN & GALLEAR, 1997)

GRANDE EMPRESA	PEQUENA E MÉDIA EMPRESA
ESTRUTURA	
• Hierárquica com vários níveis de gerenciamento	• Enxuta com muitos poucos níveis de gerenciamento
• Clara e extensiva divisão funcional de atividades	• Divisão de atividades limitada e pouco definida
• Alto grau de especialização	• Baixo grau de especialização
• Estrutura e fluxo de informações rígidos	• Estrutura e fluxo de informações flexíveis
• Alta gerência muito distante do ponto de entrega do produto empresa	• Alta gerência próxima do ponto de entrega do produto da empresa
• Visibilidade de organograma limitada da alta gerência	• Alta visibilidade de organograma da alta gerência
• Várias plantas da empresa e algumas multinacionais	• Planta única da empresa
• Muitos grupos de interesses distintos na empresa	• Muitos poucos grupos de interesses na empresa
• Normalmente caracteriza-se por responder vagarosamente às modificações do mercado	• Normalmente caracteriza-se por responder rapidamente às modificações do mercado
• Baixa incidência de criatividade	• Alta incidência de criatividade
• Diversidade cultural	• Cultura unificada
PROCEDIMENTOS	
• Atividades e operações governadas por regras e procedimentos formais	• Atividades e operações não governadas por regras e procedimentos formais
• Alto grau de padronização e formalização	• Baixo grau de padronização e formalização
• Predominância do sistema	• Predominância das pessoas
• Processos rígidos e inadaptáveis	• Processos flexíveis e adaptáveis
• Incidência da tomada de decisão baseada em fatos	• Incidência da tomada de decisão baseada no 'sentimento de determinação'
• Tomadas de decisões fragmentadas	• Tomadas de decisões unificadas
COMPORTAMENTO	
• Majoritariamente burocratizado	• Majoritariamente orgânico
• Forte pensamento departamental/funcional	• Ausência de pensamento departamental/funcional, vigorando o pensamento da corporação
• Inércia cultural	• Fluidez cultural
• Meritocrático	• Patronal
• Rígida cultura corporativa dominando operações e comportamentos	• Operações e comportamento de funcionários influenciado pelo modo de conduta do patrão/gerente
PROCESSOS	
• Extensa cadeia do processo decisório	• Curta cadeia do processo decisório
• Complexo sistema de planejamento e controle	• Simples sistema de planejamento e controle
• Processo estratégico geralmente deliberado e formal	• Processo estratégico incremental e heurístico
• Avaliação formal, controle e registros de procedimentos	• Avaliação informal, controle e registro de procedimentos

Tabela 2.14 (continuação)

• Orientado pelo controle	• Orientado pelo resultado
• Amplos capital humano, recursos financeiros e conhecimento	• Modestos capital humano, recursos financeiros e conhecimento
• Treinamento e desenvolvimento funcional mais provável de ser planejado ocorrendo com freqüência	• Treinamento e desenvolvimento funcional mais provável de ocorrer *ad hoc* e em baixa escala
• Orçamento específico para treinamento	• Não há orçamento específico para treinamento
• Alta incidência de coligação	• Baixa incidência de coligação
• Alto grau de resistência à mudanças	• Baixo grau de resistência à mudanças
• Potencialmente muitos catalisadores internos de mudanças	• Muitos poucos catalisadores internos de mudanças
PESSOAS	
• Autoridade pessoal geralmente baixa	• Autoridade pessoal geralmente alta
• Criatividade pessoal reprimida	• Criatividade pessoal encorajada
• Dominado por profissionais e tecnocratas	• Dominada por pioneiros e empreendedores
• Âmbito do estilo de gerenciamento: diretivo, participativo, paternal, etc.	• Âmbito do estilo de gerenciamento: diretivo e paternal
• Indivíduos normalmente não podem ver o resultado de seu empenho	• Indivíduos normalmente podem ver o resultado de seu empenho
CONTATO	
• Amplo espectro de atividades	• Estreito espectro de atividades
• Contatos externos extensivos	• Contatos externos limitados
• Amplo escopo para uma extensa base de cliente	• Normalmente dependente de uma pequena base de cliente
• Ampla base de clientes	• Restrita base de clientes

TAYLOR (1997) conduziu uma pesquisa no Reino Unido, mais precisamente na Irlanda do Norte, onde através da aplicação de questionários enviados a 2000 empresas de oito diferentes segmentos econômicos, procurou-se estabelecer quais as condutas e percepções da alta gerência com relação aos princípios do TQM e o papel estratégico desempenhado pelo mesmo na melhoria do desempenho organizacional e satisfação do cliente, tendo como ponto central desta discussão a influência exercida pelo porte da empresa. O autor ressalta nesta pesquisa que muito poucos estudos confiáveis tem sido feitos com relação à implantação do TQM em pequenas empresas, sendo que a maioria do material que tem sido publicado sobre este assunto omite informações vitais sobre a metodologia utilizada, notadamente no que se refere a estrutura de amostragem e a taxa de resposta.

Através de uma pesquisa conduzida por questionário, as principais conclusões obtidas por

TAYLOR (1997) foram :

- a compreensão do conceito de qualidade total é significantemente mais pobre nas pequenas empresas, melhorando à medida que aumenta o porte da empresa
- dentre as razões iniciais que motivaram a implantação do TQM em pequenas empresas nota-se como preponderantes a redução de custos, aumento de eficiência e aspiração para ser a melhor. Nesta mesma análise tem menor importância as questões relativas ao cliente e as vantagens mercadológicas.
- contraditoriamente, as pequenas empresas foram as que se mostraram mais céticas com relação às percepções de impactos financeiros positivos na empresa e melhorias obtidas.

Os aspectos verificados por TAYLOR (1997) que não mostraram evidências de serem influenciados pelo porte da empresa foram:

- gerenciamento da qualidade como uma questão estratégica preferencialmente do que uma questão meramente operacional
- intenção de melhoria do desempenho organizacional
- importância da qualidade relativamente a outras questões estratégicas

Outros trabalhos relevantes com relação a esta temática foram desenvolvidos por GHOBADIAN & GALLEAR (1996;1997) que tiveram como objetivo principal analisar o relacionamento entre as características inerentes aos programas TQM e o porte da empresa, visando estabelecer diretrizes orientativas para implantação do TQM em pequenas e médias empresas. Apesar dos trabalhos apresentarem uma similaridade com relação ao conteúdo teórico abordado e à metodologia de pesquisa de estudos de casos conduzida, o trabalho mais recente apresenta dados adicionais baseados em uma pesquisa conduzida pelos autores, utilizando a metodologia Delphi.

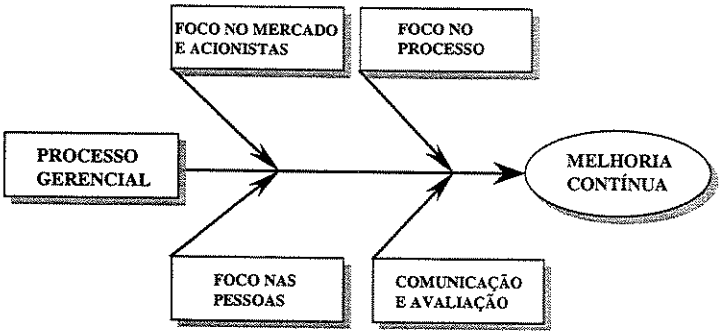
No entanto, tais fatos constituem detalhes perante os resultados obtidos pelos autores, dentre os quais destaca-se a proposição de uma técnica de análise de perfil gráfico, visando relacionar as características inerentes ou necessárias para a implantação do TQM e o porte da empresa, verificando a relação de dependência/independência entre as mesmas. Esta situação pode ser visualizada na Tabela 2.15.

Tabela 2.15 : Relacionamento entre características inerentes do TQM e o tamanho da empresa associado a uma técnica de análise de perfil (GHOBADIAN & GALLEAR, 1996)

Características ou Necessidades do TQM	Pequena e Média Empresa	Independe do Porte da Empresa	Grande Empresa
• Alta gerência acredita que qualidade é responsabilidade de cada um e que a liderança da qualidade deve começar pelo topo			
• Planos e gerência da cadeia da qualidade			
• Disciplina explícita sobre metas, papéis e padrões para todos os níveis hierárquicos			
• Processo decisório devolvido para o mais baixo nível hierárquico possível. Motivação			
• Canais de comunicação abertos e efetivos			
• Cultura da melhoria contínua			
• Resistência a mudanças			
• Valores pessoais			
• Cultura aberta: convida e incentiva a participação			
• Funcionar com pessoas trabalhando com outras pessoas			
• Erros não são punidos, devendo preferencialmente serem encarados como partes de um processo de aprendizagem			
• Funcionários sabem que esforços positivos para melhorar a qualidade serão reconhecidos			
• Expulsar o medo nas relações com a organização			
• Time de trabalho encorajado e promovido			
• Funcionários sabem que eles são responsáveis pela qualidade de seus trabalhos			
• Altos gastos em treinamento			
• Lida com as reclamações como uma oportunidade para aprender e focalizar na prevenção de problemas			
• Contenção de custos através de uma abordagem disciplinada para o 'proprietário da operação' e para cadeia de fornecedores			
• Percepção da empresa como um todo			
• Integração funcional			
• Contínua busca para melhoria do negócio com qualidade, produtividade, e redução de custos figurando como elementos invisíveis			
• Foco no processo			
• Inovação			

Outra proposição relevante feita por GHOBADIAN & GALLEAR (1997), partiu de um modelo integrativo baseado no diagrama de Ishikawa, onde os autores definiram elementos considerados básicos do TQM, e a partir deste modelo fizeram a proposição de uma metodologia para implementação do TQM em pequenas e médias empresas, estando a mesma descrita na Tabela 2.16.

Tabela 2.16 : Metodologia para Implementação do TQM em Pequenas e Médias Empresas (Adaptado de GHOBADIAN & GALLEAR, 1997)



ETAPA	DEFINIÇÃO	DESCRIÇÃO
I	**Reconhecimento das necessidades para introdução do TQM**	• A alta gerência deve reconhecer na Qualidade um importante fator competitivo. Alguns fatores que levariam a este reconhecimento são: contato com clientes e fornecedores, perda de mercados, contato com entidades e associações de classe, etc.
II	**Desenvolver a compreensão do TQM entre gerentes e supervisores**	• A compreensão pode ser desenvolvida pela condução de programas de treinamento e educacionais
III	**Estabelecer metas e objetivos do processo de melhoria da qualidade**	• Metas e objetivos devem ser claros, sendo que onde for possível deve-se especificar índices e datas
IV	**Planejar a implantação do TQM**	• Para auxílio do processo de planejamento deve-se basear em metodologias já aplicadas (Ex. metodologias definidas por prêmios da Qualidade)
V	**Educar e treinar todos os empregados**	• Educar e treinar é fundamental para o sucesso do TQM, independente do porte da empresa
VI	**Criar um procedimento sistematizado**	• O usual é aplicação de um sistema de certificação da qualidade (Ex. ISO 9000), buscando um grau comum de padronização e controle de procedimentos
VII	**Alinhar a organização**	• Fundamental alinhar a estrutura organizacional e procedimentos gerenciais com o ambiente do TQM, buscando o espírito de equipe e cooperação inter funcional
VIII	**Implementar os conceitos do TQM**	• As atividades de mudanças e melhorias planejadas devem ser implementadas
IX	**Monitorar a implementação dos conceitos do TQM**	• Controle é uma atividade fundamental em qualquer negócio, devendo-se avaliar e monitorar aspectos internos e externos relativos aos conceitos de TQM implantados
X	**Engajar a empresa a melhoria contínua, retornando para a etapa III**	• A filosofia do TQM propõem uma abordagem pró-ativa criando-se mecanismos baseados em melhorias contínuas, envolvendo níveis gerencial e funcional.

Assim, baseados no pressuposto que o processo de implementação de programas TQM não é inteiramente independente do porte da empresa, GHOBADIAN & GALLEAR (1997) enumeram facilidade e dificuldades que as pequenas e médias empresas depariam-se quando da implantação destes programas, segundo a metodologia proposta pelos autores. Estas observações estão relacionadas na Tabela 2.17

Tabela 2.17 : Facilidades e dificuldades relativas a implementação do TQM em Pequenas e Médias Empresas (Adaptado de GHOBADIAN & GALLEAR, 1997)

FACILIDADES	• A alta gerência desfruta de um alto grau de visibilidade, o que pode realçar sua liderança, facilitando a tarefa de enfatizar a importância da qualidade • Alta visibilidade horizontal e vertical, aumentando o grau de comprometimento e suporte aos grupos de melhoria da qualidade • Maior proximidade dos funcionários com relação aos produtos da empresa e seus clientes, criando um significativo sendo de responsabilidade e percepção do mercado • Tendência natural a estabelecer treinamentos inter funcionais, dado o baixo número de patamares hierárquicos entre o topo e a base funcional • Maior facilidade de criar uma atmosfera que facilite o crescimento pessoal, mostrando como o trabalho de cada um pode influir nas metas da organização como um todo • Possibilidade dos indivíduos poderem perceber mais rapidamente a transformação de seus esforços em resultados tangíveis • O processo de tomada de decisões é mais ágil em função do baixo número de níveis gerenciais • Maior facilidade na obtenção da integração funcional, diminuindo a resistência corporativa contra mudanças
DIFICULDADES	• A gerência possui em geral baixo grau de treinamentos formais, resultando em inflexibilidade e rigidez de visão • Predominância de perspectivas de gerenciamento de atividades com enfoque no curto prazo, dado o grande número de atividades que devem desempenhadas por um baixo número de níveis gerenciais • Dificuldades de motivação funcional com relação as perspectivas de carreira a médio e longo prazo, predominando a visão de contratar recursos humanos externos do que treinar os recursos internos existentes • Dificuldades operacionais e financeiras de estar se enquadrando formalmente em sistemas de gerenciamento da qualidade baseados em certificação (Ex. ISO 9000) • Resistência com relação a processos e procedimentos relativos a sistemas da qualidade • Escassez geral de recursos (humanos, financeiros, operacionais, tecnológicos, etc) • Restrições de tempo em geral tornam difíceis pela gerência o reconhecimento, incentivo e premiação de programas da qualidade, bem como a implantação de sistemas de avaliação de desempenho • Alto ceticismo com relação a assessoria externa

O próximo item abordará um aspecto de atual relevância que é a discussão dos conceitos e critérios da qualidade, quando as empresas atuam em mercados globais. Verifica-se que as mesmas se depararam com dificuldades que podem envolver toda a organização, influindo no planejamento estratégico e interação entre produtos e processos.

2.3.7 **A Questão da Qualidade em Mercados Globalizados**

Independentemente do TQM ter sido adotado por muitas empresas com consideráveis efeitos positivos, as questões colocadas em muitas economias atuais dizem respeito à globalização de mercados e as conseqüências estruturais destas mudanças. Um número cada vez maior de empresas freqüentemente tem-se deparado com diversidades de necessidades requeridas pelos mercados em que atuam, as quais podem envolver aspectos que abrangem desde localizações geográficas até hábitos e costumes culturais distintos.

Dentro deste contexto, poderia a motivação e o envolvimento pela qualidade afetar todos os níveis e funções de uma organização estruturada para atuar em diferentes mercados globalizados? Esta questão ainda tem suscitado um número maior de indagações do que de respostas definitivas.

Contudo, uma linha de pesquisa que tem se aprofundado em tais questões, discutindo o gerenciamento da qualidade em organizações globalizadas, é o que se denomina de *GQM (Global Quality Management)*, ou "Gerenciamento da Qualidade Global", que segundo KIM & CHANG (1995) seria definido como " ... o planejamento estratégico e interação de produtos e processos para obter alta aceitação do cliente e baixa disfuncionalidade organizacional através de mercados em diferentes países ".

Esta visão incorpora a filosofia central básica do TQM, reconhecendo contudo as diferenças no ambiente de qualidade através dos mercados globais, implicando na necessidade de balanceamento dos requisitos locais dos clientes com as capacidades de redes de fornecimento das organizações. Assim, KIM & CHANG (1995) acrescentam que a evolução do conceito da qualidade em direção ao GQM estaria estruturada ao longo de 05 dimensões básicas que seriam:

a. Escopo: expande o conceito de qualidade de maneira a contemplá-la em múltiplas funções através de diferentes países englobando aspectos que abordariam soberanias nacionais; distinções culturais e de língua; aspectos geográficos; considerações tarifárias e fiscais; etc.
b. Orientação de Mercado: muitas vezes é difícil contemplar todas as diversidades exigidas pelos clientes no sentido de satisfação de suas necessidades. Assim deve-se ir ao encontro das percepções de valores dos clientes, devendo para isto ter-se uma exata compreensão das particularidades e sensibilidades culturais dos mercados em que a organização busca atuar.
c. Orientação da Produção: procura-se a extensão ao ponto onde as disfuncionalidades começam a aparecer, envolvendo todas as funções e todos os níveis, em todos os países. A situação chave que possibilitaria às empresas minimizarem suas potenciais disfuncionalidades em um contexto globalizado seria a flexibilidade, no sentido da busca simultânea da produção de uma alta variedade de produtos com baixo volume e baixo custo.
d. Sistema de Informação: busca-se instrumentalizar as redes de informações entre as unidades fabris, de modo que a informação possa fluir através da organização global, buscando um efeito sinergético na utilização da informação.
e. Rede Tecnológica: deve-se estar preparado para situações competitivas entre empresas que envolvam diferentes bases tecnológicas, redes de fornecedores, sistemas de produção, atividades de distribuição e atividades de *marketing* em diferentes países, buscando o estabelecimento de alianças estratégicas que possibilitem às empresas parceiras compartilhar recursos complementares, ressaltando que tais tipos de parcerias estratégicas devem considerar a necessidade de compatibilidade de sistemas de qualidade inter empresas.

Outro aspecto relevante levantado por KETTINGER et al. (1995) diz respeito a métrica padronizadora imposta pelas certificações dos sistemas da qualidade, que dentro do contexto do GQM poderia não ser viável haja vista que diferentes características geográficas estariam captando distintas dimensões da qualidade. Assim, apesar do GQM colocar-se talvez como uma nova questão paradigmática a ser encarada com relação ao escopo da qualidade em mercados globalizados, muito ainda tem que ser desenvolvido e pesquisado para que se passe das premissas para as constatações.

A Tabela 2.18 indica tres estágios evolutivos da qualidade em busca do GQM, indicando

características relativas a cada dimensão segundo o respectivo estágio da qualidade.

Tabela 2.18 : Evolução dos conceitos da qualidade em busca do GQM (KIM & CHANG, 1995)

	ESTÁGIO I **Controle Estatístico da Qualidade**	**ESTÁGIO II** **Gerenciamento da Qualidade Total**	**ESTÁGIO III** **Gerenciamento da Qualidade Global**
ESCOPO	Baseado no produto e funcional	Organização Inter funcional	Inter organizacional e internacional
ORIENTAÇÃO DE MERCADO			
• Enfoque de valor com relação ao consumidor	Baixa Prioridade	Alta Prioridade	Alta Prioridade mas Diversificado
• Sensibilidade à Cultura	Baixa	Moderada	Alta
ORIENTAÇÃO DE PRODUÇÃO			
• Sistemas de Operação	Produto/Processo	Organização	Organização inter-países
• Localização do Controle	Centralização de operações na empresa	Coordenação de operações pela empresa	Múltiplas coordenações em uma rede global de operações
• Flexibilidade	Baixa	Moderada	Alta
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO	Localizado a nível da planta fabril	Integrado à corporação	Integrado globalmente
REDE TECNOLÓGICA	Localizado a nível da planta fabril	Rede corporativa	Rede tecno-econômica global

Dessa forma, dentre outros pontos abordados neste item 2.3, pode-se verificar a dificuldade de estabelecer modelos de gestão sistêmica da qualidade, dada a complexidade envolvida pela coexistência de fatores tangíveis e intangíveis como constituintes de muitos modelos baseados na abordagem do TQM. A inexistência de sistemas de medição de desempenho capazes de relacionar fatores constituintes do TQM com a competitividade das empresas, tem feito com que muito do que se tem na literatura esteja dependente de técnicas de pesquisa que envolvam necessariamente entrevistas e respostas de questionários. Dessa forma, seria possível avaliar o desempenho de um sistema da qualidade estabelecendo uma metodologia de estruturação destes sistemas? O próximo item discutirá a questão da medição de desempenho contextualizada para a questão da qualidade.

2.4 Uma contextualização da questão de medição de desempenho

A avaliação de desempenho tem se tornado um aspecto de relevante importância para que as organizações possam preliminarmente se estabelecer comparativamente aos seus competidores, e posteriormente procurar ações que lhes possibilitem a tomada de decisões visando a melhoria de desempenho. Assim, tem-se verificado a importância de medidas de desempenho que estejam alinhadas com as prioridades competitivas das empresas, e que sejam suficientemente flexíveis para acompanhar modificações ou transformações que possam ocorrer a nível tecnológico, organizacional ou administrativo em uma organização. A estruturação de sistemas de medição de desempenho confiáveis que possam refletir o posicionamento competitivo da organização, passou a ocupar um espaço importante na agenda de pesquisadores acadêmicos e gerentes de empresas.

No tocante a questão da qualidade, conforme visto no item anterior, verifica-se a ausência de sistemas de medição de desempenho suficientemente adequados para captar as diversas abordagens propostas no enfoque do TQM. Isto faz com que as discussões que envolvam o TQM *versus* competitividade das empresas, estejam fundamentalmente baseadas em pesquisas entrevistas, questionários, formulários e outros instrumentos de avaliação, denotando um ceticismo com relação aos sistemas de indicadores de desempenho existentes.

Dessa forma, este item abordará aspectos relativos ao contexto atual em que se dá a discussão de sistemas de medição de desempenho contemplando a necessidade de medidas de desempenho aliadas às estratégias competitivas das empresas. Será também descrito como se estrutura o *Balanced Scorecard,* o qual constitui-se em importante prática de análise de desempenho, contemplando de forma integrada e balanceada medidas financeiras e operacionais.

2.4.1 O contexto atual da discussão dos sistemas de medição desempenho

Uma realidade que tem sido cada vez mais consolidada é o reconhecimento de que novas proposições de estratégias competitivas demandam novos sistemas de medição de desempenho das empresas. Neste sentido, o desenvolvimento de novas sistemáticas de avaliação de

desempenho tem passado por questionamentos quanto à ênfase centrada em medidas puramente financeiras, que em muitos casos deixam de contemplar potencialidades que a empresa poderia explorar. Esta visão tem sido a tônica de vários autores (JOHNSON & KAPLAN,1987; ECLES,1991; PLOSSL,1993; JOHNSON,1994) que descrevem uma série de inadequações quanto ao enfoque da empresa baseado exclusivamente em medidas de desempenho financeiras, dada as novas realidades competitivas que se colocam atualmente.

JOHNSON & KAPLAN (1987) relatam que a obsolescência dos sistemas de custos e controle gerencial a partir dos anos 80, acentuou-se com o quadro de competitividade globalizada, fazendo com que as informações fornecidas pelos mesmos não tivessem a relevância necessária quanto a eficiência e efetividade das operações internas e externas da empresa.

ECLES (1991) em seu artigo intitulado *"The Performance Measurement Manifesto"* relata que já em 1951 um grupo gerencial de trabalho na empresa General Eletric, que tinha como funções identificar medidas de desempenho para a corporação, mostrava insatisfação com a predominância da utilização de medidas financeiras para avaliar o desempenho do negócio. Neste mesmo artigo, o autor ressalta a necessidade de uma mudança de filosofia com relação à medição de desempenho, procurando contemplar-se o desenvolvimento dinâmico das estruturas de negócios e seus processos, sendo que esta situação o autor denomina de "... revolução que nunca termina ... ".

Na mesma linha de pensamento, PLOSSL (1993) acrescenta que "... a medição eficaz de desempenho requer a supressão de grande número de dados triviais e a concentração em dados vitais", propondo bases para o que denomina "fabricação do futuro", enfatizando que as novas medidas de desempenho devem avaliar a empresa como um todo, sendo a ênfase dada no sentido de que "... a exatidão é preferível à precisão e a relevância é melhor que a consistência".

A visão de JOHNSON (1994) é mais contundente, quando coloca que "... as empresas precisam erradicar todas as medidas de desempenho e outras informações gerenciais que não levem a um comportamento congruente com os imperativos da competitividade global ".

Essas citações denotam uma concordância de vários autores sobre as inadequações de sistemas de desempenho fundamentados unicamente em medidas financeiras, em contemplar outras prioridades competitivas da organização. Contudo, qual seria a estrutura que um sistema de medição de desempenho deveria ter e quais medidas seriam de maior relevância para serem verificadas? O próximo item abordara a necessidade dos sistemas de medição de desempenho e suas possíveis estruturações.

2.4.2 A necessidade de sistemas de medição de desempenho

Uma questão que pode realmente apresentar distintas interpretações, podendo todas estarem corretas dentro do contexto analisado é como se definir produtividade? A literatura sobre o assunto é vasta, sendo que a discussão neste trabalho limitar-se-á em considerar aspectos que alterem as bases de medição e avaliação nas empresas.

Na realidade, o termo "Produtividade" tem preocupado o homem desde que o mesmo abandonou o modo de artesanal, sendo que muito trabalho tem sido dispendido nesta área procurando-se estabelecer conceitos e definições sobre o tema (MURUGESH et al., 1997). Uma definição clássica de produtividade, voltada para a área de manufatura, define a produtividade como a relação de bens produzidos por unidades de fatores da produção (MONKS, 1987; BURBIDGE, 1988).

ARMITAGE & ATKINSON (1991), conduziram uma revisão de literatura sobre o assunto "produtividade", onde foram relacionados mais de 150 artigos em 05 diferentes áreas: contábil, econômica, gerencial, engenharia de produção e psicologia. As definições do termo mostraram uma diferença de conceitos e abordagens relacionadas às distintas áreas de atuação profissional, onde a produtividade foi definida como:

- Economia: produtividade é a relação entre *output* e seu *input* associado, quando os mesmos são expressos em termos reais (volume físico).
- Engenharia: produtividade é vista como eficiência, ou seja, a taxa de trabalho útil dividida pela energia aplicada, sendo esta medida aplicada tanto ao *input* como ao *output,* separadamente ou de forma agregada.

- Contabilidade: produtividade é vista tipicamente como taxas financeiras que desempenham o papel de ferramentas para gerenciar o desempenho financeiro.
- Psicologia: tem dado mais ênfase à aspectos organizacionais e mais recentemente a qualidade do trabalho, do que um estudo mais apurado da produtividade. Neste sentido, embora relacionamentos destes conceitos sejam feitos à produtividade, a natureza dos mesmos é freqüentemente implícita e pouco clara.

No entanto, os mesmos autores argumentam que apesar da diversidade de interpretações do termo "produtividade", em geral referem-se à relação entre *output* e *input*. Focaliza-se distintas dimensões estratégicas definidas pela organização como fatores-chave de sucesso, e o "output" é qualificado como um vetor de atributos e não somente como um valor unitário de produção. A Tabela 2.19 apresenta uma síntese das principais perspectivas e considerações levantadas pelos autores.

Uma outra conceituação importante conduzida por NEELY et al. (1995), diz respeito as confusões feitas quanto a termos relativos à medição de desempenho, dentre os quais destacam-se o conceito de eficiência e eficácia. O autor acrescenta neste sentido que " ... a medição de desempenho é um tópico freqüentemente discutido mas raramente definido ...", relatando que como ponto inicial básico deve-se fazer a distinção entre eficiência e eficácia, que poderiam ser definido como:

- Eficiência: medida de como economicamente os recursos da empresa são utilizados para prover um dado grau de satisfação do cliente.
- Eficácia: refere-se à extensão de como os desejos do cliente são atendidos.

A correta compreensão e utilização destes dois conceitos é importante na medida que se pode identificar dimensões de desempenho e também caracterizá-las com relação ao enfoque interno ou externo à organização. Os autores acrescentam que a literatura da área no que diz respeito à medição de desempenho em manufatura relaciona que tais medidas são avaliadas prioritariamente com relação a qualidade, tempo, custo e flexibilidade. No que diz respeito às medidas de desempenho relacionadas a qualidade são citados como aspectos mais ressaltados os custos da qualidade, controles estatísticos do processo e satisfação do cliente.

Tabela 2.19: Perspectivas e considerações a respeito do conceito de Produtividade (Adaptado de ARMITAGE & ATKINSON,1991)

<table>
<tr><td colspan="2">Existem diferentes perspectivas e objetivos com relação as medidas de produtividade, definindo de forma geral duas abordagens principais, que são:</td></tr>
<tr><td><u>PRODUTIVIDADE DE COMPONENTES</u>
As medidas de produtividade são estabelecidas para avaliar uma única atividade ou uma unidade organizacional relativamente pequena, sendo as metas estabelecidas para a utilização produtiva de recursos e tendo os valores comparados com objetivos pré-determinados.

• <u>Enfoque</u> : Segue uma visão mais pragmática utilizando-se quase que exclusivamente de análises individuais e de componentes, visando medidas de produtividade que possam avaliar eficácia, eficiência ou competitividade no curto prazo.</td><td><u>PRODUTIVIDADE AGREGADA</u>
As medidas de produtividade são estabelecidas para avaliar um coletivo relativamente grande (planta fabril, divisão, companhia, indústria) dentro de um período de tempo de médio a longo prazo, relacionando períodos ajustados em termo de unidade real, facilitando a comparação e eliminando distorções (Ex. Impacto inflacionário na análise de custos)

• <u>Enfoque</u> : segue uma visão econômica, baseada amplamente em medidas de caráter contábil-financeiro, focalizadas no esboço de medir-se a produtividade corporativa de forma agregada, sendo tais medidas tidas como úteis para implicações a longo prazo.</td></tr>
<tr><td colspan="2">LINHAS GERAIS</td></tr>
<tr><td colspan="2">⇨ Como Medir a Produtividade ?
• As medidas devem ser compreensíveis e aceitas para os membros da organização envolvidos
• Recompensas e medições devem ser compatíveis
• Medidas devem ser orientadas para resultados, oferecendo um mínimo de oportunidade de intervenção</td></tr>
<tr><td colspan="2">⇨ Por que Medir a Produtividade ?
• <u>Propósitos Estratégicos</u> : finalidade de comparar o desempenho global da empresa com concorrentes ou correlatos
• <u>Propósitos Táticos</u> : finalidade de gerenciamento para controlar desempenho da empresa via desempenho de setores individuais da empresa, tanto por função como por produto
• <u>Propósitos de Planejamento</u> : finalidade de comparar os benefícios relativos advindos do uso de diferentes inputs ou variando-se a proporção do mesmo input
• <u>Propósitos de Gerenciamento Interno</u> : finalidade de estabelecer parâmetros visando acordos entre empregador e empregado</td></tr>
<tr><td colspan="2">⇨ Como Avaliar a Produtividade ?
• Na maioria das plantas industriais não existe um único índice que pode abordar inteiramente toda a essência de produtividade, devendo ser desenvolvido um perfil de produtividade constituído de distintos índices que possam captar tendências e fornecer indicativos dos fatores de sucesso da empresa</td></tr>
<tr><td colspan="2">⇨Enfoques diferentes de produtividade em diferentes segmentos industriais:
• <u>Operações Intensivas em Máquinas e Equipamentos</u>: o aumento da produtividade é gerado por capital fixo e não pelo trabalho intensivo em mão-de-obra, sendo as medidas avaliadas em termos da produtividade do capital
• <u>Operações Intensivas em Mão-de-Obra</u>: o aumento da produtividade da mão-de-obra não decresce das necessidades do capital fixo, sendo que a produtividade das operações devem ser medidas exclusivamente pela produtividade da mão-de-obra direta
• <u>Operações Intensivas em Materiais</u>: o aumento na produtividade do trabalho ou capital reduzem respectivamente suas próprias necessidades e não afetam a produtividade de material, devendo portanto a produtividade de operações intensivas em materiais ser medidas exclusivamente pela produtividade de materiais.</td></tr>
</table>

O trabalho conduzido por NEELY et al. (1995) é de significativa importância nesta área, pois foi conduzida uma extensa revisão de literatura sobre o assunto de medição de desempenho, esboçando-se propostas de sistemas de medição e propondo ainda uma agenda de pesquisas e debates sobre pontos que os autores julgam importantes nesta área.

Em um estudo posterior, NEELY et al. (1997) apresenta uma proposta de abordagem estruturada de como se projetar medidas de desempenho, citando que um dos principais problemas com os sistemas tradicionais de medição de desempenho são as limitações quanto ao foco de atuação. Isto se dá, segundo os autores, porque parte-se do pressuposto que para medir o desempenho uma "robusta fórmula de calcular" é suficiente, esquecendo-se que também devem ser considerados os propósitos da medição, a freqüência com que é medida e a fonte de dados a serem considerados. Acrescenta-se ainda o fato de que um sistema de medição de desempenho pode interferir no comportamento das pessoas e se inadequadamente estruturados, tais sistemas podem induzir a uma "disfunção comportamental" com ações inadequadas frente às medidas de desempenho.

Como ponto inicial da proposta de abordagem estruturada de sistemas de medição de desempenho, NEELY et al. (1997) introduzem o que se denomina de "folha de registro de medidas de desempenho", a qual seria um instrumento utilizado inicialmente para se modelar o sistema de medição, tendo a finalidade posterior de auditar o sistema de medição proposto. Segundo os referidos autores, tal abordagem tem trazido como principais benefícios:

- maior facilidade no projeto de sistemas de medição de desempenho
- apoio na de abordagem aspectos comportamentais e suas implicações específicas
- motivação no aspecto educacional e de treinamento, relativos aos processos de medição de desempenho

Outros aspectos citados como relevantes aos sistemas de medição de desempenho são a capacidade de estar alinhado com os objetivos estratégicos das organizações (NEELY et al. 1995; BITITCI et al., 1997) e a possibilidade de integrar nos sistemas de medição de desempenho medidas de desempenho financeiras e não-financeiras (SCHEMENNER & VOLLMANN, 1994). Segundo BITITCI et al. (1997) a capacidade do sistema de medição de desempenho estar

alinhado com os objetivos estratégicos da empresa permitiria:

- maior possibilidade do sistema de medição de desempenho promover a integração entre várias áreas de negócio da organização.
- maior consistência no desdobramento de medidas de desempenho aos vários níveis da estrutura organizacional, refletindo com maior fidelidade os objetivos e políticas de negócio da organização.

Além disto, a possibilidade dos sistemas de medição de desempenho contemplarem também aspectos relativos às expectativas dos investidores do negócio é um fator muito relevante nos dias atuais. STAINER & STAINER (1998) acrescentam ainda que tais valores dos investidores podem ser os mais diversos, devendo as organizações desenvolver a capacidade de avaliar aspectos relativos à ética, moral, aspectos sociais e legais dentre outros, para um desenvolvimento sustentável no futuro. A Tabela 2.20 ilustra a descrição de grupos de constituidores de uma organização, bem como algumas de suas principais expectativas.

Tabela 2.20: Grupos de constituidores e principais expectativas dos negócios (Adaptada de STAINER & STAINER, 1998)

Quando o Constituidor da organização é o (a) ...	**Suas principais expectativas são ...**	
Governo	• Responsabilidade social	• Consentimento legal
Acionista	• Retorno financeiro • Valor acionário no longo prazo	• Valor agregado
Empregados	• Remuneração justa • Satisfação no emprego	• Saúde e segurança no trabalho • Igualdade de oportunidades
Credor	• Remuneração compensadora	• Segurança
Cliente	• Fornecimento • Qualidade	• Dar valor ao dinheiro
Fornecedor	• Relação de longo prazo	• Pagamento imediato
Concorrentes	• Competição justa	
Sociedade	• Segurança • Preocupação ambiental	• Contribuição social

Mas apesar das propostas e abordagens sobre como avaliar a medição de desempenho de uma organização, seria possível operacionalizar estas distintas visões? Esta será o enfoque do próximo item deste trabalho, o qual descrevera aspectos do *Balanced Scorecard*, que vem se constituindo em uma abordagem bem difundida de medição de desempenho em vários segmentos industriais.

2.4.3 A abordagem do *Balanced Scorecard*

Uma das abordagens mais praticadas atualmente como medida de desempenho do negócio esta fundamentada no que denomina de abordagem "balanceada" (NEELY, 1998), proposta inicialmente por KAPLAN & NORTON (1992) e definida como *Balanced Scorecard (BSC),* que se constitui no que pode-se chamar de um "Quadro Balanceado de Medidas de Desempenho".

A proposta inicial de KAPLAN & NORTON (1992), originou-se da constatação que existia uma inadequação dos sistemas tradicionais de medição de desempenho os quais estavam estruturados fundamentalmente em funções de medidas de desempenho de caráter financeiro. Além disto, as medidas operacionais que eram utilizadas apresentavam análises individuais e pontuais, dissociadas do aspecto financeiro, impedindo dessa forma uma clara compreensão de pontos críticos do negócio.

Assim, a proposta dos autores era de se buscar uma "análise balanceada" do negócio, integrando nesta análise medidas financeiras e operacionais, criando assim o que se denominou de *Balanced Scorecard (BSC).*O BSC surgiu então como um sistema de medição de desempenho que propiciava uma rápida e compreensível visão do negócio, aliando além das tradicionais medidas financeiras de desempenho, outras medidas de desempenho operacional, as quais contemplavam outros três pontos importantes: satisfação do cliente, processos internos da organização e atividades de melhoria e/ou inovação da organização (KAPLAN & NORTON, 1992).Dessa forma tornava-se possível prover indicadores sobre quatro pontos básicos de sucesso das organizações, que eram:

- Como os clientes nos vêem? (Perspectiva do Cliente)
- Como podemos nos superar? (Perspectiva de processos internos da organização)

- Podemos continuar melhorando e criando valor? (Perspectiva de inovação e aprendizado)
- Como vemos nossos acionistas? (Perspectiva financeira)

A Figura 2.9 ilustra a estruturação do *Balanced Scorecard*, indicando as quatro perspectivas da organização e seus inter-relacionamentos.

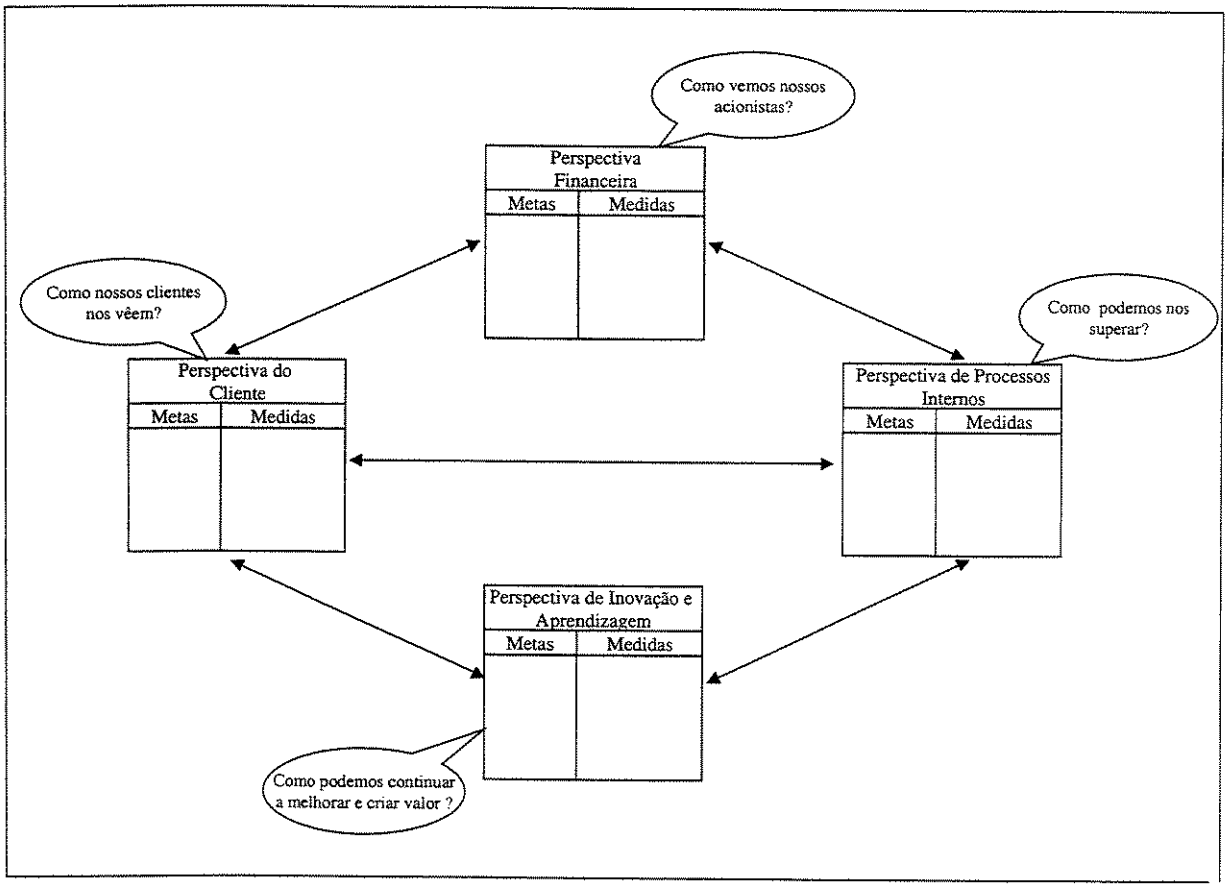


Figura 2.9 : Estrutura do *Balanced Scorecard* (KAPLAN & NORTON, 1992)

Em um artigo posterior, KAPLAN & NORTON (1993) descrevem a aplicação do BSC em empresas, verificando que sua utilização ultrapassava a condição de ser somente um sistema de medição de desempenho, exercendo também um importante papel no ajuste de estratégias adotadas pelas empresas. Tal constatação adveio segundo observações nos estudos de casos conduzidos, onde verificou-se :

- as medidas de desempenho propostas segundo as quatro perspectivas do BSC estavam

em geral, baseadas em objetivos estratégicos e na demanda competitiva das organizações. A necessidade de definir indicadores críticos dentro de cada perspectiva auxiliava a focar na visão estratégica da organização.

- O BSC funciona como alicerce da organização na definição de bases do sucesso presente e futuro, definindo soluções de compromisso necessárias para atingir as metas propostas.
- O BSC pode agir como um ponto focal dos esforços da organização na implantação de programas de melhorias, definindo e comunicando prioridades entre gerentes, funcionários, investidores e até mesmo clientes.

Essa situação, segundo KAPLAN & NORTON (1993), permitia reavaliar o papel a que se propunha o BSC, verificando que "... o BSC não é apenas um sistema de medição; ele é um sistema de gerenciamento para motivar avanços no desempenho competitivo".

Mas foi em artigo mais recente que KAPLAN & NORTON (1996) propuseram de maneira estruturada a utilização do BSC como um sistema de gerenciamento estratégico, o qual poderia auxiliar as organizações a interligar ações presentes com metas futuras. Um aspecto importante neste desenvolvimento é o reconhecimento pelos autores, que as organizações na atualidade iniciavam uma transformação de mecanismos competitivos, passando a ter uma maior relevância a lógica determinada pelo domínio de informações e a habilidade em explorar recursos intangíveis, como meios de permanência em mercados futuros.

A utilização do BSC dentro desta nova lógica, possibilitaria às empresas perseguissem seus resultados financeiros, ao mesmo tempo em que monitoravam seus progressos na construção de capacidades e habilidades em adquirir recursos intangíveis, capazes de conjugar as estratégias de longo prazo com as ações de curto prazo.

A nova proposta de KAPLAN & NORTON (1996) com relação à utilização do BSC estabelece quatro processos de gerenciamento que seriam:

a) Processo I : Traduzir a visão

- Deve auxiliar a alta gerência em construir um consenso ao redor da estratégia e visão da organização, expressando-as como um conjunto integrado de objetivos e medidas que descrevem os direcionadores de sucesso a longo prazo.

b) Processo II : Comunicação e Interligação

- Deve permitir à alta gerência comunicar a estratégia dentro de toda a organização, ligando tal estratégia aos objetivos departamentais e individuais, garantindo assim que todos os níveis da organização possam compreender a estratégia de longo prazo, alinhando objetivos departamentais e individuais a estratégia.

c) Processo III : Planejamento interno do negócio

- Deve possibilitar às organizações integrarem seu planejamento de negócio com os planos financeiros, convergindo as diversas iniciativas na direção dos objetivos estratégicos de longo prazo.

d) Processo IV : *Feedback* e aprendizagem

- Deve possibilitar às organizações desenvolver a capacidade do que se denomina de "aprendizado estratégico", monitorando resultados de curto prazo das três perspectivas adicionais (cliente, processos internos da organização e aprendizagem/crescimento), avaliando objetivos estratégicos de longo prazo à luz do desempenho alcançado no curto prazo.

A Figura 2.10 ilustra os quatro processos de gerenciamento estratégico e suas ações, tendo o BSC no centro deste sistema de gerenciamento. A Figura 2.11 ilustra a nova abordagem do *Balanced Scorecard* proposta por KAPLAN & NORTON (1996).

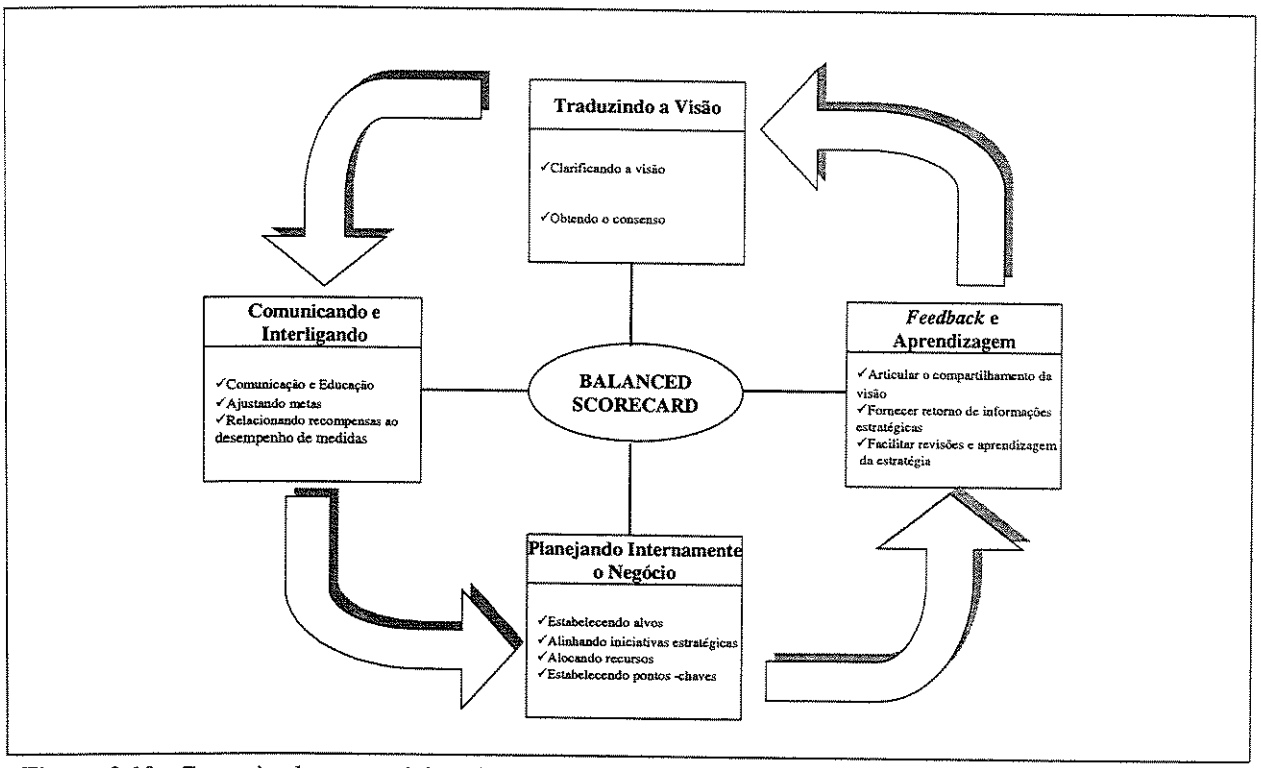


Figura 2.10 : Gerenciando a estratégia pelos quatro processos do *Balanced Scorecard* (KAPLAN & NORTON, 1996)

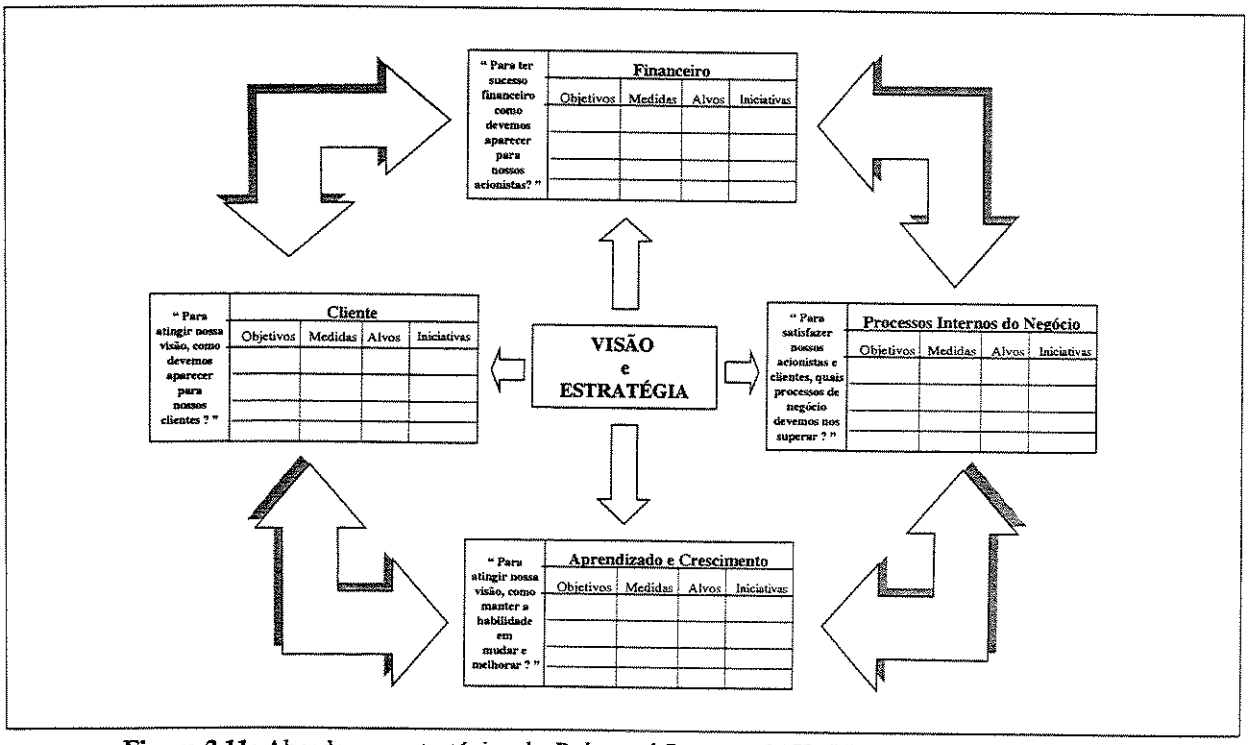


Figura 2.11: Abordagem estratégica do *Balanced Scorecard* (KAPLAN & NORTON, 1996)

Capítulo 3

Uma Proposição de um Modelo de Gestão Sistêmica da Qualidade baseado na Metodologia do *Axiomatic Design*

3.1 Introdução

A condução de um projeto de pesquisa requer do pesquisador um esforço não só no sentido de obter dados que comprovem ou não suas premissas de análise, mas também requer um considerável dispêndio de tempo e energia no que diz respeito às ferramentas de pesquisa e como as mesmas devem ser estruturadas.

Dependendo da natureza do assunto a ser pesquisado, uma análise baseada em aspectos específicos deve ser conduzida adequando-se o ferramental de estruturação da pesquisa com as técnicas adequadas à análise dos dados obtidos. Outros tipos de pesquisas, pela própria natureza da mesmas, impedem uma análise puramente determinadora, pautando-se em questões que podem estar relacionadas a análise de aspectos de maior intangibilidade.

De maneira geral, muitos projetos de pesquisa possuem uma estrutura similar, onde inicialmente o pesquisador envolve-se com uma área de interesse, buscando focar um assunto específico que possibilite então o seu estudo através de um projeto de pesquisa. A partir da focalização do assunto de interesse, cabe ao pesquisador desenvolver meios de análise ou observação de questões de seu interesse, coletando dados relativos ao processo de avaliação e/ou observação. De posse destes dados, o pesquisador tenta interpretá-los, utilizando para isto

condutas que podem seguir caminhos diversos. A etapa final é a obtenção de conclusões a respeito do assunto abordado no projeto de pesquisa, buscando inclusive possíveis generalizações para situações correlatas que possam ser extraídas dos resultados do estudo em questão.

Assim, um projeto de pesquisa possui uma estrutura que se desenvolve de forma processual, com componentes de caráter básico, podendo ser classificada em diferentes tipos dependendo do enfoque que o autor pretende dar ao estudo, abordando dessa forma aspectos distintos que possam incluir metodologias, objetivos, interesses, situações, etc.

A questão que se coloca no escopo deste trabalho não é puramente a análise dicotômica das adequações e inadequações de um enfoque ou de outro, pretendendo-se ao invés, uma contextualização mais adequada dos assuntos abordados, adotando-se assim uma complementaridade de enfoques. Afinal, como adequadamente coloca MARCONI & LAKATOS (1990) "... tudo isto deve ser entendido e vivido realisticamente. A supervalorização de números e seu uso excessivo com sofisticação são riscos que precisam ser alertados constantemente ... é da atuação conjugada que resulta o trabalho final de refletir o concurso de experiências convergentes".

Este capítulo proporá a estruturação de um modelo de gestão sistêmica da qualidade baseado no que se denomina de abordagem axiomática. Preliminarmente será conceituada e discutida a abordagem do *Axiomatic Design,* descrevendo os axiomas, corolários, teoremas e suas aplicações na abordagem axiomática. Para o desenvolvimento do modelo de gestão sistêmica da qualidade são definidos e caracterizados os atributos relativos aos supostos grupos de clientes que interagem com o sistema da qualidade, para posteriormente desenvolver as estruturas hierarquizadas do modelo proposto, bem como as matrizes de representações matemáticas dos relacionamentos existentes nestas estruturas.

3.2 **Aspectos característicos e históricos do *Axiomatic Design***

Desde os primórdios da civilização a humanidade tem se deparado constantemente com situações onde necessita projetar e implementar melhores condições para sua sobrevivência, situações estas que inclusive abordam vários aspectos da existência humana.

Neste sentido, os campos de estudo referentes à engenharia tem sofrido uma forte influência das áreas relativas ao projeto, seja no que se refere a projeto de produtos, processos, sistemas ou até mesmo estruturas organizacionais. Além disto, as decisões tomadas nesta fase de projeto podem levar ao sucesso ou fracasso de idéias, propostas e objetivos.

Este capítulo descrevera os fundamentos estabelecidos pelo que se define como abordagem axiomática, constituído basicamente de axiomas, teoremas, corolários e suas aplicações no sentido de estabelecer o que se poderia considerar como boas bases e princípios de um projeto. A descrição desta metodologia esta estabelecida em função do propositor do *Axiomatic Design,* Prof. Nam P. Suh, através de sua obra principal neste assunto intitulada *The Principles of Design* (SUH, 1990).

A abordagem axiomática para projeto e manufatura nasceu da necessidade de se desenvolver uma base ordenada para estas áreas, e auxiliar na construção e sistematização de conhecimentos generalizáveis ao ensino de estudantes de engenharia. A suposição principal da abordagem axiomática para projetos é de que existe um conjunto de princípios fundamentais que determinam as boas práticas nesta área, e que tal conjunto de conhecimentos disponíveis poderia ser transformado em axiomas a partir do ponto que tais conhecimentos tivessem um conjunto lógico auto-consistente capaz de produzir soluções corretas para todas as classes de problemas.

O trabalho relativo ao *Axiomatic Design* iniciou-se em 1977 com a proposta da criação de um centro de pesquisa e educação em manufatura no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), onde ao Prof. Nam P. Suh coube a missão de desenvolver as metas e o planejamento estratégico que norteariam a atuação do Laboratório de Manufatura e Produtividade. Segundo

SUH (1990), predominava na época um clima de pessimismo em relação ao rumo tomado pelo ensino de engenharia das escolas norte-americanas, agravado principalmente pelo embate entre duas correntes de pensamento dominantes. Uma destas correntes pregava que o papel do ensino de engenharia era introduzir princípios e metodologias científicas que deveriam ser adaptados à pratica de engenharia, ao passo que a outra corrente defendia a ênfase na prática da engenharia através da aquisição de experiência através de se por "a mão na massa".

Na visão de Suh, o ensino de engenharia necessitava destas duas abordagens, buscando consolidar a capacidade de análise e síntese em áreas que fossem direcionadas por conhecimentos científicos ou tecnológicos, regidos ou não por leis naturais, considerando as questões sociais e humanas. Caberia então no ensino de engenharia prover o oferecimento balanceado destes diversos elementos ao estudante, contrariando a ênfase predominante na época que era a de se tratar o ensino de engenharia com uma abordagem unicamente científica.

Neste sentido, Suh propôs uma base ordenada de conceitos pautados na abordagem axiomática e adequados para as áreas de projeto e manufatura em engenharia, que seria uma das linhas de trabalho dentro do centro de pesquisa do MIT. Tal linha de trabalho teve então um projeto de pesquisa submetido conjuntamente com os professores associados Adam C. Bell e David C. Gossard ao organismo americano *National Science Foundation* (NSF), sendo este projeto de pesquisa intitulado "*Exploratory Study of Constrains in Designs by Functional Requirements and Manufacturing*". Apesar de Suh ter citado que a liberação destes recursos demorou mais um ano a partir de sua aprovação, fazendo com que o projeto passasse por dificuldades na sua fase inicial de implantação, formou-se uma equipe de trabalho fortemente envolvida com o assunto, o que possibilitou ao *Laboratory for Manufacturing and Productivity (LMP)* contar a partir de 1984 com substanciais recursos oriundos de projetos de pesquisa com empresas.

3.3 **Conceitos e fundamentos principais do *Axiomatic Design***

O ato de projetar envolve um contínuo relacionamento entre " qual o objetivo que se deseja atingir" e "como se pode atingir tal objetivo", verificando que os objetivos de um projeto colocam-se dentro do que se denomina de domínio funcional, ao passo que as soluções encontradas para atingir os objetivos são sempre geradas no que se denomina de domínio físico. Estes dois domínios são independentes e se interrelacionam constantemente dentro das atividades de projeto através do estabelecimento de uma estrutura hierárquica nestes relacionamentos, e cujo resultado final desta interação entre estes domínios tem como resultado o próprio projeto, ou seja, soluções encontradas para os objetivos que foram colocados.

Deve-se então, determinar objetivos do projeto definindo-os em termos de necessidades específicas, as quais serão denominadas de *Requisitos Funcionais,* sendo indicadas neste trabalho pela sigla FR (*Functional Requirement*), optando-se dessa maneira por manter neste trabalho a nomenclatura já amplamente difundida por Suh. Para satisfazer tais requisitos funcionais, entidades físicas devem ser criadas sendo as mesmas denominadas de *Parâmetros de Projeto*, indicadas neste trabalho por DP (*Design Parameters*), mantendo-se a mesma proposição já mencionada anteriormente. Na abordagem axiomática o projeto consiste em se relacionar FRs do domínio funcional com DPs do domínio físico, como ilustrado na Figura 3.1.

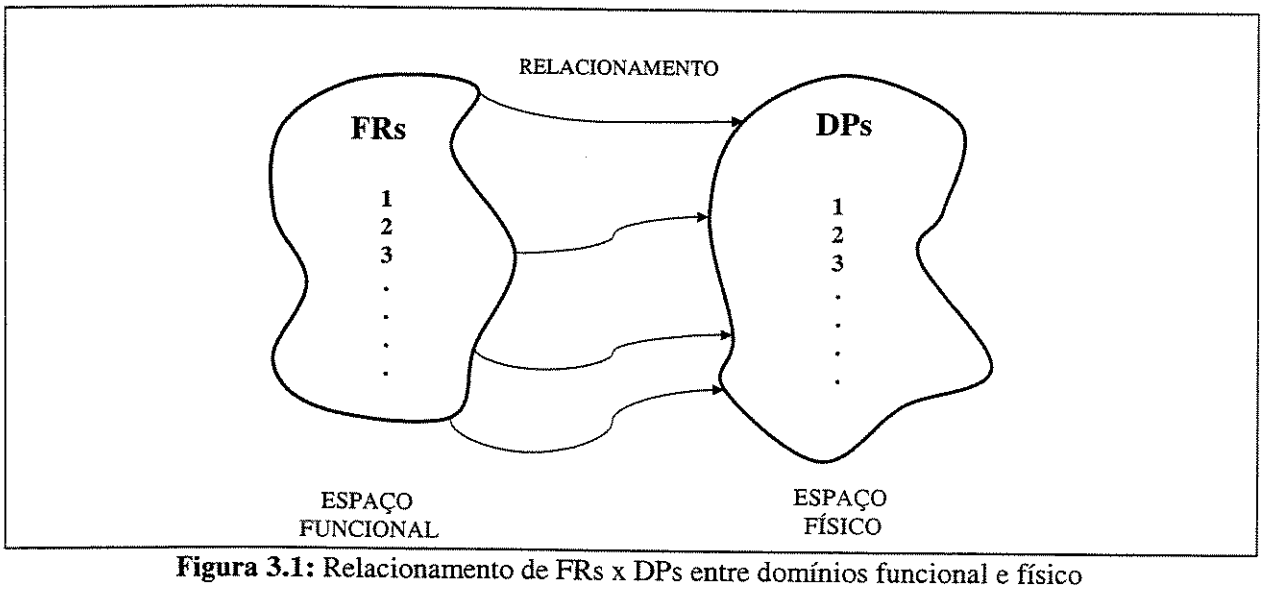


Figura 3.1: Relacionamento de FRs x DPs entre domínios funcional e físico

Dentro desta abordagem, pode-se caracterizar um projeto como uma criação de soluções sintetizadas para requisitos solicitados, podendo tais soluções serem concretizadas na forma de produtos, processos, sistemas ou estruturas organizacionais, de modo que sejam satisfeitas as necessidades percebidas pelo relacionamento entre FRs no domínio funcional e DPs no domínio físico, e que DPs satisfaçam adequadamente FRs. Numa visão mais ampla, esquematizado através da Figura 3.2, o ato de projetar inicia-se a partir do reconhecimento das necessidades de uma sociedade, sendo as mesmas formalizadas em um conjunto de FRs, procedendo-se posteriormente à seleção de quais FRs serão o alvo do(s) problema(s) analisado(s) no projeto. Idéias devem ser geradas de maneira que resultem em uma entidade física que deve ser analisada e comparada com o conjunto original de FRs através de um processo realimentador de informações. Quando os FRs especificados não são plenamente satisfeitos, novas idéias devem surgir ou mudanças ocorrerem nos FRs de modo a refletir as necessidades originais de maneira mais acurada. Este processo é interativo e deve ocorrer até que um resultado aceitável seja obtido.

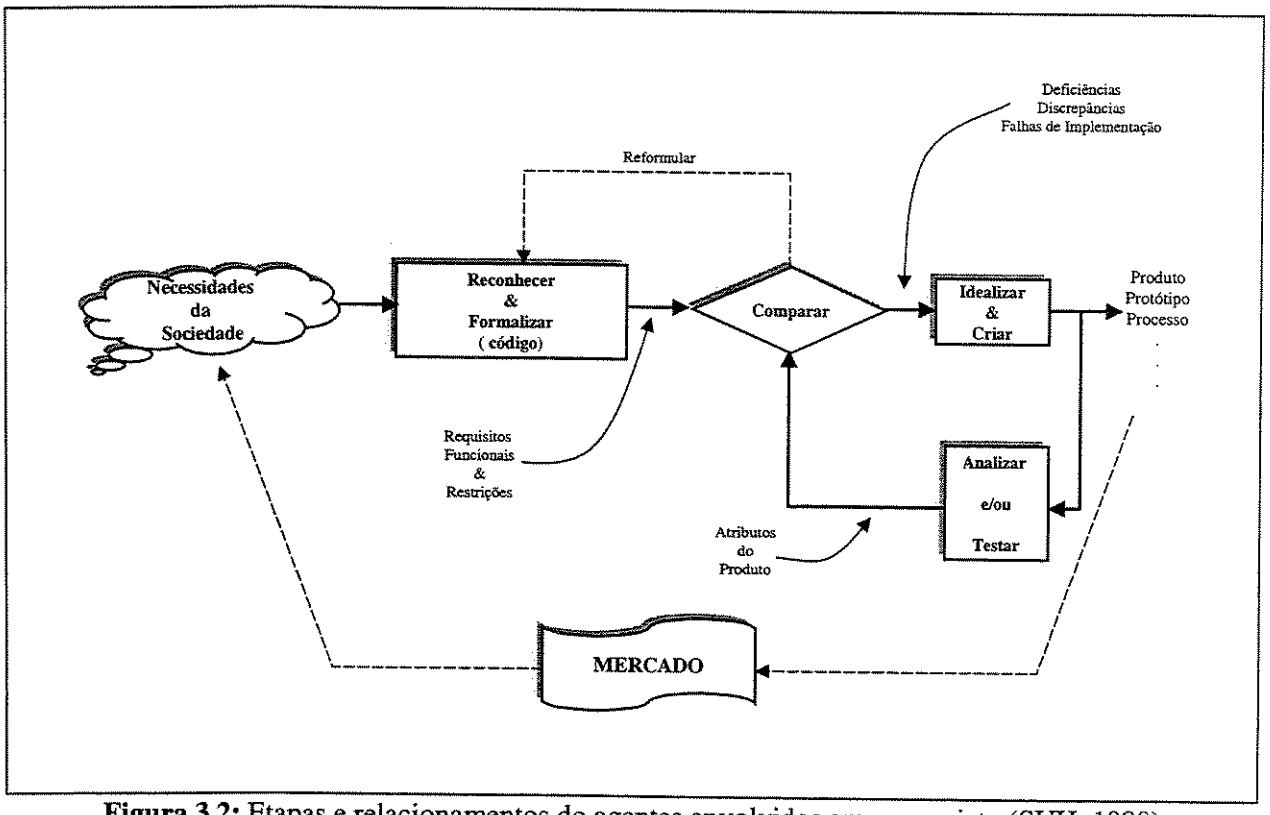


Figura 3.2: Etapas e relacionamentos de agentes envolvidos em um projeto (SUH, 1990)

Considerando esta visão ampliada, na abordagem do *Axiomatic Design* o ato de projetar pode ser composto em quatro domínios: o domínio do cliente; o domínio funcional; o domínio físico e o domínio de processo. Durante esta fase de projeto, o domínio do cliente deve ser o primeiro a ser explorado a fim de se determinar os atributos do cliente (CAs) para o projeto, devendo tais atributos serem interpretados então como requisitos funcionais (FRs) no domínio funcional, que por sua vez devem ser satisfeitos em função da escolha de um conjunto adequado de parâmetros de projeto (DPs) no domínio físico, devendo então finalmente definir no domínio de processo um conjunto adequado de variáveis de processo (PVs). A Figura 3.3 esquematiza esta situação de interação entre os domínios citados.

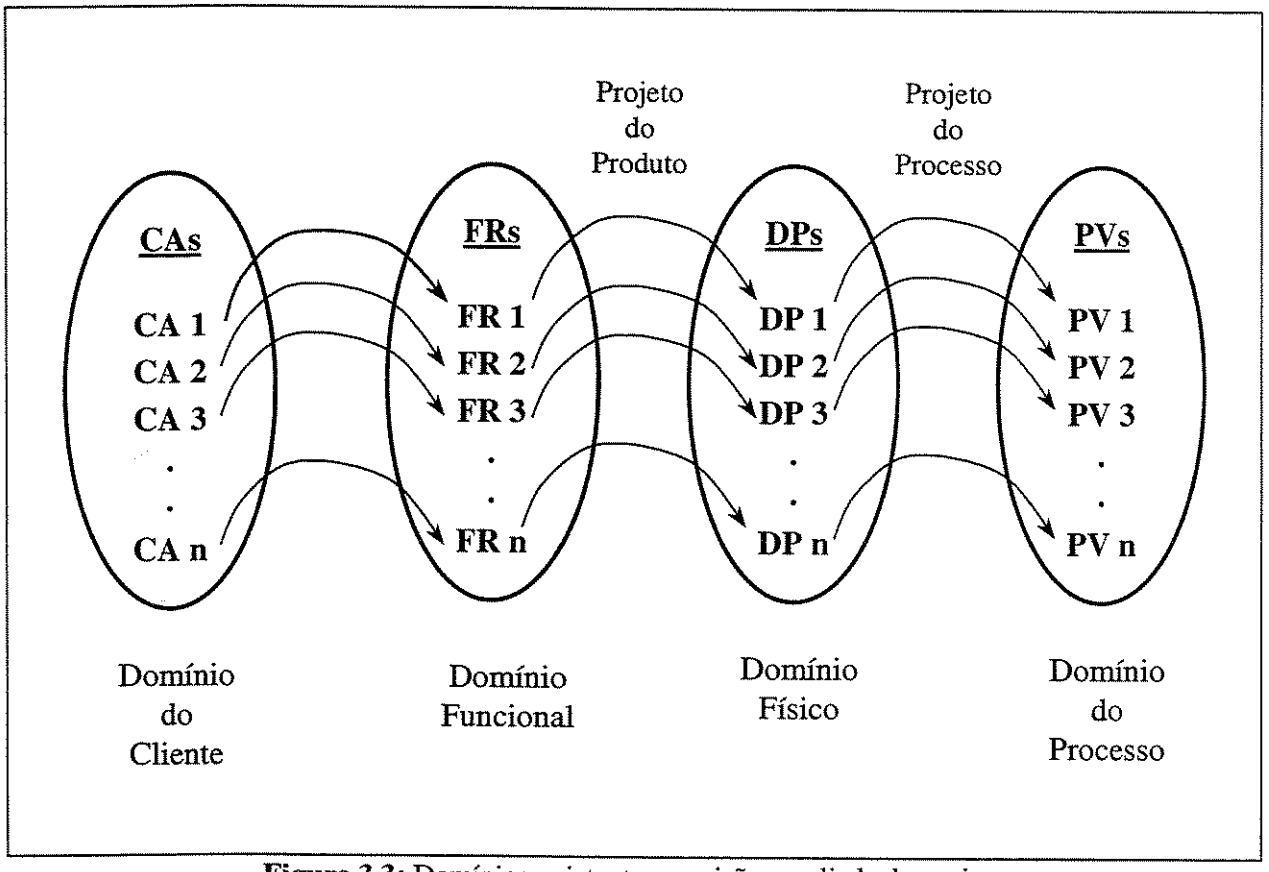


Figura 3.3: Domínios existentes na visão ampliada do projeto

Teria-se a seguinte situação no caso do projeto de um produto:

- o domínio do cliente consiste nas necessidades ou atributos os quais o cliente esta procurando em um produto.
- o domínio funcional consiste nos requisitos funcionais de um produto, também

denominados de especificações de engenharia.

- o domínio físico é o domínio no qual os específicos parâmetros de projeto (DPs) são escolhidos de modo que satisfaçam os referidos requisitos funcionais (FRs).
- o domínio de projeto especifica os métodos de manufatura capazes de produzir os parâmetros de projeto determinados.

Dessa forma, podem existir inúmeras soluções de projeto plausíveis e diferentes técnicas de relacionamento, que dependem de fatores que estão relacionados com a criatividade e experiência do projetista, sendo que o *Axiomatic Design* provê os princípios que devem nortear a execução de boas práticas de projeto, oferecendo bases comparativas e seletivas entre as possibilidades existentes. A Tabela 3.1 indica características destes quatro domínios para vários tipos de projetos relativos a manufaturados, materiais, software, organizações e sistemas (SUH, 1995).

Tabela 3.1 : Características relativas aos quatro domínios em tipos distintos de projetos (SUH, 1995)

Características Direcionais	**DOMÍNIOS**			
	Domínio do Cliente (CA)	**Domínio Funcional (FR)**	**Domínio Físico (DP)**	**Domínio de Processo (PV)**
Projeto de Manufaturados	Atributos os quais os clientes desejam	Requisitos funcionais especificados para o produto	Variáveis físicas que possam satisfazer os requisitos funcionais	Variáveis de processo que possam controlar os parâmetros de projeto (DP)
Projeto de Materiais	Desempenho desejado	Propriedades requeridas	Micro Estrutura	Processos
Projeto de Softwares	Atributos desejados no software	Resultados	Variáveis de entrada e algoritmos	Sub Rotinas
Projeto de Organizações	Satisfação do cliente	Funções da organização	Programas ou áreas	Pessoas e/ou recursos que possam suportar os programas
Projeto de Sistemas	Atributos desejáveis do sistema como um todo	Requisitos funcionais do sistema	Máquinas, componentes e sub componentes	Recursos (humanos, financeiros, materiais, etc.)

O que tem sido verificado, é que uma das etapas mais importantes e difíceis de um projeto refere-se a definição do problema a ser solucionado em função dos FRs, ou seja, deve-se estabelecer os requisitos funcionais a partir das necessidades que o produto final deve satisfazer. Tais FRs devem representar um conjunto mínimo de requisitos independentes que caracterizem de maneira mais completa possível o objetivo do projeto para uma específica necessidade. Um conjunto de FRs que contém funções que dependem uma das outra é um conjunto redundante, devendo ser reduzido a um FR independente.

Desde que torna-se possível arbitrariamente definir FRs que satisfaçam as necessidades percebidas, um conjunto aceitável de parâmetros de projeto não é necessariamente único. Logo, podem existir várias soluções de projeto que satisfaçam um específico conjunto de FRs, devendo-se reiterar que um bom projeto é aquele que contém um número mínimo de FRs a cada nível hierárquico de domínio funcional.

Pode-se citar duas abordagens distintas para determinação dos FRs, as quais estão relacionadas com o desenvolvimento de soluções inexistentes ou melhorias a serem implementadas em projetos já existentes. No primeiro caso, as necessidades percebidas devem ser traduzidas em um conjunto de FRs no contexto de um "ambiente neutro de solução", ou seja, trabalhando-se inicialmente somente no espaço funcional sem considerar soluções já pré-concebidas. O outro caso, quando o objetivo é de melhorias em uma solução já existente pela incorporação de outros atributos do cliente, SUH (1990) coloca que outras técnicas podem ser utilizadas na definição e priorização de FRs.

Quando da elaboração de um projeto dois fatos importantes devem ser ressaltados dentro da abordagem do *Axiomatic Design*:

- O primeiro é que os requisitos funcionais e os parâmetros de projetos possuem níveis de hierarquização e podem ser decompostos.
- O segundo é que os requisitos funcionais em um determinado nível da estrutura hierárquica não podem ser decompostos em níveis subseqüentes na hierarquia de requisitos funcionais sem que antes sejam desenvolvidos os correspondentes parâmetros

de projeto dentro da hierarquia de parâmetros de projeto.

Essas duas estruturações hierárquicas relacionam-se entre si num processo contínuo de busca e proposição de soluções (processo *Zig Zag)*, fazendo com que ocorra a decomposição em níveis hierárquicos subseqüentes da estrutura. Esta possibilidade de "cruzamento" entre as duas estruturas hierárquicas de domínios reduz a complexidade do projeto, pois pode-se restringir a um número limitado de FRs e DPs a cada nível hierárquico da estrutura. No processo de *zig zag* da estrutura hierárquica de relacionamentos de requisitos funcionais e parâmetros de projeto, FRs e DPs em níveis superiores da estrutura podem restringir soluções em níveis inferiores da estrutura. A Figura 3.4 exemplifica a situação descrita.

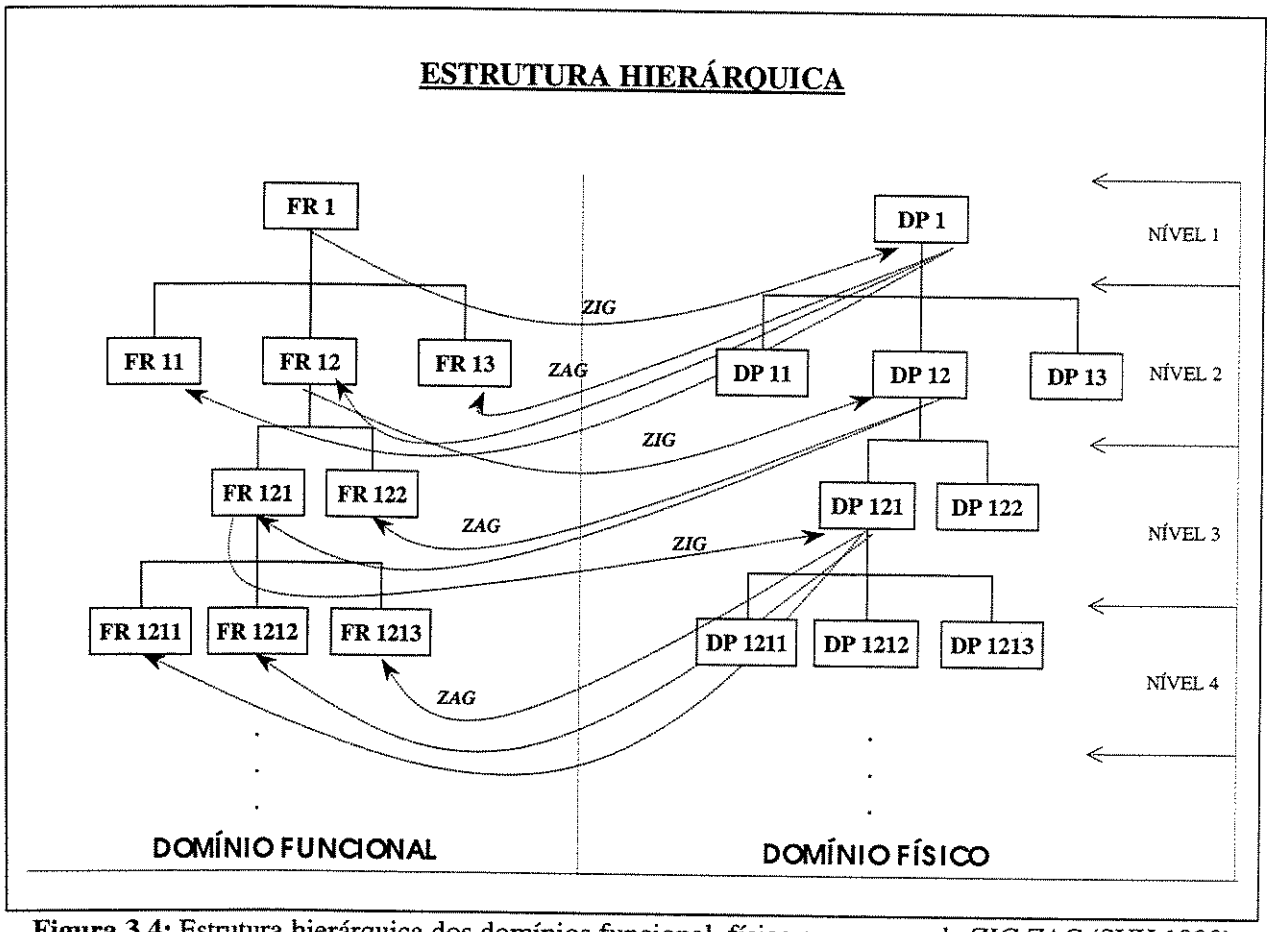


Figura 3.4: Estrutura hierárquica dos domínios funcional, físico e processo de *ZIG ZAG* (SUH,1990)

3.4 Axiomas, corolários e teoremas da abordagem do *Axiomatic Design*

O ato de projetar requer uma integração entre fatos verificados e uma base de conhecimento para criar soluções para uma dada situação, devendo este processo de criação ser checado com relação à acuracidade das soluções propostas. Segundo SUH (1990), o ato de projetar envolve quatro diferentes aspectos que são:

- definição do problema, o qual resulta na definição dos requisitos funcionais e restrições
- processo imaginativo de conceituar e criar soluções
- processo analítico de determinar se a solução proposta é uma solução racional e consistente com a definição do problema
- verificar a fidelidade das soluções com as necessidades originais perseguidas

Cada um destes aspectos tem igual importância e dependendo das situações específicas envolvidas podem apresentar graus distintos de dificuldade de se lidar durante o processo de desenvolvimento da(s) solução (ões) de projeto. SUH (1990) coloca que "... a premissa fundamental da abordagem axiomática para projeto é de que existem princípios básicos que governam as decisões do que fazer no projeto, assim como as leis da natureza governam a física e química ." Uma compreensão qualitativa da abordagem axiomática deve preceder a aplicação de ferramentas quantitativas, embora ambas sejam indispensáveis e se fortalecem mutuamente.

Estas boas práticas de projeto seriam estabelecidas em função de axiomas, corolários e teoremas, de forma tal que sendo os axiomas colocados de forma diretiva, permitiriam derivar corolários e teoremas, que possibilitariam o desenvolvimento de análises específicas e metodologias construtivas.

Segundo o *Dicionário Aurélio Básico da Língua Portuguesa* (1994), pode-se definir o termo *axioma* de acordo com o caráter filosófico e caráter lógico, sendo:

> *" ... axioma (caráter filosófico): premissa imediatamente evidente que se admite como universalmente verdadeira sem exigência de demonstração..."*

" ... axioma (caráter lógico): proposição que se admite como verdadeira porque dela se podem deduzir as proposições de uma teoria ou de um sistema lógico ou matemático..."

Dois axiomas diretivos norteiam a abordagem axiomática, sendo eles:

- Axioma 1 : Axioma da Independência
- Axioma 2: Axioma da Informação

Os próximos itens relatam os aspectos principais destes dois axiomas, descrevendo suas interpretações dentro da abordagem do *Axiomatic Design* e indicando suas formas representativas matemáticas.

3.4.1 **O Axioma da Independência**

Define que o relacionamento de FRs no domínio funcional com DPs no domínio físico deve ser tal que a interferência em determinado DP deve afetar somente o referente FR, mantendo assim a independência dos requisitos funcionais, devendo-se observar duas declarações importantes:

a) Um projeto ótimo deve manter a independência de FRs
b) Um projeto aceitável, DPs e FRs se relacionam de forma tal que, específico DP pode ser ajustado para satisfazer seu correspondente FR sem que afete outros requisitos funcionais.

Este processo de relacionamento de FRs no domínio funcional com DPs no domínio físico pode ser representado matematicamente, desde que as características necessárias ao projeto possam ser representadas por um conjunto de independentes FRs tratados como um vetor FR, o qual possui um número específico de componentes. De forma similar, DPs no domínio físico também podem constituir um vetor DP com um número específico de componentes.

O ato de projetar envolveria então selecionar o conjunto adequado de DPs que satisfizessem a um dado conjunto de FRs, podendo matematicamente ser expresso da seguinte forma:

$$\{ FR \} = [A] \{ DP \} \qquad \text{(Equação 1)}$$

onde:

{ FR } : vetor de requisitos funcionais

{ DP } : vetor de parâmetros de projeto

[A] : matriz de projeto

Cada linha de vetor da equação (1), a qual será denominada de equação de projeto, poderia então ser descrita como:

$$FR_i = \sum_j A_{ij} DP_j \qquad \text{(Equação 2)}$$

A matriz de projeto [A] seria da forma:

$$[A] = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & . & . & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & . & . & A_{2n} \\ . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . \\ A_{m1} & A_{m2} & . & . & A_{mn} \end{bmatrix} \qquad \text{(Equação 3)}$$

Cada elemento A_{ij} da matriz refere-se a um componente do vetor FR para um dado componente do vetor DP, sendo que quando na equação (3) m for igual a n, [A] é uma matriz quadrada. Para exemplificar, sendo m = n = k a matriz de projeto seria dada por:

$$[A]=\begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & . & . & A_{1k} \\ A_{21} & A_{22} & . & . & A_{2k} \\ . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . \\ A_{k1} & A_{k2} & . & . & A_{kk} \end{bmatrix} \qquad \text{(Equação 4)}$$

O caso mais simples de um projeto ocorre quando todos os elementos não diagonais são iguais a zero e neste caso a equação de projeto seria expressa por:

$$\begin{aligned} FR_1 &= A_{11}\, DP_1 \\ FR_2 &= A_{22}\, DP_2 \\ &\cdot \\ &\cdot \\ FR_k &= A_{kk}\, DP_k \end{aligned} \qquad \text{(Equação 5)}$$

Um projeto que pudesse ser representado pela equação (5) satisfaria o axioma 1, pois a independência de FRs é assegurada quando DP são alterados, podendo o projeto ser representado por uma matriz diagonal cujos elementos diagonais são os únicos diferentes de zero, sendo este projeto denominado de *uncoupled.* Aqui cabe a observação que dado a terminologia definida por SUH (1990) ser amplamente difundida e empregada pelos utilizadores da abordagem axiomática, bem como a inexistência de um consenso na tradução adequada para a língua portuguesa, este trabalho optará por manter o termo original na língua inglesa.

O oposto de um projeto *uncoupled* seria o que se denomina de projeto *coupled*, no qual a matriz de projeto constituiria-se de elementos diferentes de zero, tendo neste caso a equação de projeto a seguinte configuração:

$$\begin{aligned} FR_1 &= A_{11}\, DP_1 + A_{12}\, DP_2 + \ldots + A_{1k}\, DP_k \\ FR_2 &= A_{21}\, DP_1 + A_{22}\, DP_2 + \ldots + A_{2k}\, DP_k \\ &\cdot \\ FR_k &= A_{k1}\, DP_1 + A_{k2}\, DP_2 + \ldots + A_{kk}\, DP_k \end{aligned} \qquad \text{(Equação 6)}$$

Tomando-se como exemplo esta equação (6), pode-se verificar no projeto *coupled* que uma alteração em FR_1 não poderia ser feita somente alterando-se DP_1, pois isto também afetaria outros requisitos funcionais (FR_2 ... FR_k). Da mesma forma isto se daria para os outros requisitos funcionais, sendo que esta situação violaria o axioma 1.

Um outro caso denominado de projeto *decoupled*, tem-se a matriz de projeto [A] triangular, sendo a equação de projeto definida por:

$$\begin{Bmatrix} FR_1 \\ FR_2 \\ . \\ . \\ FR_k \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & 0 & . & . & 0 \\ A_{21} & A_{22} & . & . & 0 \\ . & . & & & . \\ . & . & & & . \\ A_{k1} & A_{k2} & . & . & A_{kk} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_1 \\ DP_2 \\ . \\ . \\ DP_k \end{Bmatrix} \qquad \text{(Equação 7)}$$

Neste caso do projeto *decoupled,* a independência de FRs pode ser assegurado desde que o ajuste de DPs seja feito de maneira ordenada, ou seja, a seqüência de alteração de DPs é a chave para se garantir a independência de FRs, mantendo-se assim o axioma 1.

Exemplificando para a equação (7), se DP_1 for alterado primeiramente pode-se ajustar FR_1. Embora isto possa afetar outros requisitos funcionais (FR_2 ... FR_k), os parâmetros de projeto (DP_2 ... DP_k) podem ser ajustados seqüencialmente sem que se altere o valor dos requisitos funcionais anteriores.

Um exemplo ilustrativo da aplicação da metodologia do *Axiomatic Design* dado por COCHRAN & LIMA (1998), citando como referência o trabalho de Swensson & Nordlund publicado em 1995, esquematiza a situação de projeto *coupled* e *uncoupled* para um misturador de água para pia. Este tipo de misturador de água pode ser projetado tendo como características técnicas desejáveis dois requisitos funcionais básicos que são:

FR_1 : Controlar temperatura de água

FR_2 : Controlar fluxo de água

No projeto de misturador ilustrado pela Figura 3.5, tem-se como parâmetros de projeto:

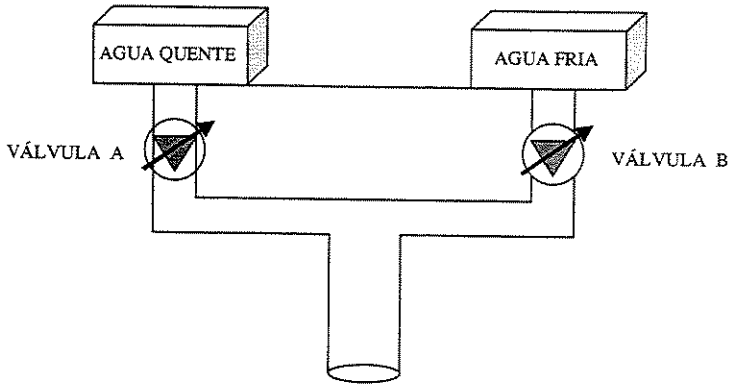
DP_1 : Válvula A que controla água quente

DP_2 : Válvula B que controla água fria

A equação de projeto para o exemplo ilustrado na Figura 3.5 seria dado por:

$$\begin{Bmatrix} FR_1 \\ FR_2 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & X \\ X & X \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_1 \\ DP_2 \end{Bmatrix}$$

Este seria um projeto *coupled,* pois à medida que se alterasse as condições de DP_1 e DP_2, controlando os fluxos de água quente e fria, altera-se simultaneamente FR_1 e FR_2, não mantendo a independência entre tais requisitos funcionais, e portanto violando o axioma 1.



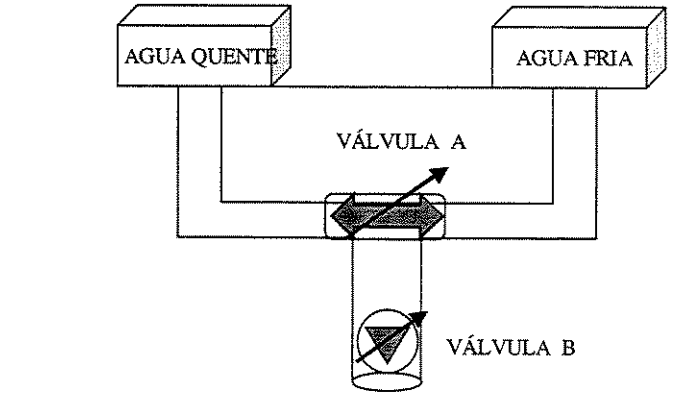
	PARÂMETROS DE PROJETO	
REQUISITOS FUNCIONAIS	VÁLVULA A	VÁLVULA B
• Controlar temperatura da água	X	X
• Controlar fluxo da água	X	X

Figura 3.5: Exemplo ilustrativo de um projeto *coupled* de misturador de água

Outro tipo de projeto, ilustrado pela Figura 3.6, mostra uma situação distinta, onde a equação de projeto seria dada por:

$$\begin{Bmatrix} FR_1 \\ FR_2 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_1 \\ DP_2 \end{Bmatrix}$$

Este se constitui em um projeto *uncoupled*, pois os parâmetros de projeto DP_1 (válvula A) e DP_2 (válvula B) agem independentemente sobre os respectivos requisitos funcionais FR_1 (controlar temperatura de água) e FR_2 (controlar fluxo de água), mantendo a independência dos requisitos funcionais e garantindo a prevalência do axioma 1.



	PARÂMETROS DE PROJETO	
REQUISITOS FUNCIONAIS	VÁLVULA A	VÁLVULA B
• Controlar temperatura da água	**X**	**0**
• Controlar fluxo da água	**0**	**X**

Figura 3.6: Exemplo ilustrativo de um projeto *uncoupled* de misturador de água

3.4.2 **O Axioma da Informação**

O resultado final de um projeto constitui um conjunto de informações que terão utilidade para atender um conjunto de requisitos funcionais e parâmetros de projeto inicialmente relacionados. Na engenharia tais informações podem estar relacionadas e/ou associadas a diferentes áreas e magnitudes, as quais podem envolver diversos atributos (desenhos, equações, instruções operacionais, processos utilizados, equipamentos requeridos, materiais especificados, parâmetros de planejamento e controle, etc.). Dependendo da natureza do conjunto de

informações, a sua geração e interação nas diversas etapas podem aumentar ou diminuir a complexidade do projeto, podendo assim existir uma maior ou menor dificuldade em cumprir as tarefas estipuladas.

O axioma 2 refere-se à minimização do conjunto de informações, colocando que dentre vários projetos que satisfaçam o axioma 1, aquele que se processa com um menor conjunto de informações é o melhor. Assim, o conteúdo de informação de um projeto deve ser visualizada como "... a medida de conhecimento necessária para satisfazer um dado requisito funcional a um dado nível da estrutura de requisitos funcionais ..." (SUH, 1990).

Dentro da abordagem do *Axiomatic Design* a discussão do conceito de informação é feita sob a premissa da mesma estar relacionada com a probabilidade de satisfazer os requisitos funcionais, de forma que quanto maior for a probabilidade de se satisfazer um requisito funcional, menor será o conteúdo de informação necessário. Sob esta ótica, o axioma da informação pode matematicamente ser representado como segue:

$$I = \log_2(1/p)\text{, onde:}$$

I = conteúdo de informação

p = probabilidade de se satisfazer uma necessidade específica

Segundo SUH (1990), a definição de informação dada pela equação matemática do axioma 2 é a mesma utilizada na *Teoria da Informação*, citando como fontes de referência as obras *The mathematical theory of communication,* publicada em 1949 por Shannon & Weaver *e Science and information theory*, desenvolvida por Brillouin em 1962.

SUH (1990) acrescenta ainda com relação ao axioma da informação, que nos dias atuais nas mais variadas áreas da engenharia a informação tem sido armazenada tanto na forma de *hardware* como na forma de *software*. Estabelecendo um paralelo histórico, pode-se verificar que nos tempos do modo de produção artesanal, todo conhecimento humano relativo aos meios de

produção eram armazenados em *softwares* que se relacionavam ao nível de habilidade e conhecimento do artesão. Esta era perdurou por um longo período na história, onde o esforço humano estava concentrado em transferir a habilidade e conhecimento do artesão em um conjunto de informações que deveriam estar incorporadas em *hardwares*, tais como elementos mecânicos (cames, engrenagens, redutores, etc), esteiras de transporte, máquinas ferramentas e outros tipos diversos.

Na atualidade, verifica-se com uma intensidade cada vez mais crescente que as informações podem ser armazenadas em sistemas computacionais, prevalecendo em muitos casos o *software* sobre o *hardware.* Segundo SUH (1990), um dos objetivos na área de projeto em engenharia deve ser a partição deste total de informação de maneira que apropriadamente sejam distinguidas em informações relativas a *hardware* e informações relativas a *software,* minimizando o conteúdo especifico de informação, e fazendo assim prevalecer o axioma 2.

3.4.3 **Corolários e teoremas da metodologia do *Axiomatic Design***

Os corolários e teoremas na abordagem do *Axiomatic Design,* derivam-se dos dois axiomas anteriormente definidos e devem ser encarados como regras e/ou princípios a serem seguidos, sendo que muitos deles são observados intuitivamente quando boas práticas de projeto são conduzidas. Uma definição sucinta destas terminologias pode ser dada conforme segue (SUH,1990):

- Corolários: proposições que sucedem dos axiomas ou outras proposições já provadas, sendo válidos quando seus axiomas e etapas dedutivas são válidas.
- Teoremas: proposições que podem não ser auto-evidentes, mas podem ser provados através de axiomas aceitos, sendo válidos quando seus axiomas referentes e etapas dedutivas são válidas.

Os corolários e teoremas a serem descritos observam a aplicação para a área de projetos, sendo que dessa forma alguns apresentam aplicação específica deste campo de saber da engenharia. Este trabalho ira listar todos eles, embora nem todos serão utilizados como base de

fundamentação teórica na construção de um modelo de gestão sistêmica da qualidade. Tal procedimento também foi utilizado por SUH (1990), quando empregou a abordagem do *Axiomatic Design* para modelamento de estruturas organizacionais, como os casos exemplificados em sua obra de projeto organizacional de uma faculdade de engenharia e uma agência governamental de pesquisa (*National Science Foundation).* A relação de corolários e teoremas, bem como suas caracterizações encontram-se representados nas Tabelas 3.2 e 3.3.

Tabela 3.2 : Corolários da abordagem do *Axiomatic Design* (SUH, 1990)

COROLÁRIO 1 : Tornar projetos *coupled* em projetos *decoupled*
⇨ Decomponha ou separe partes ou aspectos de uma solução se os requisitos funcionais estão relacionados ou podem vir a se tornar interdependentes no projeto proposto
COROLÁRIO 2 : Minimização de requisitos funcionais
⇨ Minimize o número de requisitos funcionais e restrições
COROLÁRIO 3 : Integração de partes físicas
⇨ Integre aspectos de projeto em uma única parte física, caso seja possível satisfazer a independência dos requisitos funcionais na solução proposta
COROLÁRIO 4 : Utilização de padronização
⇨ Utilize partes padronizadas ou intercambiáveis se o uso destas partes for consistente com os requisitos funcionais e restrições
COROLÁRIO 5 : Utilização de simetria
⇨ Utilize formas e/ou componentes simétricos, se os mesmos apresentarem consistência com os requisitos funcionais e restrições
COROLÁRIO 6 : Utilização da maior faixa de tolerância
⇨ Especifique a maior faixa de tolerância permitida nos requisitos funcionais definidos
COROLÁRIO 7 : Projetos *uncoupled* com menos informações
⇨ Busque um projeto *uncoupled,* o qual requer menos informações que um projeto *coupled* para satisfazer ao conjunto de requisitos funcionais
COROLÁRIO 8 : Efetiva reangularidade de um escalar
⇨ A efetiva reangularidade R para um escalar de uma matriz dupla ou elemento é a unidade

Tabela 3.3 : Teoremas da abordagem do *Axiomatic Design* (SUH, 1990)

TEOREMA 1 : *Coupling* devido a número insuficiente de parâmetros de projeto
⇨ Quando o número de parâmetros de projeto é menor que o número de requisitos funcionais, podem resultar tanto um projeto *coupled,* como os requisitos funcionais podem não serem satisfeitos
TEOREMA 2 : Decomposição de projetos *coupled*
⇨ Quando um projeto é *coupled* devido a um maior número de requisitos funcionais do que parâmetros de projeto, pode-se decompo-lo pela adição de novos parâmetros de projeto de forma a tornar igual o número de requisitos funcionais e parâmetros de projeto, caso um subconjunto da matriz de projeto contendo *n x n* elementos constitua uma matriz triangular
TEOREMA 3 : Projeto redundante
⇨ Quando existem mais parâmetros de projeto do que requisitos funcionais, o projeto constitui-se um projeto redundante ou projeto *coupled.*
TEOREMA 4 : Projeto ideal
⇨ Em um projeto ideal o número de parâmetros de projeto é igual ao número de requisitos funcionais
TEOREMA 5 : Necessidade de novo projeto
⇨ Quando um dado conjunto de requisitos funcionais é alterado pela adição, substituição ou alteração de um novo requisito funcional ou todo o conjunto de requisitos funcionais, o projeto originado pelos parâmetros de projeto originais não pode satisfazer a este novo conjunto de requisitos funcionais e uma nova solução de projeto deve ser buscada
TEOREMA 6 : Trajeto de independência de um projeto *uncoupled*
⇨ O conteúdo de informação de um projeto *uncoupled* é independente da seqüência pela qual os parâmetros de projeto são alterados para satisfazer a um dado conjunto de requisitos funcionais
TEOREMA 7 : Trajeto de dependência de projetos *coupled* e *decoupled*
⇨ O conteúdo de informação de projetos *coupled* e *decoupled* depende da seqüência pela qual os parâmetros de projeto são alterados e do meio específico de alterações destes parâmetros de projeto
TEOREMA 8 : Independência e tolerância
⇨ Um projeto é considerado *uncoupled* quando a tolerância de projeto especificada é maior do que o definido pela relação abaixo, sendo que neste caso os elementos não diagonais da matriz de projeto podem ser suprimidos das considerações de projeto $\left(\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{n} (\partial FR_i / \partial DP_j) \Delta DP_j \right)$
TEOREMA 9 : Projeto para manufatura
⇨ Para um produto ser manufaturavel, a matriz de projeto [A] do produto (a qual relaciona o vetor FR para o produto com o vetor DP do produto) regula a matriz de projeto [B] para o processo de manufatura (a qual relaciona o vetor DP para o vetor PV do processo de manufatura), devendo originar uma matriz diagonal ou triangular. Conseqüentemente, quando qualquer uma destas matrizes de projeto, seja a matriz [A] ou matriz [B], representam um projeto *coupled,* o produto não deve ser manufaturado

TEOREMA 10 : Modularidade de medidas independentes
⇨ Suponha que a matriz de projeto [DM] possa ser subdividida em matrizes quadradas cujos elementos diferentes de zero pertençam somente à diagonal principal. Então a reangularidade e semangularidade para [DM] são iguais aos produtos de suas correspondentes medidas para cada uma das submatrizes diferentes de zero
TEOREMA 11 : Invariância
⇨ Reangularidade e semangularidade para uma matriz de projeto [DM] são invariantes sob alternativas de ordenamento das variáveis FR e DP, contanto que preserve-se no ordenamento a associação de cada FR com o correspondente DP
TEOREMA 12 : Soma de informação
⇨ A soma de informação para um conjunto de eventos também é informação, desde que probabilidades condicionais próprias sejam utilizadas quando os eventos não são estatisticamente independentes
TEOREMA 13 : Conteúdo de informação do sistema total
⇨ Se cada parâmetro de projeto é estatisticamente independente de outros parâmetros de projeto, o conteúdo de informação do sistema total é a soma de informação de todos os eventos individuais associados ao conjunto de requisitos funcionais que devem ser satisfeitos
TEOREMA 14 : Conteúdo de informação de projeto *coupled versus* projeto *uncouped*
⇨ Quando o estado de requisitos funcionais é alterado dentro do domínio funcional, a informação requerida para a mudança é maior em um processo *coupled* do que para um processo *uncoupled*
TEOREMA 15 : Interface projeto – manufatura
⇨ Quando o sistema de manufatura compromete a independência dos requisitos funcionais do produto, deve-se tanto modificar o projeto do produto como um novo processo de manufatura deve ser projetado e/ou utilizado para que se mantenha a independência dos requisitos funcionais do produto
TEOREMA 16 : Igualdade do conteúdo de informação
⇨ Todo conteúdo de informação que é relevante para o problema de projeto é igualmente importante, indiferente do domínio físico de origem, não devendo ser aplicado nenhum fator de ponderação entre conteúdos de informação

Feitas as considerações conceituais sobre a abordagem do *Axiomatic Design,* o próximo item iniciará a estruturação do modelo de gestão sistêmica da qualidade a ser proposto neste trabalho. Será contextualizada inicialmente uma etapa fundamental neste modelo, a qual refere-se à caracterização dos atributos dos clientes. Para isso serão definidos os grupos de agentes que interagem com o modelo de gestão sistêmica da qualidade e seus principais atributos caracterizados dentro do domínio do cliente.

3.5 Definição e caracterização dos atributos dos clientes

Um modelo de gestão sistêmica da qualidade deve possuir um amplo domínio de abrangência onde seja possível a interação de agentes distintos que podem possuir desejos, necessidades e interpretações diferentes sobre o papel da qualidade dentro de uma organização.

Primeiramente deve-se contextualizar para efeitos deste trabalho que a referência de um modelo de gestão sistêmica da qualidade se dará com abrangência à área de manufatura das empresas, avaliando também seus desdobramentos em áreas de apoio correlatas. Qual seria então as expectativas e necessidades destes agentes que interagem com um modelo de gestão sistêmica da qualidade de uma organização? Tal modelo de gestão sistêmica da qualidade poderia ser projetado para atender a diferentes demandas destes agentes? Seria possível avaliar o desempenho deste modelo de gestão sistêmica da qualidade?

Como ponto inicial deve-se caracterizar quais seriam estes agentes que interagem com um modelo de gestão sistêmica de qualidade em uma organização, bem como descrever quais seriam seus atributos. Dentro do escopo deste trabalho serão definidos quatro grupos de agentes que interagem, direta ou indiretamente, com o modelo de gestão sistêmica da qualidade a nível de uma organização, sendo os mesmos :

- Acionistas da organização
- Colaboradores internos da organização
- Consumidor dos produtos da organização
- Comunidade em que se insere a organização

A interação de um modelo de gestão sistêmica da qualidade daria-se de maneira mais específica nas pontas da estrela com cada grupo de agentes, os quais demandariam atributos distintos como usuários envolvidos direta ou indiretamente com o sistema, tal como ilustrado na Figura 3.7. Dado que também ocorrem interações entre estes grupos de agentes, tais atributos demandados não são definitivos e devem ser alterados à medida que se transcorrem mudanças nas relações inter e/ou intra agentes.

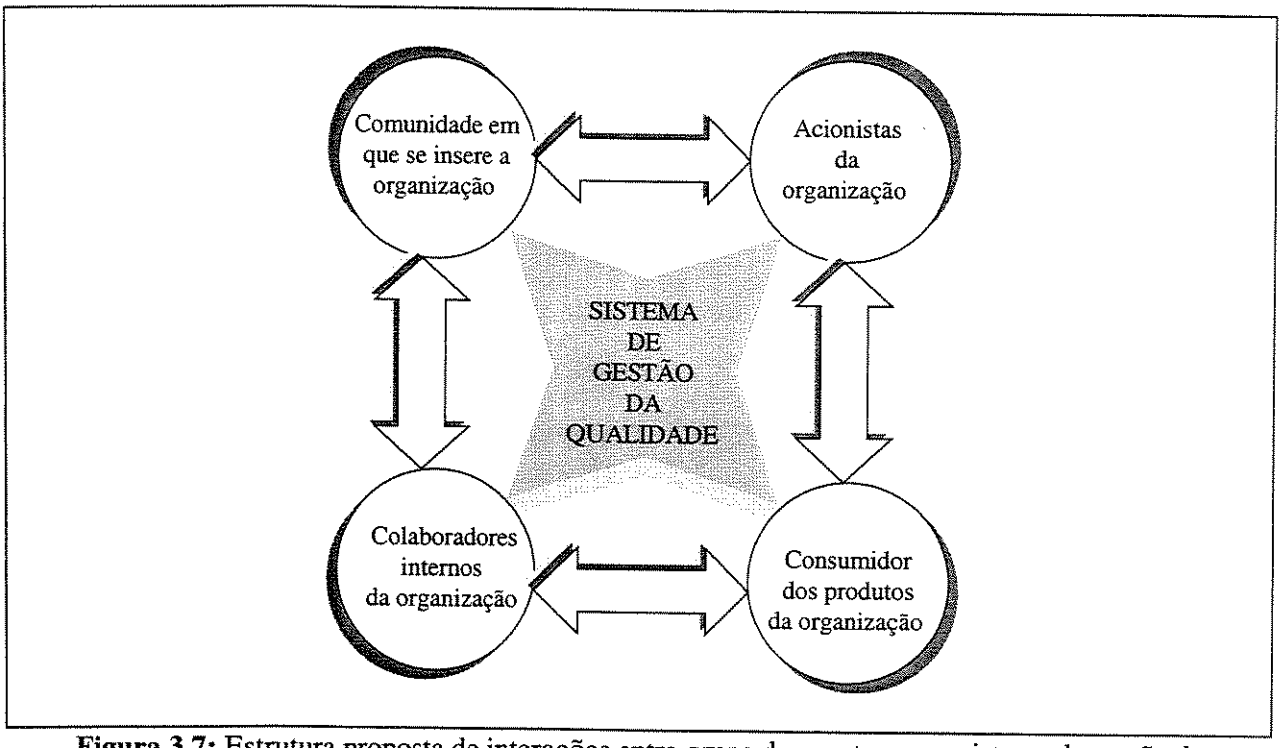


Figura 3.7: Estrutura proposta de interações entre grupo de agentes e um sistema de gestão da qualidade

A abordagem pretendida neste trabalho é centrada em uma visão sistêmica da gestão da qualidade, onde os modelos de sistemas da qualidade devem contemplar os grupos de agentes que interagem com o mesmo, bem como serem estruturados de forma a absorver as mudanças relacionais que possam ocorrer, podendo então cada modelo de gestão sistêmica da qualidade ter aspectos e características distintas. Dessa forma, cabe inicialmente dentro da metodologia do *Axiomatic Design,* definir quais seriam os atributos do cliente (CAs) para os grupos de agentes citados, caracterizando como se daria esta interação com um modelo de gestão sistêmica da qualidade em uma organização. Dessa forma segue:

A) Acionistas da organização

Fundamentalmente o papel do acionista dentro da lógica de um sistema capitalista esta baseado na premissa de auferir lucros para um dado investimento efetuado, considerando a possibilidade destes lucros serem auferidos no menor prazo de tempo possível após concretizados os investimentos, ou seja, os acionistas estariam buscando maneiras de maximização do retorno sobre os investimentos. Dessa forma, poderia-se definir como um atributo do cliente relativo aos

acionistas:

CA 1 $_{AC}$: maximizar o retorno sobre os investimentos

Sendo assim, como um modelo de gestão sistêmica da qualidade influiria no CA 1 $_{AC}$ definido? Poderia influir no sentido de proporcionar vantagens competitivas que possibilitassem à organização dispor de estratégias que a tornassem uma empresa com um desempenho acima da média da indústria em que atua, auferindo assim lucros superiores aos seus concorrentes que poderiam ser distribuídos aos acionistas de forma a maximizar a taxa de retorno sobre o investimento.

Cabe aqui uma contextualização em termos de estratégias genéricas que a empresa poderia adotar, conforme já discutido no capítulo II deste trabalho, a qual poderia seguir a abordagem definida por PORTER (1980), embora novas propostas (HAMEL, 1996) também pudessem ser contempladas. Neste sentido, as estratégias genéricas seriam dadas por:

a) Liderança por custo: nesta abordagem a empresa torna-se um competidor através da exploração de vantagens advindas do baixo custo, devendo o modelo de gestão sistêmica da qualidade contemplar esta questão principalmente utilizando-se de enfoques em diminuição e/ou eliminação de perdas e retrabalhos; ineficiências operacionais; diminuição de defeitos de produtos e outra fontes geradoras de despesas causadas pela má qualidade.
b) Diferenciação: a abordagem adotada neste caso é a seleção de atributos que os clientes julguem importantes para a organização, posicionando-se de maneira singular para satisfazer estas necessidades e, portanto, buscando destacar-se dentro de sua indústria. Neste caso, o modelo de gestão sistêmica da qualidade deve contemplar tais aspectos diferenciadores, dentro os quais pode-se relacionar a certificação em sistemas de qualidade específicos para segmentos industriais (QS 9000, EAQF, AVSQ, VDA 6.1, etc.); exigências de mercados econômicos (Mercosul, NAFTA, CEE, etc.); programas institucionais de prêmios da qualidade (Prêmio Malcom Balbridge, PNQ, Prêmio Europeu da Qualidade, *Shingo Prize,* etc.); políticas governamentais de incentivos e outros.

c) Enfoque: nesta abordagem a empresa segmenta um ou mais setores de atuação em uma indústria, adaptando sua atuação à lógica competitiva destes segmentos. Neste caso o modelo de gestão sistêmica da qualidade deve estar apto a contemplar aspectos relativos às estratégias de liderança por custo e por diferenciação, dependendo do segmento industrial em que a empresa ira atuar, tornando-se ainda mais importante contemplar diferentes atributos do cliente.

B) Colaboradores internos da organização

Neste grupo se enquadram todos os membros de uma organização, em todos os níveis hierárquicos, cuja interação com o modelo de gestão sistêmica da qualidade se dará em diferentes dimensões (elaboração, implementação, execução, avaliação, etc.). Este grupo tem fundamental responsabilidade dentro da abordagem proposta de estruturação deste modelo, a qual esta baseada em competências e atribuições inerentes à hierarquia funcional ocupada dentro da organização. De maneira geral, pode-se estabelecer dentro deste grupo de colaboradores internos da organização 04 níveis hierárquicos distintos:

- Nível de diretoria
- Nível de gerência
- Nível de planejamento e apoio
- Nível de execução

Do ponto de vista de interação com o modelo de gestão sistêmica da qualidade, tais níveis hierárquicos teriam diferentes atributos e expectativas que demandariam aspectos distintos podendo-se relacionar como principais características:

b.1) Nível de diretoria: representa dentro da organização os interesses dos acionistas, tendo como função principal criar estratégias organizacionais que possibilitem a concretização destes interesses, podendo definir como principal atributo do cliente para este nível hierárquico:

CA 1 $_{CND}$: criar estratégias organizacionais para a prosperidade do negócio

Assim, o nível de diretoria teria uma relação com o modelo de gestão sistêmica da qualidade na qual fosse possível potencializar tais estratégias organizacionais para a prosperidade do negócio, cabendo aqui ressaltar que tais estratégias organizacionais deveriam estar contextualizadas dentro das estratégias genéricas para a competitividade dentro da indústria, já citadas no item anterior.

b.2) Nível de gerência: este nível hierárquico é responsável pela coordenação da aplicação das táticas específicas aos setores da organização, as quais se desdobraram das estratégias específicas propostas ao nível de diretoria. Neste nível da hierarquia a competência e responsabilidade pela coordenação na condução das táticas restringe-se a cada unidade gerencial envolvida, podendo em alguns casos envolver mais de uma unidade gerencial. Dessa forma, como principal atributo do cliente deste nível hierárquico de gerência pode-se definir:

CA 1 $_{CNG}$: coordenar a aplicação de táticas para a melhoria de desempenho organizacional

O relacionamento do nível gerencial com o modelo de gestão sistêmica da qualidade passaria a se dar de forma mais determinística, onde características e especificidades deste modelo seriam definidos como agentes promotores das táticas específicas para a melhoria de desempenho de cada unidade gerencial. Além disto, é neste nível hierárquico que se daria a criação de outras características que fossem desejáveis a um modelo de gestão sistêmica da qualidade e que tivessem aplicação restrita à melhoria do desempenho das unidades gerenciais de forma individualizada.

Desnecessário ressaltar a importância do papel desempenhado por este nível hierárquico na estruturação do modelo de gestão sistêmica da qualidade, pois além de coordenar a implantação das táticas específicas, deve-se agir no sentido de diminuir as potenciais divergências inter-unidades gerenciais, mantendo-se um alinhamento com as estratégias estabelecidas pelo nível de diretoria.

b.3) Nível de apoio e planejamento operacional: neste nível se dá a implementação das táticas

especificadas pelo nível gerencial. Deve-se ter como principal atributo do cliente:

CA 1 $_{CNAPO}$: implementar táticas para a melhoria de desempenho organizacional

O relacionamento deste nível de apoio e planejamento operacional com um modelo de gestão sistêmica da qualidade dar-se-ia fundamentalmente através da implementação de técnicas e ferramentas específicas para a promoção da melhoria de desempenho das unidades gerenciais, estando sujeito ao cumprimento de cronogramas, metas e parâmetros de desempenho. Este nível também desempenha um papel importante na cadeia de informações da organização, sendo um elo de interação entre níveis hierárquicos (gerencial e execução).

b.4) Nível de execução: relaciona-se diretamente com o(s) processo(s) produtivo(s) relativo(s) ao(s) negócio(s) da organização. Deve-se ter como principal atributo:

CA 1 $_{CNE}$: executar as tarefas propostas para a melhoria do desempenho organizacional

A relação deste nível hierárquico com um sistema de gestão da qualidade se dará na forma de executor das diretrizes definidas, devendo-se preservar e incentivar a participação deste nível hierárquico em questões que estejam ligadas ao(s) processo(s) produtivo(s) da organização. Efetivamente, é a este nível hierárquico que se dará a concretização das propostas em ações, objetivando melhorias de desempenho organizacional .

b.5) Todos os níveis hierárquicos citados demandariam de um modelo de gestão sistêmica da qualidade um requisito em comum que estaria relacionado com um melhor atendimento de suas expectativas, ou seja, estariam buscando melhorar a condição de atendimento de seus atributos como cliente. Dessa forma, poderia-se definir como um atributo de cliente comum a todos os níveis hierárquicos da organização:

CA 1 $_{TNC}$: melhoria contínua no desempenho de suas atividades

C) Consumidor dos produtos da organização

Neste grupo se enquadram os clientes externos da organização, ou seja, aqueles que demandarão o produto da organização, sendo este grupo vital para a existência da organização, pois não existirão vendedores de um produto se não houver compradores para o mesmo. Contudo, o que faz com que um consumidor adquira o produto da empresa A e não o produto da empresa B, C ou D? Certamente esta questão, bem como seus desdobramentos, tem sido um dos assuntos mais debatidos no campo das relações econômicas em todos os tempos, sem que se haja obtido um modelo único e generalizável, que pudesse ser aplicado em todos os casos. Como já mencionado anteriormente, o escopo de abrangência deste trabalho restringe-se aos aspectos que envolvam sistemas de manufatura de uma organização, sendo que posto esta premissa, poderia-se considerar como atributos dos consumidores de produtos de uma organização:

CA 1 $_{CLT}$: adquirir produtos que contemplem suas necessidades de valor percebido

CA 2 $_{CLT}$: receber produtos segundo as expectativas estabelecidas

Com certeza este é um dos pontos principais da discussão deste trabalho, ou seja, a necessidade das organizações estruturarem sistemas de gestão da qualidade advém principalmente de exigências e demandas específicas de seus clientes consumidores de produtos, sejam estes consumidores de produtos acabados ou consumidores intermediários da cadeia produtiva em que se insere a organização. Poderia-se argumentar que a qualidade deveria ser um pré-requisito básico para qualquer organização nos tempos atuais, independentemente das exigências de seus clientes externos. Contudo, uma organização que busca alcançar uma visão sistêmica da qualidade estará na essência procurando uma diferenciação que permita obter vantagens competitivas que possibilitem-na auferir lucros maiores, as quais adviriam de uma maior adequação aos requisitos demandados por seus clientes, podendo assim aumentar o faturamento da organização. Este trabalho assumira esta abordagem de comportamento competitivo das empresas, no que tange a abordagem da gestão da qualidade.

Dessa forma, o grupo de consumidores de produtos de uma organização interagiria com o

Tabela 3.4: Grupos de agentes e atributos do cliente relativos a um modelo de gestão sistêmica da qualidade

Grupo de Agentes	Atributos do Cliente	
	Sigla	**Descrição**
• Acionistas da organização	CA 1 $_{AC}$	Maximizar o retorno sobre o investimento
• Colaboradores internos da organização	CA 1 $_{CND}$	Criar estratégias organizacionais para a prosperidade do negócio (Nível hierárquico de diretoria)
	CA 1 $_{CNG}$	Coordenar a aplicação de táticas para a melhoria de desempenho organizacional (Nível hierárquico de gerência)
	CA 1 $_{CNAPO}$	Implementar táticas para a melhoria de desempenho organizacional (Nível hierárquico de apoio e planejamento operacional)
	CA 1 $_{CNE}$	Executar as tarefas propostas para a melhoria do desempenho organizacional (Nível hierárquico de execução)
	CA 1 $_{TNC}$	Melhoria contínua no desempenho de suas atividades (todos níveis hierárquicos da organização)
• Consumidor dos produtos da organização	CA 1 $_{CLT}$	Adquirir produtos que contemplem necessidades de valor percebido
	CA 2 $_{CLT}$	Receber produtos segundo expectativas estabelecidas
• Comunidade em que a organização se insere	CA 1 $_{COM}$	Coexistência harmoniosa com a organização

Feita a caracterização do domínio do cliente e de seus atributos (CAs) considerados com relação a um modelo de gestão sistêmica da qualidade, dentro do escopo proposto neste trabalho, define-se assim uma etapa importante e fundamental na estruturação e caracterização do modelo. No próximo item será estruturado o modelo de gestão sistêmica da qualidade, definindo-se os requisitos funcionais (FRs) e parâmetros de projeto (DPs), caracterizados respectivamente dentro de seus domínios funcional e físico. Serão desenvolvidas também as matrizes de projeto que indicam os relacionamentos entre FRs e DPs em um dado nível da estrutura hierárquica.

modelo de gestão sistêmica da qualidade da organização no sentido de garantir que suas necessidades de valor percebido e expectativas com relação ao produto pudessem ser preservadas, tanto na aquisição quanto no recebimento de produtos. Como, tanto o valor percebido e expectativas podem variar entre os consumidores, uma organização deveria estruturar o modelo de gestão sistêmica da qualidade de maneira a possibilitar o atendimento destas demandas de seus diferentes clientes.

D) Comunidade em que se insere a organização

Este grupo seria definido pelo conjunto da sociedade que a organização atinge, sendo que da atuação da organização ocorreriam ações que poderiam influir, direta ou indiretamente, nos mais diferentes aspectos econômicos e/ou sociais da comunidade. O principal atributo que esta comunidade demandaria da organização seria:

CA 1 $_{COM}$: coexistência harmoniosa com a organização

Dessa forma, o sistema de gestão da qualidade da organização deveria atender este atributo, garantindo que as operações da organização não interferissem no equilíbrio harmonioso desta comunidade, preservando aspectos relativos a: riscos de segurança, condições salubres de operação, impactos ao meio ambiente e outros que tivessem relação com o modo de produção da organização. Deve-se ressaltar que a comunidade em que se insere a organização teria certamente outros atributos de cliente que estariam relacionados a aspectos sociais diversos que não serão contemplados dentro do escopo deste trabalho, no que tange a um modelo de gestão sistêmica da qualidade. Dentre estes atributos poderia-se citar alguns, tais como: oferecimento de empregos com remuneração adequada, melhoria das condições de infraestrutura urbana comunitária (energia elétrica, saneamento básico, pavimentação, etc.), melhoria das condições de saúde pública da comunidade, práticas de filantropia e/ou de utilidade pública, promoção de eventos de interesse da comunidade e outros.

A Tabela 3.4 relaciona os atributos dos clientes (CAs) para os 04 grupos de agentes que interagem com um modelo de gestão sistêmica da qualidade de uma organização.

3.6 Aplicação da metodologia do *Axiomatic Design* para projeto de um modelo de gestão sistêmica da qualidade.

Neste item será ilustrada a aplicação da metodologia do *Axiomatic Design*, cujos princípios e fundamentos foram descritos anteriormente neste capítulo, visando projetar um modelo de gestão sistêmica da qualidade. Como premissa básica será assumido que uma empresa deve satisfazer seus clientes para que possa competir pela sua sobrevivência e prosperidade no(s) mercado(s) em que atua.

Dessa forma, uma visão da gestão sistêmica da qualidade seria um dos aspectos que contribuiriam como possível vantagem competitiva, devendo tal visão sistêmica estar alinhada com a satisfação dos clientes. Os atributos dos clientes (CAs) considerados para efeitos deste trabalho foram definidos no item anterior deste capítulo, sendo que os mesmos serão mapeados no domínio funcional para o estabelecimento dos requisitos funcionais (FRs) e os correspondentes parâmetros de projeto (DPs).

No desenvolvimento deste item são relatadas as etapas e procedimentos adotados na elaboração do modelo de gestão sistêmica da qualidade, bem como descriminadas as matrizes de projeto e as informações relativas aos relacionamentos estabelecidos entre FRs e DPs.

3.6.1 Determinação de FRs no domínio funcional e mapeamento de DPs no domínio físico do 1° nível da estrutura hierárquica.

O primeiro passo no projeto de um modelo de gestão sistêmica da qualidade é a determinação de um requisito funcional de mais alto nível da estrutura hierárquica no domínio funcional. Toda a estruturação do modelo de gestão sistêmica da qualidade dependerá da escolha deste requisito funcional de mais alto nível, pois os níveis inferiores serão desdobrados a partir deste requisito funcional escolhido

No caso deste trabalho, foi definido o seguinte requisito funcional como o de mais alto

nível na estrutura hierárquica:

FR1 : Maximizar o retorno sobre o investimento

A escolha deste requisito funcional como o de mais alto nível na estrutura hierárquica deu-se em função de dois aspectos principais:

a) Tal requisito funcional representa um atributo de cliente (CA 1_{AC}) relativo aos acionistas da organização, os quais constituem um grupo de agentes que interagem com um sistema de gestão de qualidade de uma empresa. Assim, sob tal ponto de vista, a escolha deste FR1 já estaria representando o atendimento das necessidades de um grupo de clientes da empresa.

b) A definição deste FR1 parte do pressuposto, dentro da lógica de economias capitalistas, que o sentido das organizações com fins lucratícios é de remunerar adequadamente o capital investido pelos acionistas. Além disso, este trabalho parte da premissa que a partir do ponto em que fosse possível a uma empresa gerar lucros e atender aos atributos de cliente do grupo de acionistas, garante-se a existência desta empresa. A partir disto criam-se as condições para que os atributos de clientes de outros grupos de agentes (colaboradores internos da organização, consumidor dos produtos da organização e comunidade em que a organização se insere) também pudessem ser contemplados à medida que se desse a decomposição em níveis inferiores da estrutura hierárquica, do requisito de mais alto nível.

Após a definição do requisito funcional de mais alto nível na estrutura hierárquica do domínio funcional, procede-se ao mapeamento no domínio físico de quais poderiam ser os parâmetros de projeto que poderiam atender a FR1 a este nível hierárquico. Cabe ressaltar que o FR1 definido pode ser atendido por diferentes linhas de abordagem, contudo o que se propõe neste trabalho é a criação de um modelo de gestão sistêmica da qualidade que pudesse propiciar à empresa obter vantagens competitivas, atendendo aos atributos de seus clientes. Neste sentido, o parâmetro de projeto definido no domínio físico para atender FR1 é dado por:

DP1 : Modelo de gestão sistêmica da qualidade

3.6.2 **Estabelecimento do 2º nível da estrutura hierárquica: decomposição de FR1 pelo processo de *zig zag* e determinação dos correspondentes parâmetros de projeto.**

Tendo definido o requisito funcional FR1 e o correspondente parâmetro de projeto DP1, os quais representam os mais altos níveis na estrutura hierárquica de domínios funcional e físico respectivamente, a etapa seguinte dentro da abordagem do *Axiomatic Design* é conduzir o processo de *zig zag*, ou seja, retornar do domínio físico para o domínio funcional caso o parâmetro de projeto não possa ser implementado sem posteriores detalhamentos no projeto. Os níveis inferiores subseqüentes da estrutura hierárquica obedecem ao mesmo procedimento, ou seja, decomposição de FRs resultando em novos requisitos funcionais necessários à implementação de DPs, que por sua vez determinarão novos parâmetros de projeto em níveis inferiores.

Para a decomposição de FR1 faz-se necessário preliminarmente algumas considerações com respeito ao conceito de retorno sobre o investimento. A denominada taxa de retorno sobre o investimento, comumente indicada pela sigla ROI (abreviatura da expressão *return over investiment*) foi desenvolvida e aplicada inicialmente no inicio do século XX na empresa Du Pont Company, como um importante indicador contábil que possibilitava uma indicação geral do sucesso comercial de suas unidades operacionais e da organização como um todo (JOHNSON & KAPLAN, 1987), sendo que naquela época representou uma inovação contábil perdurando até os dias atuais como um importante indicador contábil de desempenho financeiro de uma empresa.

Apesar do enfoque da taxa do ROI poder ser desdobrado em um indicador financeiro de grande utilização em análises contábeis quando considera o valor de vendas (ROI = Margem de Lucro x *turnover* do ativo), para efeitos deste trabalho não serão considerados tais detalhamentos contábeis, tomando-se a taxa do ROI em sua forma original consolidada, adaptada com relação ao enfoque no sistema produtivo, sendo dessa forma caracterizada por:

ROI = (Receita de venda de produto – Gastos na produção) / Investimento na produção

Deve-se ressaltar que a consideração de investimento na produção visa enfocar aspectos considerados relevantes para o desenvolvimento deste trabalho e que focalizem a questão na área produtiva de uma empresa, embora não possam ser descartados como importantes investimentos de uma empresa as áreas comerciais e de pós venda, os quais não serão abordados dentro do escopo do modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade.

Feitas tais considerações e dada a decomposição do requisito funcional FR1 (maximizar o retorno sobre o investimento), os requisitos funcionais determinados no 2° nível da estrutura hierárquica do domínio funcional são dados por:

FR11: Aumentar a receita de venda de produtos

FR12: Minimizar gastos na produção

FR13: Minimizar investimentos na produção

Procede-se agora à definição dos correspondentes parâmetros de projeto, sendo que os mesmos representam uma decomposição de DP1 (modelo de gestão sistêmica da qualidade) no domínio físico, e são dados por:

DP11: Produtos que maximizam a satisfação do cliente

DP12: Estabelecimento de um custo alvo do produto

DP13: Avaliação sistêmica do investimento na produção

Os produtos que maximizam a satisfação do cliente (DP11) serão aqueles produtos que terão sua preferência de compra, de forma que baseado em critérios pessoais o consumidor buscará maximizar a sua satisfação no ato da compra do produto. Assim, produtos que maximizam a satisfação do cliente (DP11) permitem aumentar a receita de vendas de produtos (FR11). Além disso, a partir do ponto em que se maximiza a satisfação do consumidor, tem-se menores alterações de produtos, menores necessidades promocionais, maior adequação e direcionamento dos recursos produtivos voltados para a satisfação do cliente, etc. Esta situação também possibilita uma otimização na utilização da capacidade produtiva, propiciando uma adequação dos investimentos que serão feitos para atender uma demanda direcionada pelo mercado, atendendo assim ao consumidor no que ele deseja e no tempo em que necessita. Dessa

forma, produtos que maximizam a satisfação do cliente (DP11), possibilitam também minimizar gastos da produção (FR12) e investimentos na produção (FR13).

O estabelecimento de um custo alvo do produto (DP12) esta condicionado ao preço que o mercado estaria disposto a pagar pelo produto, influindo assim em um parâmetro de inserção e concorrência do produto no mercado, ou seja, o preço alvo. Quanto menor for o preço alvo do produto comparativamente aos produtos concorrentes, maior poderá ser a vantagem competitiva do produto baseado no aspecto preço ao consumidor. Assim , o estabelecimento de um custo alvo do produto (DP12) possibilita minimizar gastos na produção (FR12) e minimizar investimentos na produção (FR13), já que um produto só será produzido a partir do ponto em que seu custo de produção seja menor ou igual ao custo alvo definido pelas condições do mercado.

A avaliação sistêmica do investimento na produção (DP13) esta pautada na premissa de otimização de investimentos visando obter um maior retorno financeiro para o capital investido, ou seja, para um dado capital investido busca-se conferir ao sistema produtivo flexibilidade tanto a nível de capacidade produtiva, como também a nível de diversidade do *mix* de produção. Dessa forma, dentro da visão proposta neste trabalho, a avaliação sistêmica do investimento na produção (DP13) possibilitaria minimizar investimentos na produção (FR13).

Tendo sido determinado o conjunto de FRs e DPs, deve-se determinar a matriz de projeto e verificar se a mesma observa o Axioma da Independência, sendo que para este caso teria-se a seguinte situação:

$$\begin{Bmatrix} FR\,11 \\ FR\,12 \\ FR\,13 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & 0 \\ X & X & 0 \\ X & X & X \end{bmatrix} . \begin{Bmatrix} DP\,11 \\ DP\,12 \\ DP\,13 \end{Bmatrix} \qquad \text{(matriz 1)}$$

Observando-se que X indica um forte relacionamento entre FR e DP, verifica-se tratar de um projeto *decoupled* caracterizado pela matriz triangular, o qual satisfaz o Axioma da Independência.

3.6.3 **Estabelecimento do 3º nível da estrutura hierárquica: decomposição de FR11, FR12 e FR13 pelo processo de *zig zag* e determinação dos correspondentes parâmetros de projeto.**

A partir do 2 ° nível da estrutura hierárquica pode-se visualizar a formação de 03 ramos originados respectivamente por FR11, FR12 e FR13, sendo que cada ramo atende ao requisito funcional de mais alto nível (FR1), o qual busca maximizar o retorno sobre o investimento. Cada ramo exercerá influências distintas no modelo de gestão sistêmica da qualidade (DP1), sendo por isso analisados neste trabalho de forma individualizada.

3.6.3.1 **Ramo de aumento da receita de vendas**

A receita de vendas de um produto pode ser dada por:

Receita de Vendas = Preço de venda do produto x Volume de produtos vendidos

De maneira generalizada, para um *mix* de *n* produtos teria-se:

$$RTV = \sum_{i=1}^{n} (PPi \times VPi), \text{ onde:}$$

RTV : Receita total de vendas

PP : Preço de venda do produto

VP : Volume de venda do produto

A decomposição de FR11 (aumentar a receita de venda de produtos), deve ser feita considerando o parâmetro de projeto definido DP11 (produtos que maximizem a satisfação do cliente), os quais irão gerar a necessidade de decomposição posteriores. Em função da relação anteriormente estabelecida entre RTV, PP e VP, pode-se verificar que o aumento da receita de vendas daria-se através dos seguintes requisitos funcionais:

FR111: Maximizar o preço em função do valor percebido do cliente

FR112: Aumentar a quantidade de produtos vendidos (aumento de *market share*)

Tendo definido os requisitos funcionais FR111 e FR112 no domínio funcional, o passo seguinte é a caracterização dos correspondentes parâmetros de projeto (DPs) que satisfaçam tais requisitos funcionais, estabelecendo o 3° nível hierárquico da estrutura de domínio físico, a qual é dada por:

DP111: Diferenciação do produto

DP112: Produtos com maior aceitação no mercado

Para se maximizar o preço em função do valor percebido pelo cliente (FR111), deve-se estabelecer uma diferenciação do produto (DP111) a qual possibilitaria contemplar o conjunto de valores do cliente quando do ato da efetivação da compra do produto, ressaltando que esta maximização teria um preço máximo aceitável que se daria em função do estabelecimento de relações entre aspectos tangíveis e intangíveis do conjunto de valores do cliente. A diferenciação do produto (DP111) também pode aumentar a quantidade de produtos vendidos (FR112) à medida que novos potenciais clientes possam se sentir positivamente influenciados pelos clientes cativos ou serem atraídos pelas estratégias de *marketing* adotadas.

Para se aumentar a quantidade de produtos vendidos (FR112), deve-se buscar implementar ações que façam com que os produtos tenham uma maior aceitação no mercado (DP112), ressaltando-se que este trabalho adota a premissa da livre concorrência de mercados, o que impediria ou minimizaria a formação de mercados oligopolistas.

A matriz de projeto para o conjunto de FRs e DPs definidos ao 3° nível da estrutura hierárquica com relação ao ramo de aumento de receitas de vendas seria dado por:

$$\begin{Bmatrix} FR111 \\ FR112 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ X & X \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} DP111 \\ DP112 \end{Bmatrix} \qquad \text{(matriz 2)}$$

Caracteriza-se uma matriz de projeto *decoupled,* satisfazendo o Axioma da Independência.

3.6.3.2 **Ramo de minimização de gastos na produção**

Pode-se definir gastos como "... sacrifício financeiro com que a entidade arca para a obtenção de um produto ou serviço qualquer, sacrifício esse representado por entrega ou promessa de entrega de ativos (normalmente dinheiro)" (MARTINS, 1993).

Os gastos podem ser classificados pela terminologia contábil como: investimento, custo, despesa, desembolso e perda. Contudo, apesar desta diferença terminológica, usualmente se adota como conceito de custos aqueles gastos relativos ao consumo na produção, ao passo que as despesas seriam aqueles gastos que se destinam às fases de administração, esforço de vendas e financiamento. Esse é um conceito extremamente amplo e que se aplica a todos os bens e serviços recebidos pela empresa.

O escopo deste trabalho se restringirá ao foco na produção, definindo-se dessa forma os seguintes requisitos funcionais desdobrados de FR12 (minimizar gastos na produção):

FR121: Definir o custo alvo da produção

FR122: Estabelecer limites de despesas administrativas na produção

Tendo definido tais requisitos funcionais no domínio funcional, os correspondentes parâmetros de projeto serão decompostos de DP12 (estabelecimento de um custo alvo do produto), originando assim o 3° nível hierárquico da estrutura de domínio físico para o ramo de minimização de gastos na produção:

DP121: Enfoque baseado na gestão total de custos

DP122: Gerenciamento das despesas administrativas da produção

O enfoque baseado na gestão total de custos (DP121) fundamenta-se na análise de custos sob um contexto mais amplo do enfoque meramente contábil-financeiro, incluindo elementos de análise estratégicas da empresa, direcionando a contabilidade gerencial para exercer um papel

relevante ao êxito da empresa, considerando outros fatores relevantes à empresa e possibilitando uma alocação de custos mais acurada dentro do processo produtivo. Dentro desta contextualização do enfoque baseado na gestão total de custos deve-se então definir o custo alvo da produção (FR121).

O gerenciamento das despesas administrativas da produção (DP122), buscaria estabelecer um controle sobre possíveis reduções no patrimônio líquido da empresa, haja vista que a lógica contábil de abatimento de despesas é direto do Resultado, quando se adota procedimentos baseados em sistemas de custeio total com bases de rateio por absorção ou taxas (MARTINS, 1993). Dessa forma, o gerenciamento das despesas administrativas da produção (DP122) poderia estabelecer bases para que a empresa criasse políticas que visassem estabelecer limites de despesas administrativas na produção (FR122), ressaltando que dentro do escopo deste trabalho não serão abordadas os enfoques de despesas relativas ao esforço de vendas e financiamentos.

A matriz de projeto para o conjunto de FRs e DPs definidos no 3° nível hierárquico com relação ao ramo de minimização de gastos na produção seria dado por:

$$\begin{Bmatrix} FR121 \\ FR122 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} DP121 \\ DP122 \end{Bmatrix} \qquad \text{(matriz 3)}$$

Esta caracteriza-se como um matriz de um projeto *uncoupled*, a qual satisfaz o Axioma da Independência.

3.6.3.3 **Ramo de minimização de investimento na produção**

Pode-se definir investimento como "... gasto ativado em função de sua vida útil ou de benefícios atribuíveis a futuro(s) período(s)". Assim, são denominados de investimentos todos os gastos que podem ser incorporados nos ativos da empresa para baixa ou amortização quando de sua venda, consumo, desaparecimento ou de sua desvalorização (MARTINS,1993).

Neste sentido, o requisito funcional FR13 (minimizar investimentos na produção) pode ser decomposto no domínio funcional, considerando o correspondente parâmetro de projeto DP13 (avaliação sistêmica do investimento na produção), os quais irão gerar necessidades de decomposição, definindo-se os seguintes requisitos funcionais de 3° nível na estrutura hierárquica:

FR131: Avaliar investimentos em bens de capital

FR132: Reduzir investimentos em matéria prima e insumos

FR133: Avaliar investimentos em infraestrutura operacional

Tendo-se definido os requisitos funcionais FR131, FR132 e FR133 no domínio funcional, parte-se para a definição dos correspondentes parâmetros de projeto que satisfaçam tais requisitos funcionais e que representem uma decomposição de DP13 (avaliação sistêmica do investimento na produção), estabelecendo assim o 3° nível na estrutura hierárquica do domínio físico, o qual é dado por:

DP131: Ênfase na aquisição de equipamentos adaptáveis às alterações da demanda

DP132: Ênfase na operação com baixos níveis de inventário

DP133: Ênfase na implantação de instalações e *facilities* adaptáveis à mudança

A ênfase na aquisição de equipamentos adaptáveis às alterações da demanda (DP131), possibilita avaliar os investimentos em bens de capital (FR131), sob a ótica da aquisição de máquinas e equipamentos cuja capacidade produtiva estivesse dimensionada para atender a demanda do cliente, apresentando baixa complexidade na configuração e operação, reduzindo-se a necessidade de automação rígida incorporada e/ou de suporte aos bens de capital. A aquisição destes equipamentos adaptáveis às alterações da demanda também conduziria a uma necessidade de se avaliar os investimentos em infraestrutura operacional (FR133), devendo-se considerar estas novas perspectivas.

A ênfase na operação com baixos níveis de inventário (DP132) permitiria reduzir investimentos em matéria prima e insumos (FR132), dada a operação dentro dos preceitos do *just in time* e estabelecimento de níveis mínimos operacionais de inventário (estoques de matéria

prima, material em processo e produtos acabados). Também permitiria se avaliar investimentos em infraestrutura operacional (FR133), pois demandariam situações distintas de atividades de apoio à logística de gestão de materiais.

A ênfase na implantação de instalações e *facilities* adaptáveis à mudança (DP133), permitiria avaliar investimentos em infraestrutura operacional (FR133), considerando que as alterações de *lay out* fabril que viessem a ocorrer utilizassem a infraestrutura operacional (instalações elétricas, redes de ar comprimido e água, sistemas de refrigeração, sistemas de coletas de resíduos, etc) já existentes.

Assim, a matriz de projeto para o conjunto de FRs e DPs definidos no 3° nível da estrutura hierárquica com relação ao ramo de minimização de investimento na produção seria dada por:

$$\begin{Bmatrix} FR\,131 \\ FR\,132 \\ FR\,133 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & 0 \\ 0 & X & 0 \\ X & X & X \end{bmatrix} . \begin{Bmatrix} DP131 \\ DP132 \\ DP133 \end{Bmatrix} \qquad \text{(matriz 4)}$$

Caracteriza-se assim uma matriz triangular de um projeto *decoupled,* o qual satisfaz o Axioma da Independência.

Embora reconhecendo a importância da necessidade das empresas gerirem adequadamente seus inventários, a discussão pormenorizada deste assunto não esta dentro do escopo deste trabalho, sendo caracterizado que o parâmetro de projeto DP132 satisfaz a este nível hierárquico o requisito funcional FR132, não prosseguindo com decomposições posteriores neste segmento do ramo de minimização de investimentos na produção.

3.6.4 **Estabelecimento do 4° nível da estrutura hierárquica: decomposição de FR111, FR112, FR121, FR122, FR131 e FR133 pelo processo de *zig zag* e determinação dos correspondentes parâmetros de projeto.**

O estabelecimento do 4° nível da estrutura hierárquica dá-se mantendo os ramos anteriormente definidos, decompondo-se os requisitos funcionais estabelecidos no 3° nível da estrutura hierárquica que são passíveis de decomposição dentro do escopo deste trabalho, ou seja: FR111 (maximizar o preço em função do valor percebido do cliente), FR112 (aumentar a quantidade de produtos vendidos), FR121 (definir o custo alvo da produção), FR122 (estabelecer limites de despesas administrativas na produção), FR131 (avaliar investimentos em bens de capital) e FR133 (avaliar investimentos em infraestrutura operacional).

3.6.4.1 **Ramo de aumento da receita de vendas**

A decomposição dos requisitos funcionais FR111 (maximizar o preço em função do valor percebido do cliente) e FR112 (aumentar a quantidade de produtos vendidos), deve ser feita considerando os parâmetros de projeto DP111 (diferenciação do produto) e DP112 (produtos com maior aceitação no mercado), os quais irão gerar a necessidade de decomposição em novos requisitos funcionais conforme segue:

a) Decomposição de FR111 (maximizar o preço em função do valor percebido do cliente) e DP111 (diferenciação do produto).

O requisito funcional FR111 pode ser decomposto conforme segue:

FR1111: Diferenciar o preço em função de valores tangíveis exigidos pelo cliente

FR1112: Diferenciar o preço em função de valores intangíveis percebidos pelo cliente

Os correspondentes parâmetros de projeto, resultantes da decomposição de DP111, seriam dados por:

DP1111: Produtos em conformidade com as expectativas do cliente

DP1112: Produtos com maior qualidade percebida pelo cliente

Conforme abordado no capítulo II (item 2.2) deste trabalho, a vantagem competitiva de uma empresa basicamente origina-se à medida que esta empresa é capaz de criar valor para seus clientes (PORTER, 1992). A natureza da criação de valor pode estar ligada tanto a aspectos tangíveis (preços dos insumos, prazos de entrega, conformidade às características de projeto, etc.) como também a aspectos intangíveis (reputação da empresa, marca, cultura organizacional, etc.).

Neste sentido, produtos em conformidade com as expectativas do cliente (DP1111) possibilitariam diferenciar o preço em função de valores tangíveis exigidos pelos clientes (FR1111), pois os valores tangíveis estão relacionados de forma mais determinística às características primárias exigidas pelo cliente.

Contudo, as expectativas dos clientes podem também estar pautados em aspectos intangíveis, que por sua natureza não determinística podem variar segundo valores subjetivos dos clientes. Assim, DP1111 também possibilita diferenciar o preço em função de valores intangíveis percebidos pelo cliente (FR 1112), à medida que diferentes clientes podem possuir diferentes percepções de conformidade de produto, segundo suas próprias expectativas estabelecidas.

Produtos com maior qualidade percebida pelo cliente (DP1112), estão relacionados com a percepção individualizada de cada cliente. Essa percepção baseia-se em inferências relativas a aspectos específicos de valores intangíveis, podendo-se dessa forma diferenciar o preço em função de valores intangíveis percebidos pelo cliente (FR 1112).

Assim, a matriz de projeto para o conjunto de FRs e DPs definidos no 4° nível da estrutura hierárquica para este segmento seria dada por:

$$\begin{Bmatrix} FR1111 \\ FR1112 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ X & X \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} DP1111 \\ DP1112 \end{Bmatrix} \qquad \text{(matriz 5)}$$

Esta é uma matriz de um projeto *decoupled,* o qual satisfaz o Axioma da Independência.

b) Decomposição de FR112 (aumentar a quantidade de produtos vendidos) e DP112 (produtos com maior aceitação no mercado).

O requisito funcional FR112 pode ser decomposto conforme segue:

FR1121: Buscar novos mercados consumidores

FR1122: Conquistar mercados de concorrentes

Os correspondentes parâmetros de projeto, resultantes da decomposição do DP112, seriam dados por:

DP1121: Criação de novos produtos

DP1122: Melhor atendimento dos desejos do cliente

A possibilidade de aumentar a quantidade de produtos vendidos pela empresa (FR112) daria-se de duas formas principais:

- Criação de novos produtos (DP1121), a qual possibilitaria buscar novos mercados consumidores (FR1121), implicando em diversificação do *mix* de produtos da empresa, tendo que possivelmente incorrer no desenvolvimento de novas abordagens para atender a novos conjuntos de clientes, os quais por sua vez seriam os novos demandantes destes novos produtos fabricados. Essa situação também possibilitaria conquistar mercados de concorrentes (FR1122), na medida que outras opções fossem colocadas para aos clientes possibilitando aos mesmos a possibilidade de comparação e opção face a concorrência.
- Melhor atendimento dos desejos do cliente (DP1122) possibilita conquistar mercados dos concorrentes (FR1122), estando esta situação fundamentalmente restrita aos mercados onde a empresa já atua, possuindo assim um conjunto de clientes cativos.

Assim, a matriz de projeto para o conjunto de FRs e DPs definidos no 4° nível da estrutura hierárquica para este segmento seria dada por:

$$\begin{Bmatrix} FR1121 \\ FR1122 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ X & X \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} DP1121 \\ DP1122 \end{Bmatrix} \qquad \text{(matriz 6)}$$

Esta é uma matriz característica de um projeto *decoupled*, o qual satisfaz o Axioma da Independência.

3.6.4.2 Ramo de minimização de gastos na produção

A decomposição dos requisitos funcionais FR121 (definir custo alvo da produção) e FR122 (estabelecer limites de despesas administrativas da produção), deve ser feita considerando os respectivos parâmetros de projeto DP 121 (enfoque baseado na gestão total de custos) e DP122 (gerenciamento das despesas administrativas da produção), os quais irão gerar a necessidade de decomposição em novos requisitos funcionais conforme segue:

a) Decomposição de FR121 (definir custo alvo da produção) e DP121 (enfoque baseado na gestão total de custos).

O requisito funcional FR121 pode ser decomposto conforme segue:

FR1211: Reduzir custos de matéria prima e componentes

FR1212: Reduzir custos de atividades operacionais

Os correspondentes parâmetros de projeto, relativos à decomposição de DP121, seriam dados por:

DP1211: Política de negociação de preços na cadeia de fornecedores

DP1212: Política de melhorias de desempenho de atividades operacionais

A política de negociação de preços na cadeia de fornecedores (DP1211) permite estabelecer oportunidades de se reduzir custos de matéria prima e componentes (FR1211), à medida que ocorresse um entendimento desde fornecedores de matérias primas básicas até os fornecedores de produtos acabados, objetivando um preço alvo do produto que seria definido pelo mercado. Esta

abordagem ampla e externa à empresa foi primeiramente definido por PORTER (1992), dentro do conceito o qual denominou-se de cadeia de valor da empresa. A negociação de preços dentro da cadeia de fornecedores poderia também criar oportunidades para reduzir custos de atividades operacionais (FR1212), à medida que novas formas de relacionamento cliente-fornecedor fossem estabelecidas.

A política de melhorias de desempenho de atividades operacionais (DP1212) permitiria criar oportunidades de se reduzir custos de atividades operacionais (FR1212), fundamentalmente no que diz respeito à melhoria de desempenho na execução de atividades de movimentação interna, preparação de máquinas e equipamentos, processamento, montagem e manutenção.

Assim, a matriz de projeto para o conjunto de FRs e DPs definidos no 4° nível da estrutura hierárquica para este segmento seria dada por:

$$\begin{Bmatrix} FR1211 \\ FR1212 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ X & X \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} DP1211 \\ DP1212 \end{Bmatrix} \qquad \text{(matriz 7)}$$

Caracteriza-se assim uma matriz triangular de um projeto *decoupled,* o qual satisfaz o Axioma da Independência.

A despeito do conceito de cadeia de valor ser de relevante importância para as empresas administrarem seus custos e consequentemente estabelecerem os preços de seus produtos, este segmento não será decomposto em níveis inferiores da estrutura hierárquica, caracterizando o parâmetro de projeto DP1211 como atendendo ao requisito funcional FR1211, dentro da abordagem do modelo de gestão sistêmica da qualidade proposto neste trabalho. Tal decomposição implicaria na análise de fatores macroeconômicos (política de formação de preços de mercados, estruturas industriais, barreiras de entrada a mercados, poder do comprador e fornecedor, ameaça de concorrência e substituição, etc.), que apesar de serem estratégicos para a empresa, fogem do escopo abordado neste trabalho.

b) Decomposição de FR122 (estabelecer limites de despesas administrativas da produção) e

DP122 (gerenciamento das despesas administrativas da produção).

O requisito funcional FR122 pode ser decomposto conforme segue:

FR1221: Compatibilizar estrutura funcional com as necessidades da empresa

FR1222: Externalizar atividades administrativas não relevantes para a empresa

Os correspondentes parâmetros de projeto, relativos à decomposição de DP122, seriam dados por:

DP1221: Estrutura funcional direcionada ao gerenciamento de processos

DP1222: Terceirização de atividades administrativas não relevantes à empresa

A estrutura funcional direcionada ao gerenciamento de processos (DP1221) permitiria à empresa compatibilizar a estrutura funcional com as necessidades da empresa (FR1221), no sentido de responder prontamente às necessidades do mercado, abandonando o foco de organização estrutural departamentalizada por especializações, para uma organização estrutural com possibilidades de gerenciamento dos processos através de funções (PRYTZ, 1995). Tal situação de reestruturação da estrutura funcional permitiria também criar condições para externalizar atividades administrativas não relevantes para a empresa (FR1222), pois a empresa passa a focalizar suas atividades-chave executando aquilo em que tem maior competência.

A terceirização de atividades administrativas não relevantes à empresa (DP1222), permitiria à empresa externalizar tais atividades administrativas (FR1222), buscando então reduzir ou estabelecer limites relativos às despesas administrativas na produção e mantendo-se o foco de atuação naquilo em que a empresa realmente executa com competência.

Dessa forma, a matriz de projeto para o conjunto de FRs e DPs definidos no 4° nível da estrutura hierárquica para este segmento seria dada por:

$$\begin{Bmatrix} FR1221 \\ FR1222 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ X & X \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} DP1221 \\ DP1222 \end{Bmatrix} \qquad \text{(matriz 8)}$$

Caracteriza-se dessa forma uma matriz triangular de um projeto *decoupled*, o qual satisfaz o Axioma da Independência.

Dentro do escopo abordado com relação a um modelo de gestão sistêmica da qualidade, os requisitos funcionais FR1221 e FR1222 não serão desdobrados em níveis inferiores da estrutura hierárquica, constituindo-se neste nível hierárquico com os correspondentes parâmetros de projeto DP1221 e DP1222.

3.6.4.3 **Ramo de minimização de investimento na produção**

A decomposição dos requisitos funcionais FR131 (avaliar investimentos em bens de capital) e FR133 (avaliar investimentos em infraestrutura operacional), deve ser feita considerando os parâmetros de projeto DP131 (ênfase na aquisição de equipamentos adaptáveis a alterações de demanda) e DP133 (ênfase na implantação de instalações e *facilities* adaptáveis à mudança), os quais irão gerar a necessidade de decomposição em novos requisitos funcionais, conforme segue:

a) Decomposição de FR131 (avaliar investimentos em bens de capital) e DP 131 (ênfase na aquisição de equipamentos adaptáveis a alterações de demanda).

O requisito funcional FR131 pode ser decomposto conforme segue:

FR1311: Maximizar a flexibilidade para atender variações do volume e do *mix* produtivo

FR1312: Maximizar a flexibilidade para introdução de novos produtos

Os correspondentes parâmetros de projeto, relativos à decomposição de DP 131, seriam dados por:

DP1311: Equipamentos adaptáveis ao fluxo contínuo de produção

DP1312: Equipamentos reconfiguráveis de baixa complexidade operacional

O entendimento do conceito de flexibilidade dentro do escopo deste trabalho se dá

considerando a mesma como uma importante prioridade competitiva da manufatura, aplicando-se ao nível funcional e constituindo um referencial básico das estratégias de manufatura (PIRES, 1995). Dessa forma, a flexibilidade pode assumir distintos tipos dentre os quais pode-se citar a flexibilidade no *mix* produtivo (capacidade do sistema produtivo produzir produtos diferentes simultaneamente); flexibilidade no volume (capacidade de um sistema produtivo absorver oscilações no volume de produção) e flexibilidade a substituições (capacidade de um sistema produtivo tratar com adições ou subtrações de um dado *mix* de produtos). AGOSTINHO (1985) desenvolveu uma proposta metodológica para uma análise quantitativa dos diversos tipos da flexibilidade, onde fazia uma análise da flexibilidade no curto e longo prazo.

Assim, dentro do contexto deste trabalho na proposta de um modelo de gestão sistêmica da qualidade, equipamentos adaptáveis ao fluxo contínuo de produção (DP1311) possibilitariam maximizar a flexibilidade para atender a variações de volume e *mix* produtivo (FR1311), atendendo no curto prazo alterações no *mix* e no volume de produção. A adoção do fluxo contínuo de produção por sua vez também exerce influência para se maximizar a flexibilidade para introdução de novos produtos (FR1312), no sentido que tal sistema produtivo tende a responder mais rapidamente às alterações de demanda.

O enfoque na adoção de fluxo contínuo de produção refere-se a produzir uma peça por vez nas estações de trabalho, com cada item passando de uma etapa para a próxima no processo, interligando desde matéria prima até o consumidor final em um fluxo linear que possibilite menores tempos de ciclo, melhores níveis de qualidade e diminuição de despesas da produção (WOMACK & JONES, 1998; ROTHER & SHOOK, 1998).

Equipamentos reconfiguráveis de baixa complexidade operacional (DP1312) permitiriam maximizar a flexibilidade para introdução de novos produtos (FR1312), abordando dessa forma a visão de longo prazo no conceito da flexibilidade a substituições. Os equipamentos reconfiguráveis de baixa complexidade operacional baseiam-se na abordagem da autonomação (CORIAT, 1994) que conjuga princípios da automação e autonomia, fundamentada na idéia de introdução de mecanismos nos equipamentos que permitissem o seu acionamento, quando do

funcionamento, e sua paralisação, quando da constatação de defeitos ou funcionamento inadequado.

Assim, a matriz de projeto para o conjunto de FRs e DPs definidos no 4º nível da estrutura hierárquica para este segmento seria dado por:

$$\begin{Bmatrix} FR1311 \\ FR1312 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ X & X \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} DP1311 \\ DP1312 \end{Bmatrix} \qquad \text{(matriz 9)}$$

Tem-se assim uma matriz triangular de um projeto *decoupled*, o que satisfaz o Axioma da Independência.

b) Decomposição de FR133 (avaliar investimentos em infraestrutura operacional) e DP133 (ênfase na implantação de instalações e *facilities* adaptáveis à mudança).

O requisito funcional FR133 pode ser decomposto conforme segue:

FR1331: Possibilitar alterações na configuração de instalações e *facilities* implantadas

FR1332: Garantir instalações e *facilities* adequadas a variações do *mix* produtivo

Os correspondentes parâmetros de projeto, relativos à decomposição de DP133, seriam dados por:

DP1331: Instalações e *facilities* modulares e removíveis

DP1332: Instalações e *facilities* direcionadas aos negócios da empresa

Instalações e *facilities* modulares e removíveis (DP1331) criariam condições para possibilitar alterações na configuração de instalações e *facilities* implantadas (FR1331), permitindo que tal tipo de infraestrutura pudesse acompanhar as modificações impostas em função de alterações no volume de demanda. Dessa forma, a medida que se dispõem de instalações e *facilities* modulares e removíveis (DP1331), também criam-se melhores condições para garantir que tais instalações e *facilities* sejam adequadas a variações no

mix produtivo (FR1332).

Instalações e *facilities* direcionadas aos negócios da empresa (DP1332) possibilitam mais adequadamente garantir que as mesmas estejam adequadas no atendimento de variações do *mix* produtivo (FR1332), pois à medida que os negócios em andamento fossem sendo finalizados haveria a possibilidade de adequar a infraestrutura para atendimento de novos negócios. A necessidade de uma infraestrutura operacional adequada a características, tais como: *lay out* celular em U com fluxo contínuo no sentido anti-horário, operações de movimentação não motorizadas entre estações de trabalho executadas pelo próprio operador, operações de apoio (posicionamento e fixação de peças, inspeções, etc) executadas pelo operador durante o processo, tem-se mostrado como opções viáveis dentro de alterações propostas em sistemas produtivos, buscando direcionar a infraestrutura operacional à demanda do mercado (SILVESTRE & GEORGETTI, 1998; BARBEITOS & COLTURATO, 1998).

Assim, a matriz de projeto para o conjunto de FRs e DPs definidos no 4° nível da estrutura hierárquica para este segmento seria dada por:

$$\begin{Bmatrix} FR1331 \\ FR1332 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ X & X \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} DP1331 \\ DP1332 \end{Bmatrix} \qquad \text{(matriz 10)}$$

Caracteriza-se assim uma matriz de projeto *decoupled,* a qual satisfaz o Axioma da Independência.

Os requisitos funcionais FR1311, FR1312, FR1331 e FR1332, bem como seus respectivos parâmetros de projeto, não serão desdobrados em níveis inferiores da estrutura hierárquica, finalizando neste ponto a análise relativa ao ramo de minimização de investimentos na produção, no que diz respeito ao enfoque adotado neste trabalho com relação a um modelo de gestão sistêmica da qualidade. Pelo desenvolvimento deste ramo, pode-se verificar que os parâmetros de projeto desdobrados no domínio físico tem um enfoque voltado para a abordagem *Lean Production* (WOMACK & JONES, 1998), que apesar de constituir um conceito inovador e atual,

a sua pormenorização não esta contida dentro do escopo deste trabalho.

3.6.5 **Estabelecimento do 5° nível da estrutura hierárquica: decomposição de FR1111, FR1112, FR1121, FR1122 e FR1212 pelo processo de *zig zag* e determinação dos correspondentes parâmetros de projeto.**

O estabelecimento do 5° nível da estrutura hierárquica se dá mantendo os ramos anteriormente definidos, decompondo-se os requisitos funcionais estabelecidos no 4° nível desta estrutura, os quais são passíveis de decomposição dentro do escopo adotado neste trabalho com relação a um modelo de gestão sistêmica de qualidade. Assim, a decomposição ocorre conforme segue:

3.6.5.1 **Ramo de aumento de receita de vendas**

A decomposição dos requisitos funcionais FR1111 (diferenciar o preço em função de valores tangíveis exigidos pelo cliente), FR1112 (diferenciar o preço em função de valores intangíveis percebidos pelo cliente), FR1121 (buscar novos mercados consumidores) e FR1122 (conquistar mercados de concorrentes), deve ser feita tendo-se em mente seus correspondentes parâmetros de projeto, DP1111 (produtos em conformidade com as expectativas dos clientes), DP1112 (produtos com maior qualidade percebida pelo cliente), DP1121 (criação de novos produtos) e DP1122 (melhor atendimento dos desejos do cliente). Dessa forma tem-se :

a) Decomposição de FR1111 (diferenciar o preço em função de valores tangíveis exigidos pelo cliente) e DP1111 (produtos em conformidade com as expectativas dos clientes).

O requisito funcional FR1111 pode ser decomposto conforme segue:

FR11111: Caracterizar necessidades básicas do cliente

FR11112: Controlar características primárias do produto

Os correspondentes parâmetros de projeto, relativos à decomposição de DP1111, seriam dados por:

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

DP11111: Definição de requisitos do produto exigidos pelo cliente

DP11112: Monitoramento do processo produtivo

A definição de requisitos do produto exigidos pelo cliente (DP11111) é um ponto fundamental para que se possa caracterizar suas necessidades básicas (FR11111), colocando a empresa com o foco no cliente, abordando dentro desta visão um dos fatores de importância estratégica para a implantação da gestão da qualidade total (LAKHE & MOHANTY, 1994; POWELL, 1995; AHIRE et al., 1996). A definição de requisitos do produto exigidos pelo cliente (DP11111) também afeta o controle de características primárias do produto (FR11112), a medida que estabelece prioridade de itens de controle segundo a visão do cliente.

O monitoramento do processo produtivo (DP11112) possibilita controlar características primárias do produto (FR11112) onde atributos mensuráveis estão envolvidos, sendo que os mesmos exercem papel importante na relação desempenho-qualidade do produto.

Assim, a matriz de projeto para o conjunto de FRs e DPs definidos no 5° nível da estrutura hierárquica para este segmento seria dada por:

$$\begin{Bmatrix} FR11111 \\ FR11112 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ X & X \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} DP11111 \\ DP11112 \end{Bmatrix} \qquad \text{(matriz 11)}$$

Caracteriza-se dessa forma uma matriz triangular de um projeto *decoupled,* o qual satisfaz o Axioma da Independência.

O requisito funcional FR11111 e seu correspondente parâmetro de projeto DP11111, dentro do escopo deste trabalho, são tidos como de fundamental importância na criação de um modelo de gestão sistêmica da qualidade. Contudo, os mesmos não serão desdobrados em níveis inferiores da estrutura hierárquica, pois o parâmetro de projeto DP11111 satisfaz a este nível hierárquico o requisito funcional FR11111 dentro do escopo proposto neste trabalho, sendo que detalhamentos no domínio funcional e físico implicariam em caracterizações específicas a casos

analisados em particular.

b) Decomposição de FR1112 (diferenciar o preço em função de valores intangíveis percebidos pelo cliente) e DP1112 (produtos com maior qualidade percebida pelo cliente).

O requisito funcional FR1112 pode ser decomposto conforme segue:

FR11121: Atender necessidades específicas do cliente

FR11122: Destacar características secundárias relevantes ao produto

Os correspondentes parâmetros de projeto, resultantes da decomposição de DP1112, seriam dados por:

DP11121: Atendimento individualizado das necessidades dos clientes

DP11122: Estratégia diferenciada de *marketing* do produto

O atendimento individualizado das necessidades dos clientes (DP11121) permitiria atender a necessidades específicas do cliente (FR11121), à medida que fossem detectados e observados requisitos específicos de cada cliente. Esta sistemática já é utilizada por alguns sistemas da qualidade específicos para segmentos industriais, dentre os quais pode-se citar a QS 9000 – 2ª edição, a qual estabelece uma seção exclusiva (seção III) para descrição dos requisitos específicos das montadoras Chrysler, GM e FORD (OLIVEIRA & GONÇALVES, 1996; LOVITT, 1996; PINHO, 1997).

A estratégia diferenciada de *marketing* do produto (DP11122) possibilitaria destacar características secundárias relevantes ao produto (FR11122), entendendo dentro do escopo deste trabalho que características secundárias seriam aqueles atributos que incrementariam as características operacionais primárias do produto, possuindo graus de importância distintos segundo o consumidor (GARVIN, 1988-b).

Assim, a matriz de projeto para o conjunto de FRs e DPs definidos no 5º nível da estrutura hierárquica para este segmento seria dada por:

$$\begin{Bmatrix} FR11121 \\ FR11122 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} DP11121 \\ DP11122 \end{Bmatrix} \qquad \text{(matriz 12)}$$

Trata-se de uma matriz de um projeto *uncoupled,* a qual satisfaz o Axioma da Independência.

O requisito funcional FR11121 e seu correspondente parâmetro de projeto DP11121 não serão decompostos em níveis inferiores da estrutura hierárquica, devendo serem implementados a este nível dentro da proposta do modelo de gestão sistêmica da qualidade.

c) Decomposição de FR1121 (buscar novos mercados consumidores) e DP1121 (criação de novos produtos).

O requisito funcional FR1121 pode ser decomposto conforme segue:
FR11211: Desenvolver novos nichos mercadológicos
FR11212: Incentivar o desenvolvimento de inovações de produtos

Os correspondentes parâmetros de projeto seriam dados por:
DP11211: Liderança empreendedora
DP11212: Estímulo à criatividade

Uma liderança empreendedora (DP11211) possibilitaria à empresa desenvolver novos nichos mercadológicos (FR11211) e também criaria um ambiente propício a se desenvolver inovações (FR11212), devendo fazer com que a postura das empresas passassem de somente "bem sucedidas" em seus mercados de atuação para empresas "visionárias" de novas oportunidades e novos mercados (COLLINS & PORRAS, 1995).

O estímulo à criatividade (DP11212) possibilitaria incentivar o desenvolvimento de inovações de produtos (FR11212), sendo este um dos fatores fundamentais para que a empresa pudesse diversificar seu *mix* de produtos e desenvolver novos mercados consumidores.

Contudo, poderia o estímulo à criatividade (DP11212) por si só desenvolver novos nichos mercadológicos (FR11211) ? Dentro da abordagem seguida neste trabalho não seria possível, pois o desenvolvimento de novos nichos mercadológicos estaria sendo regido pela lógica da difusão de inovações, ao passo que o desenvolvimento das inovações estaria sob a lógica do processo criativo de geração de inovações. EDQUIST & JACOBSSON (1988) apresentam um desenvolvimento interessante e esclarecedor sobre estes conceitos, analisando suas influências com relação a novas tecnologias em diversas áreas de engenharia.

Assim, a matriz de projeto para o conjunto de FRs e DPs definidos no 5° nível da estrutura hierárquica para este segmento seria dada por:

$$\begin{Bmatrix} FR11211 \\ FR11212 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ X & X \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} DP11211 \\ DP11212 \end{Bmatrix} \qquad \text{(matriz 13)}$$

Tem-se então uma matriz triangular de um projeto *decoupled,* o qual satisfaz o Axioma da Independência.

Os requisitos funcionais FR11211 e FR11212, bem como os correspondentes parâmetros de projeto DP11211 e DP11212, não serão decompostos em níveis inferiores da estrutura hierárquica, devendo serem implementados a este nível dentro do escopo proposto neste trabalho com relação a um modelo de gestão sistêmica da qualidade.

d) Decomposição de FR1122

O requisito funcional FR1122 pode ser decomposto conforme segue:

FR11221: Possuir qualidade superior ao concorrente

FR11222: Possuir preço inferior ao concorrente

Os correspondentes parâmetros de projeto, relativos à decomposição de DP1122, seriam dados por:

DP11221: Gestão orientada pela qualidade

DP11222: Estratégia de redução de preços

A gestão orientada pela qualidade (DP11221) é um dos principais fatores para a empresa destacar-se em seu(s) mercado(s) de atuação e possuir qualidade superior ao concorrente (FR11221), sendo aqui o termo qualidade encarado em seus aspectos mais amplos (BRANDOLESE, 1994). Nesta visão a qualidade é considerada multidimensional, sendo seu gerenciamento parte essencial da organização (LAKHE & MOHANTY, 1994) e um dos fatores estratégicos relevante no desempenho da empresa (FLYNN et al., 1995; HENDRICKS & SINGHAL, 1997).

A estratégia de redução de preços (DP11222) possibilita à empresa possuir preço inferior ao concorrente (FR11222), sendo este um dos meios para se conquistar mercados de concorrentes. Contudo, a política de formação de preços em segmentos industriais é uma conseqüência da interação entre as cinco forças competitivas definidas por PORTER (1992), sendo dessa forma uma variável que muitas vezes independe unicamente da atuação da empresa no mercado. Além disso, estratégias de redução de preços tem-se mostrado como um mecanismo complexo e arriscado para as empresas manipularem, pois se inadequadamente conduzidas podem induzir consumidores a considerar somente o preço como atributo principal do produto (PACHECO, 1994).

Assim, a matriz de projeto para o conjunto de FRs e DPs definidos no 5º nível da estrutura hierárquica para este segmento seria dada por:

$$\begin{Bmatrix} FR11221 \\ FR11222 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} DP11221 \\ DP11222 \end{Bmatrix} \qquad \text{(matriz 14)}$$

Caracteriza-se assim uma matriz de um projeto *uncoupled* que satisfaz o Axioma da Independência.

O requisito funcional FR11222, bem como o seu respectivo parâmetro de projeto DP11222 devem ser implantados a este nível da estrutura hierárquica, não sendo os mesmos desdobrados em níveis inferiores, pois estariam fora do escopo proposto neste trabalho no que tange ao modelo de gestão sistêmica da qualidade.

3.6.5.2 **Ramo de minimização de gastos na produção**

A decomposição do requisito funcional FR1212 (reduzir custos de atividades operacionais) deve ser feito considerando-se o correspondente parâmetro de projeto DP1212 (política de melhorias de desempenho de atividades operacionais), os quais irão gerar a necessidade de decomposição em novos requisitos funcionais, conforme segue

FR12121: Envolver funcionários em processos de melhorias contínuas
FR12122: Otimizar atividades de movimentação interna de materiais
FR12123: Diminuir tempos de preparação de equipamentos
FR12124: Reduzir perdas e retrabalhos no processo produtivo
FR12125: Maximizar a disponibilidade operacional do equipamento

Os correspondentes parâmetros de projeto, relativos à decomposição de DP1212, seriam dados por:

DP12121: Programa estruturado de educação e treinamento em todos níveis funcionais
DP12122: *Lay out* fabril melhor organizado
DP12123: Técnicas de troca rápida de ferramentas
DP12124: Processo à prova de erros (metodologia *mistake proofing)*
DP12125: Manutenção Produtiva Total (TPM)

Um programa estruturado de educação e treinamento em todos níveis funcionais (DP12121) é colocado dentro do escopo deste trabalho como o parâmetro de projeto que possibilitaria envolver funcionários em processos de melhorias contínuas (FR12121), dentro do que CORIAT

(1994) define como "trajetória do saber-fazer" e que constitui em fator relevante em modelos propostos de TQM (SARAPH et al., 1989; POWELL, 1995; AHIRE et al., 1996). Dentro de tal perspectiva, a educação e o treinamento em todos os níveis funcionais (DP12121) também exerce influências no sentido de otimizar atividades de movimentação interna de materiais (FR12122); diminuir tempos de preparação de equipamentos (FR12123); reduzir perdas e retrabalhos no processo produtivo (FR12124) e maximizar a efetividade operacional dos equipamentos (FR12125).

Um *lay out* fabril melhor organizado (DP12122) constitui-se em um importante aspecto para se otimizar atividades de movimentação interna de materiais (FR12122), à medida que arranjos físicos inadequados contribuem para aumentar o fluxo de pessoas e materiais através das operações, envolvendo uma maior complexidade de controle e causando conseqüentemente um aumento nos custos envolvidos. Além disto, também possibilita diminuir tempos de preparação de equipamentos (FR12123) quando um *lay out* projetado em função de processos submetidos à Tecnologia de Grupo, proporcionam uma padronização nos processos e procedimentos, diminuindo tempos de preparação de equipamentos. Ainda tem-se que um *lay out* melhor organizado (DP12122) possibilita reduzir perdas e retrabalhos no processo produtivo (FR12124), quando tomando-se como exemplo um *lay out* projetado para o *single piece flow* incorpora a inspeção na fonte, reduzindo-se o tempo decorrido desde a geração do defeito, identificação do defeito e medidas de ação corretivas (SLACK et al., 1997).

As técnicas de troca rápida de ferramentas (DP12123), conceituadas dentro da abordagem de SHINGO (1985), possibilitam diminuir tempos de preparação de equipamentos (FR12123), à medida que diminuem a complexidade destas atividades operacionais, transferem tempos internos para tempos externos na preparação de equipamentos e minimizam tempos de paradas dos equipamentos através de uma prévia organização desta atividades. Dessa forma, esta situação também possibilita maximizar a disponibilidade operacional do equipamento (FR12125).

A metodologia *mistake proofing* (processo à prova de erros) é definida como o parâmetro de projeto DP12124, o qual possibilitaria reduzir perdas e retrabalhos no processo produtivo

(FR12124), dentro de uma abordagem baseada na mentalidade do zero defeito que é colocada como um dos fatores importantes na constituição do TQM (POWELL, 1995) e como sistemática a ser observada dentro do enfoque de melhorias contínuas (SHINGO, 1986). À medida que a metodologia de processo à prova de erros vai sendo implantada, espera-se consequentemente menores perdas e retrabalhos que possibilitem maximizar a disponibilidade operacional do equipamento (FR12125), melhorando sua eficácia operacional.

Uma das técnicas utilizados para se prevenir erros consiste na utilização de dispositivos *Poka Yoke,* os quais exercem um papel importante com relação a prevenir na fonte a ocorrência de erros, pois na realidade os erros acontecem e muitas vezes são inevitáveis, sendo contanto importante prevenir que os erros se transformem em defeitos. A utilização de dispositivos *Poka Yoke*, os quais podem exercer funções reguladoras ou de detenção de erros, permitem impedir na fonte que os erros se manifestem na forma de defeitos (SHINGO, 1986).

A Manutenção Produtiva Total (TPM – *Total Productive Maintenance*), parâmetro de projeto DP12125, permitiria maximizar a disponibilidade operacional do equipamento (FR12125), uma vez que baseia-se na "... manutenção autônoma e/ou conservação das máquinas, equipamentos e instalações através dos próprios operadores, que são responsáveis pela identificação dos defeitos, pela limpeza e pequenos reparos ..." (MIRSHAWKA & OLMEDO, 1994). Cabe ressaltar que a abordagem dada ao requisito funcional FR12125 (maximizar a disponibilidade operacional do equipamento) restringe-se às condições relativas a atividades de manutenção destes equipamentos. Tal técnica tem apresentado um grande potencial para adequar a estrutura de manutenção de ambientes industriais às atividades de manufatura, obtendo sucesso em empresas onde já tenha sido implantada (FIOROTO et al., 1997).

Assim, a matriz de projeto para o conjunto de FRs e DPs definidos no 5° nível da estrutura hierárquica para este segmento seria dada por:

$$\begin{Bmatrix} FR12121 \\ FR12122 \\ FR12123 \\ FR12124 \\ FR12125 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & 0 & 0 & 0 \\ X & X & 0 & 0 & 0 \\ X & X & X & 0 & 0 \\ X & X & 0 & X & 0 \\ X & 0 & X & X & X \end{bmatrix} . \begin{Bmatrix} DP12121 \\ DP12122 \\ DP12123 \\ DP12124 \\ DP12125 \end{Bmatrix} \qquad \text{(matriz 15)}$$

Constitui-se dessa maneira uma matriz triangular de um projeto *decoupled,* o qual satisfaz o Axioma da Independência.

Os requisitos funcionais FR12122 (otimizar atividades de movimentação interna de materiais), FR12124 (reduzir perdas e retrabalhos no processo produtivo) e FR12125 (maximizar a disponibilidade operacional do equipamento), bem como os correspondentes parâmetros de projeto DP12122 (*lay out* fabril melhor organizado), DP12124 (processo à prova de erros) e DP12125 (Manutenção Produtiva Total – TPM), não serão decompostos em níveis inferiores da estrutura hierárquica dentro do escopo deste trabalho, devendo serem implementados a este nível dentro do modelo de gestão sistêmica da qualidade proposto.

3.6.6 **Estabelecimento do 6° nível da estrutura hierárquica: decomposição de FR11112, FR11122, FR11221, FR12121 e FR12123 pelo processo de *zig zag* e determinação dos correspondentes parâmetros de projeto**

O estabelecimento do 6° nível da estrutura hierárquica dá-se mantendo os ramos anteriormente definidos, decompondo-se os requisitos funcionais estabelecidos no 5° nível da estrutura hierárquica que são passíveis de decomposição dentro do escopo deste trabalho, ou seja: FR11112, FR11122, FR11221, FR12121e FR12123.

3.6.6.1 **Ramo de aumento de receita de vendas**

A decomposição dos requisitos funcionais FR11112 (controlar características primárias do produto), FR11122 (destacar características secundárias relevantes ao produto) e FR11221 (possuir qualidade superior ao concorrente), deve ser feita considerando-se os parâmetros de

projeto DP11112 (monitoramento do processo produtivo), DP11122 (estratégia diferenciada de *marketing* do produto) e DP11221 (gestão orientada pela qualidade), os quais irão gerar a necessidade de decomposição em novos requisitos funcionais, conforme segue:

a) Decomposição de FR11112 (controlar características primárias do produto) e DP11112 (monitoramento do processo produtivo).

O requisito funcional FR11112 pode ser decomposto conforme segue:

FR111121: Planejar processo produtivo orientado pelas características primárias do produto

FR111122: Monitorar a confiabilidade do processo produtivo

Os correspondentes parâmetros de projeto, relativos à decomposição de DP11112, seriam dados por:

DP111121: Plano de controle de parâmetros críticos de processo

DP111122: Processo de aprovação de peças de produção

O estabelecimento de um plano de controle de parâmetros críticos de processo (DP111121) permite planejar o processo produtivo orientado pelas características primárias do produto (FR111121), à medida que parâmetros do processo que pudessem interferir no cumprimento de conformidades definidas fossem submetidos a um plano de controle. Neste plano de controle devem estar descritas as ações de planejamento da qualidade para cada processo específico, listando-se todos parâmetros relevantes que podem afetar características críticas do produto, bem como ações para o controle destes parâmetros. Além disto, um plano de controle de parâmetros críticos de processo também pode influenciar com relação a monitorar da confiabilidade do processo produtivo (FR111122), pois à medida que os parâmetros mais críticos de um processo sejam controlados com relação ao seu desempenho, criam-se condições para que ocorra um aumento da confiabilidade deste processo produtivo.

Ressalta-se que o grau de satisfação do cliente com os processos internos do(s)

fornecedor(es) é uma das dimensões da qualidade propostas por Price & Gaskill em um dos modelos sugeridos de TQM (LAKHE & MOHANTY, 1994). Além disto, sistemas de procedimentos da qualidade específicos da indústria automobilística tem definido o controle de processo e o estabelecimentos de planos de controle para parâmetros críticos como um item importante na avaliação de fornecedores, como é o caso da QS 9000 – 2ª edição no item 4.9; AVSQ'94 (*Anfia Valutazione Sistemi Qualita, 1994*) no item 4.9; EAQF'94 (*Evaluation Aptitude Qualite Fournisseur, 1994*) no item 9 e VDA 6 seção 1 (*Verband der Automobilindustrie, 1994*) no item 14.

A definição de um processo de aprovação de peças de produção (DP111122) é o parâmetro de projeto proposto no escopo deste trabalho para se monitorar a confiabilidade do processo produtivo (FR111122), principalmente no que diz respeito à estabilidade e variabilidade do processo. Esta sistemática consiste basicamente na documentação do processo relativa aos procedimentos adotados com relação a aprovação de amostras iniciais, ou seja, antes que ocorra o regime de produção da peça. A QS9000-2ª edição estabelece um manual orientativo em sua seção II – item 1 (Manual do PPAP – Production Part Approval Process), com diretrizes gerais para a elaboração de um processo aprovação de peças de produção.

Sendo assim, definidos os conjuntos de FRs e os correspondentes parâmetros de projeto, tem-se a seguinte matriz de projeto para este segmento de 6º nível na estrutura hierárquica:

$$\begin{Bmatrix} FR111121 \\ FR111122 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ X & X \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} DP111121 \\ DP111122 \end{Bmatrix} \qquad \text{(matriz 16)}$$

Trata-se de uma matriz triangular característica de um projeto *decoupled,* o qual satisfaz o Axioma da Independência. O requisito funcional FR111121 (planejar o processo produtivo orientado pelas características primárias do produto), bem como o correspondente parâmetro de projeto DP111121 (plano de controle de parâmetros críticos de processo), não serão decompostos em níveis inferiores da estrutura hierárquica dentro do escopo deste trabalho, devendo serem implementados a este nível dentro do modelo de gestão sistêmica da qualidade proposto.

b) Decomposição de FR11122 (destacar características secundárias relevantes ao produto) e DP11122 (estratégia diferenciada de *marketing* do produto).

O requisito funcional FR11122 pode ser decomposto conforme segue:

FR111221: Comparar o produto com os produtos concorrentes do mercado

FR111222: Incorporar requisitos complementares ao produto

Os correspondentes parâmetros de projeto, relativos à decomposição de DP11122, seriam dados por:

DP111221: Mecanismos de *benchmarking*

DP111222: Concepção multidisciplinar da finalidade de uso do produto

Dentro do escopo deste trabalho, os mecanismos de *benchmarking* são caracterizados como parâmetros estabelecidos para comparação dos produtos da empresa com os produtos concorrentes no mercado, embora o conceito de *benchmarking* seja mais amplo e aplicável a outros segmentos da empresa (ANDERSEN, 1995). Assim, mecanismos de *benchmarking* (DP111221) seriam capazes de estabelecer bases de comparação com padrões externos ao grupo analisado, possibilitando a empresa comparar seus produtos com os produtos concorrentes no mercado (FR111221), destacando-se que o *benchmarking* tem figurado como um dos fundamentos de modelos de TQM (OAKLAND, 1994) ou como um fator importante a ser considerado no TQM, quando da observação de melhores práticas competitivas (POWELL, 1995).

Uma concepção multidisciplinar da finalidade de uso do produto (DP111222) possibilita incorporar requisitos complementares ao produto (FR111222), que fossem desejados pelo cliente, atendendo assim a características complementares que não estivessem restritas única e exclusivamente a aspectos técnicos e/ou econômicos do produto, envolvendo outras abordagens, entre as quais poderiam ser citadas como exemplo: segurança, reciclagem, impactos ambientais, utilidades de uso, etc. (SELL, 1999). Neste sentido, vale ressaltar que SUH (1990) defende a abordagem axiomática na concepção de projetos como uma possibilidade de criação de

habilidades em generalização de conceitos e conhecimentos, os quais devem ser incorporados ao produto quando da concepção dos mesmos.

Assim, a matriz de projeto para o conjunto de FRs e DPs definidos no 6° nível da estrutura hierárquica para este segmento seria dada por:

$$\begin{Bmatrix} FR111221 \\ FR111222 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} DP111221 \\ DP111222 \end{Bmatrix} \qquad \text{(matriz 17)}$$

Tem-se então uma matriz diagonal característica de um projeto *uncoupled,* o qual satisfaz o Axioma da Independência.

Os requisitos funcionais FR111221 (comparar o produtos com os produtos concorrentes do mercado) e FR111222 (incorporar requisitos complementares ao produto), bem como os correspondentes parâmetros de projeto DP111221 (mecanismos de *benchmarking*) e DP111222 (concepção multidisciplinar da finalidade de uso do produto), não serão decompostos em níveis inferiores da estrutura hierárquica dentro do escopo deste trabalho, devendo serem implementados a este nível no modelo de gestão sistêmica da qualidade proposto.

c) Decomposição de FR11221 (possuir qualidade superior ao concorrente) e DP11221 (gestão orientada pela qualidade).

O requisito funcional FR11221 pode ser decomposto conforme segue:

FR112211: Coordenar a orientação pela qualidade total

FR112212: Evidenciar o *status* da qualidade da empresa no mercado

FR112213: Estar alinhada com as demandas da sociedade

Os correspondentes parâmetros de projeto, relativos à decomposição de DP11221, seriam dados por:

DP112211: Liderança e comprometimento da alta gerência

DP112212: Certificação de sistemas de qualidade

DP112213: Gestão de relacionamento empresa-sociedade

A liderança e comprometimento da alta gerência (DP112211) tem sido elencada por vários autores (LAKHE & MOHANTY, 1994; OAKLAND, 1994; POWELL, 1995; CAPON et al., 1995; AHIRE et al., 1996) como um dos fatores de fundamental importância para coordenar a orientação pela qualidade total (FR112211) na empresa, fortalecendo assim a visão da gestão orientada pela qualidade. Além disto, a liderança e comprometimento da alta gerência também pode influir em ações que evidenciem ao mercado o *status* qualidade que a empresa desfruta (FR112212), bem como na imagem e no comportamento desta empresa frente as demandas da sociedade na qual esta empresa se insere (FR112213).

A certificação de sistemas da qualidade (DP112212) apesar de ter apresentado um significativo crescimento no âmbito empresarial nesta última década (BRANDOLESE, 1994), não permite por si só a garantia da qualidade do produto, pois apenas especifica critérios pelos quais a qualidade destes produtos e/ou serviços pode ser atingida (STRUEBING, 1996). Contudo, existem evidências que no longo prazo os processos de certificação possam trazer benefícios à empresa, dado às exigências de desempenho serem mais rigorosas (SKRABEC, 1995). Assim, o processo de certificação de sistemas da qualidade pode ser encarado como uma das etapas preliminares que a empresa teria de superar na direção do TQM, sendo classificada como um passo inicial que qualificaria a empresa a concorrer em certos mercados, sem contudo implicar necessariamente em uma gestão sistêmica da qualidade (YUNG, 1997). A abordagem adotada neste trabalho na proposta de um modelo de gestão sistêmica da qualidade estabelece o parâmetro de projeto DP112212 (certificação de sistemas da qualidade) como uma possibilidade de evidenciar o *status* de qualidade da empresa no mercado (FR112212).

A gestão de relacionamento empresa-sociedade (DP112213) possibilita à empresa estar alinhada com as demandas da sociedade (FR112213), buscando estabelecer uma conduta de responsabilidades éticas da empresa para com a comunidade em que esta inserida (ENRIQUEZ, 1997; SLACK et al., 1997). Assim, a matriz de projeto para o conjunto de FRs e DPs definidos

no 6º nível da estrutura hierárquica para este segmento seria dada por:

$$\begin{Bmatrix} FR112211 \\ FR112212 \\ FR112213 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & 0 \\ X & X & 0 \\ X & 0 & X \end{bmatrix} . \begin{Bmatrix} DP112211 \\ DP112212 \\ DP112213 \end{Bmatrix} \qquad \text{(matriz 18)}$$

Trata-se de uma matriz triangular característica de um projeto *decoupled,* o qual satisfaz o Axioma da Independência.

Os requisitos funcionais FR112211 (coordenar a orientação pela qualidade total), FR112212 (evidenciar o *status* de qualidade da empresa no mercado) e FR112213 (estar alinhada com as demandas da sociedade), bem como os correspondentes parâmetro de projeto DP112211 (liderança e comprometimento da alta gerência), DP112212 (certificação de sistemas de qualidade) e DP112213 (gestão de relacionamento empresa-sociedade), não serão desdobrados em níveis inferiores da estrutura hierárquica, devendo dentro do escopo deste trabalho serem implementados a este nível na proposta do modelo de gestão sistêmica da qualidade.

3.6.6.2 **Ramo de minimização de gastos na produção**

A decomposição dos requisitos funcionais FR12121 (envolver funcionários em processos de melhorias contínuas), FR12123 (diminuir tempos de preparação de equipamentos), deve ser feita considerando os correspondentes parâmetros de projeto DP12121 (programa estruturado de educação e treinamento em todos níveis funcionais) e DP12123 (técnicas de troca rápida de ferramentas), os quais irão gerar a necessidade de decomposição em novos requisitos funcionais, conforme segue:

a) Decomposição de FR12121 (envolver funcionários em processos de melhoria contínua) e DP12121 (programa estruturado de educação e treinamento em todos os níveis funcionais)

O requisito funcional FR12121 pode ser decomposto conforme segue:

FR121211: Estimular o envolvimento dos funcionários

FR121212: Objetivar o trabalho multifuncional em equipes

Os correspondentes parâmetros de projeto, relativos à decomposição de DP12121, seriam dados por:

DP121211: Comprometimento com a missão e valores da empresa

DP121212: Criação de *team works* autogerenciáveis

O comprometimento com a missão e valores da empresa é colocado por vários autores como um dos principais fatores para o sucesso do TQM (LAKHE & MOHANTY, 1994; CAPON et al., 1995; POWELL, 1995; AHIRE et al., 1996; SLACK et al., 1997), devendo abdicar-se do controle sobre a natureza do trabalho em função de prevalecer o comprometimento com a natureza do trabalho, independentemente do porte que a empresa tenha (GHOBADIAN & GALLEAR, 1997).

Assim, dentro do escopo abordado neste trabalho com relação a proposta do modelo de gestão sistêmica da qualidade, o parâmetro de projeto que possibilitaria estimular o envolvimento dos funcionários (FR121211) seria o comprometimento com a missão e valores da empresa (DP121211), o qual possibilitaria também influir na criação de um ambiente propício para se objetivar o trabalho multifuncional em equipes (FR121212).

A criação de *team works* autogerenciáveis seria o parâmetro de projeto DP121212 que possibilitariam satisfazer o requisito funcional FR121212, sendo que esta abordagem tem logrado sucesso em implantações conduzidas em determinadas empresas (TAVARES, 1998).

Assim, a matriz de projeto para o conjunto de FRs e DPs definidos no 6º nível da estrutura hierárquica para este segmento seria dada por:

$$\begin{Bmatrix} FR121211 \\ FR121212 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ X & X \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} DP121211 \\ DP121212 \end{Bmatrix} \qquad \text{(matriz 19)}$$

Tem-se então uma matriz triangular de um projeto *decoupled,* o qual satisfaz o Axioma da Independência.

Os requisitos funcionais FR121211 (estimular o envolvimento dos funcionários) e FR121212 (objetivar o trabalho multifuncional em equipes), bem como os correspondentes parâmetros de projeto DP121211 (comprometimento com a missão e valores da empresa) e DP121212 (criação de *team works* autogerenciáveis), não serão desdobrados em níveis inferiores da estrutura hierárquica, devendo dentro do escopo deste trabalho serem implementados a este nível da estrutura hierárquica com relação à proposta do modelo de gestão sistêmica da qualidade.

b) Decomposição de FR12123 (diminuir tempos de preparação de equipamentos) e DP12123 (técnicas de troca rápida de ferramentas).

O requisito funcional FR12123 pode ser decomposto conforme segue:

FR121231: Identificar e analisar atividades de preparação de equipamentos

FR121232: Padronizar procedimentos na preparação de equipamentos

Os correspondentes parâmetros de projeto, relativos à decomposição de DP12123, seriam dados por:

DP121231: Análise dos métodos de trabalho

DP121232: Procedimento padrão na execução de tarefas

A análise dos métodos de trabalho (DP121231) possibilita identificar e analisar atividades de preparação de equipamentos (FR121231), bem como padronizar procedimentos na preparação de equipamentos (FR121232), de maneira a criar condições exeqüíveis para a troca rápida de ferramentas (SHINGO, 1985).

A definição de procedimento padrão na execução de tarefas (DP121232) visa padronizar os procedimentos na preparação dos equipamentos (FR121232), favorecendo a ação da multifuncionalidade dos trabalhos através de procedimentos pré-estabelecidos e conhecidos por

todos os envolvidos nas tarefas, os quais segundo CORIAT (1994) propiciariam a emergência de novos e originais processos e protocolos de controle na coordenação de tarefas.

Assim, a matriz de projeto para o conjunto de FRs e DPs definidos no 6° nível da estrutura hierárquica para este segmento seria dada por:

$$\begin{Bmatrix} FR121231 \\ FR121232 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ X & X \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} DP121231 \\ DP121232 \end{Bmatrix} \qquad \text{(matriz 20)}$$

Trata-se de uma matriz triangular característica de um processo *decoupled,* o qual satisfaz o Axioma da Independência.

Os requisitos funcionais FR121231 (identificar e analisa atividades de preparação de equipamentos) e FR121232 (padronizar procedimentos na preparação de equipamentos), bem como os correspondentes requisitos funcionais DP121231 (análise dos métodos de trabalho) e DP121232 (procedimento padrão na execução de tarefas), não serão desdobrados em níveis inferiores da estrutura hierárquica, devendo dentro do escopo deste trabalho serem implementados a este nível da estrutura hierárquica com relação à proposta do modelo de gestão sistêmica da qualidade.

3.6.7 **Estabelecimento do 7° nível da estrutura hierárquica: decomposição de FR111122 pelo processo de *zig zag* e determinação dos correspondentes parâmetros de projeto**

O estabelecimento do 7° nível da estrutura hierárquica dá-se mantendo-se os ramos anteriormente definidos, decompondo-se os requisitos funcionais estabelecidos no 6° nível da estrutura hierárquica que são passíveis de decomposição dentro do escopo deste trabalho, ou seja, FR111122 .

A decomposição do requisito funcional FR111122 (monitorar a confiabilidade do processo

produtivo), deve ser feita considerando o correspondente parâmetros de projeto DP111122 (processo de aprovação de peças de produção), os quais irão gerar a necessidade de decomposição em novos requisitos funcionais conforme segue:

a) Decomposição de FR111122 (monitorar a confiabilidade do processo produtivo) e DP111122 (processo de aprovação de peças de produção).

O requisito funcional FR111122 pode ser decomposto conforme segue:

FR1111221: Identificar causas de variação do processo

FR1111222: Manter o grau de estabilidade do processo

FR1111223: Garantir o cumprimento da atividade proposta

Os correspondentes parâmetros de projeto, relativos à decomposição de DP111122, seriam dados por:

DP1111221: Utilização de Cartas de Controle

DP1111222: Controle Estatístico de Processo (CEP)

DP1111223: Análise do modo de falha e seus efeitos para o processo (PFMEA)

A ênfase na necessidade de métodos estatísticos de controle para a qualidade talvez deva ser considerada como uma das precursoras nesta área, pois desde os anos 50 já se registrava como um dos fatores importantes na filosofia de Deming que qualidade e produtividade aumentavam à medida que a variabilidade do processo diminuía (SLACK et al., 1997).

Apesar da visão conceitual da qualidade ter passado por estágios sucessivos, evoluindo de uma abordagem baseada no controle estatístico da qualidade (CEQ) para a abordagem do gerenciamento da qualidade total (TQM), o controle estatístico de processo continua tendo uma utilização e aplicação expressiva como ferramenta da qualidade dentro das diversas abordagens propostas de TQM (LAKHE & MOHANTY, 1994; POWELL, 1995; AHIRE et al., 1996).

Neste sentido, contextualizando no que se refere ao modelo proposto de gestão sistêmica da

qualidade, a utilização de cartas de controle (DP1111221) constitui-se em um meio eficaz de se entender e identificar as causas de variação do processo (FR1111221). Esta situação consiste preliminarmente em se distinguir o que se denomina de variação controlada e não controlada, que corresponderiam respectivamente às causas comuns e especiais de variação em um processo. Posteriormente através da análise dos limites de controle estabelecidos em função dos dados coletados, busca-se identificar e eliminar as causas especiais de variação do processo. Um processo que esteja sujeito somente às causas comuns de variação, diz-se tratar de um processo operando sob controle estatístico. Dessa forma, com a utilização contínua das cartas de controle cria-se condições de se estabelecer mecanismos de monitoração, controle e melhoria do processo, permitindo-se manter o grau de estabilidade do processo (FR1111222) e garantir o cumprimento da atividade proposta (FR1111223).

O controle estatístico de processo (DP1111222), através do uso de técnicas estatísticas possibilita a análise de um processo ou seus resultados, permitindo a tomada de ações apropriadas para manter o grau de estabilidade do processo (FR1111222), entendendo tal parâmetro de projeto como tendo seu uso após a estabilização do processo. Uma das maneiras de se verificar o desempenho do processo quando o mesmo esta sendo operado sob controle estatístico, além da utilização das cartas de controle, consiste na verificação do que se denomina de "capabilidade do processo", a qual avalia a faixa total da variação inerente a um processo estável. A capabilidade do processo é indicada através de um índice (Cpk), o qual considera tanto a distribuição do processo quanto a proximidade de distribuição em relação aos limites especificados. Logo, o controle estatístico de processo (DP1111222) também pode influenciar em se garantir o cumprimento da atividade proposta (FR1111223), na medida que permite que características de controle devam estar estabilizadas dentro dos limites especificados pelo projeto do produto e/ou serviço.

A técnica do FMEA (*Failure Mode Evaluation Analysis*) tem sido relatada como de grande eficácia para a prevenção de falhas, consistindo de uma abordagem sistematizada que identifica falhas potenciais em um sistema, produto ou operações de fabricação e montagem, podendo também definir características críticas de projeto ou de processo que requeiram controles

especiais para prevenir ou detectar ocorrências de falhas (OLIVEIRA & GONÇALVES, 1996). Usualmente quando utiliza-se esta técnica para a análise de processos de fabricação e montagem emprega-se a sigla PFMEA (*Process* FMEA). A aplicação do FMEA tem sido ainda ressaltada explicitamente por sistemas de procedimentos da qualidade utilizados na indústria automobilística, citando como exemplos a QS 9000 – 2ª edição (item 4.2.3), AVSQ'94 (item 4.9) e VDA 6 – Seção 1 (item 9.3). Logo, dentro do escopo deste trabalho, o PFMEA (DP1111223) seria um parâmetro de projeto responsável para evitar a ocorrência de falhas no processo e garantir o cumprimento da atividade proposta (FR1111223).

Dessa forma, para o conjunto de FRs e DPs definidos, teria-se a seguinte matriz de projeto para este segmento do 7º nível da estrutura hierárquica:

$$\begin{Bmatrix} FR1111221 \\ FR1111222 \\ FR1111223 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & 0 \\ X & X & 0 \\ X & X & X \end{bmatrix} . \begin{Bmatrix} DP1111221 \\ DP1111222 \\ DP1111223 \end{Bmatrix} \qquad \text{(matriz 21)}$$

Trata-se de uma matriz triangular que caracteriza um projeto *decoupled*, satisfazendo portanto o Axioma da Independência.

A este ponto das estruturas hierárquicas de domínios funcional e físico, finaliza-se a decomposição em níveis inferiores, caracterizando-se assim o modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade neste trabalho. As Tabelas 3.5 e 3.6 relacionam respectivamente os requisitos funcionais (FRs) e parâmetros de projeto (DPs) definidos nesta proposta de modelo de gestão sistêmica da qualidade. Verifica-se que os FRs foram desenvolvidos procurando-se contemplar os CAs definidos no início deste capítulo, sendo que como exemplos pode-se citar:

- O atributo do cliente dos acionistas da organização ($CA1_{AC}$) que refere-se a maximizar o retorno sobre o investimento pode ser contemplado pelo requisito funcional FR1 (maximizar o retorno sobre o investimento), o qual constituiu-se no requisito funcional de mais alto nível hierárquico na estrutura de domínio funcional sendo originado do

respectivo atributo do cliente.

- O atributo do cliente dos colaboradores internos da organização a nível hierárquico de diretoria ($CA1_{CND}$), que refere-se a criar estratégias organizacionais para a prosperidade do negócio pode ser contemplado pelo requisito funcional FR11 (aumentar receita de venda), bem como outros FRs resultantes desta decomposição em níveis inferiores.
- O atributo do cliente dos colaboradores internos da organização a nível hierárquico de gerência ($CA1_{CNG}$), que refere-se a coordenar a aplicação de táticas para a melhoria de desempenho organizacional pode ser contemplado pelo requisito funcional FR112 (aumentar a quantidade de produtos vendidos), bem como outros FRs resultantes desta decomposição em níveis inferiores.
- O atributo do cliente dos colaboradores internos da organização a nível hierárquico de apoio e planejamento operacional ($CA1_{CNAPO}$), que refere-se a implementar táticas para a melhoria de desempenho organizacional pode ser contemplado pelo FR1311 (maximizar a flexibilidade para atender a variações de volume e de *mix* produtivo), bem como outros FRs resultantes desta decomposição em níveis inferiores.
- O atributo do cliente dos colaboradores internos da organização a nível hierárquico de execução ($CA1_{CNE}$), que refere-se a executar as tarefas propostas para a melhoria do desempenho organizacional pode ser contemplado pelo FR111121 (planejar o processo produtivo orientado pelas características primárias do produto), bem como outros FRs resultantes desta decomposição em níveis inferiores.
- O atributo do cliente dos colaboradores internos da organização relativo a todos os níveis hierárquicos da organização ($CA1_{TNC}$), que refere-se a melhoria contínua no desempenho de suas atividades pode ser contemplado pelo FR12121 (envolver funcionários em processos de melhorias contínuas), bem como outros FRs resultantes desta decomposição em níveis inferiores.
- O atributo do cliente do consumidor dos produtos da organização ($CA1_{TNC}$), que refere-se a adquirir produtos que contemplem necessidades de valor percebido pode ser contemplado pelo FR11111 (caracterizar necessidades básicas do cliente), bem como outros FRs resultantes desta decomposição em níveis inferiores.
- O atributo do cliente do consumidor dos produtos da organização ($CA2_{TNC}$), que refere-

se a receber produtos segundo expectativas estabelecidas pode ser contemplado pelo FR11112 (controlar características primárias do produto), bem como outros FRs resultantes desta decomposição em níveis inferiores.

- Finalmente, o atributo do cliente da comunidade em que a organização se insere ($CA1_{COM}$), que refere-se a coexistência harmoniosa com a organização pode ser contemplado pelo FR112213 (estar alinhada com as demandas da sociedade).

Conjuntamente ao desenvolvimento das matrizes de projeto, as quais indicam os relacionamentos entre os requisitos funcionais (FRs) e parâmetros de projeto (DPs) ao longo dos níveis da estrutura hierárquica, os "diagramas-árvore" de requisitos funcionais e parâmetros de projeto também foram desenvolvidos para o modelo proposto. Os anexos I e II deste trabalho ilustram detalhadamente os respectivos "diagrama-árvore" de FRs e "diagrama-árvore" de DPs, onde são mostradas as estruturas hierárquicas desenvolvidas em cada domínio. As Figuras 3.8 e 3.9 ilustram de forma esquemática tais "diagramas-árvore" das estruturas hierarquizadas de FRs e DPs, podendo-se visualizar a decomposição proposta pelo modelo de gestão sistêmica da qualidade.

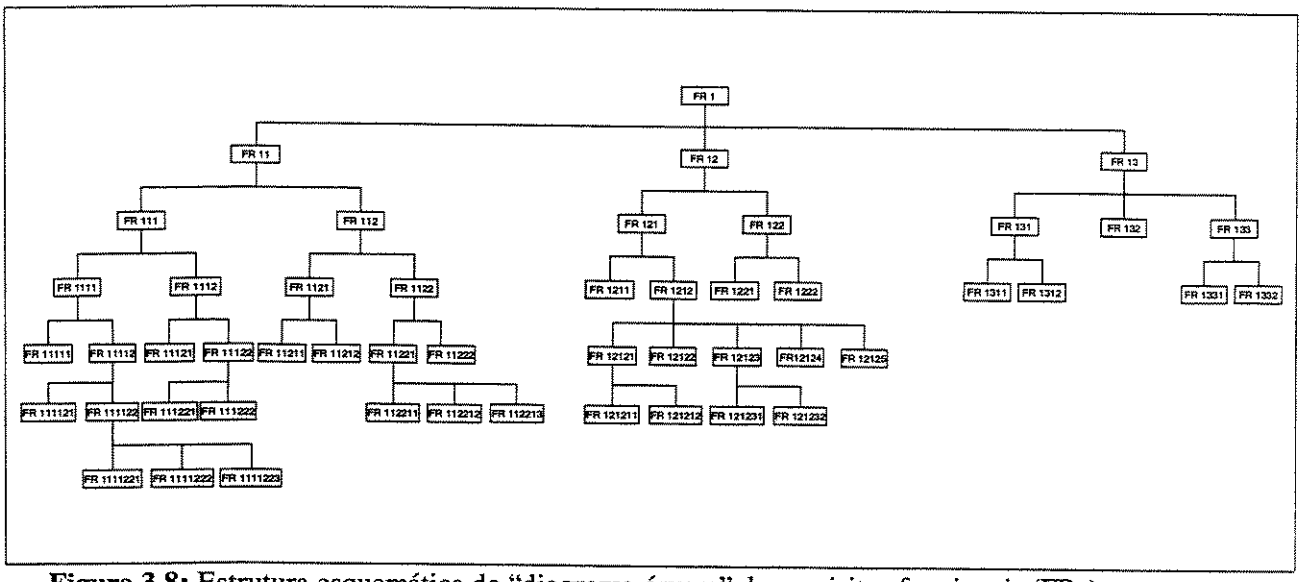


Figura 3.8: Estrutura esquemática do "diagrama-árvore" de requisitos funcionais (FRs) propostos no modelo

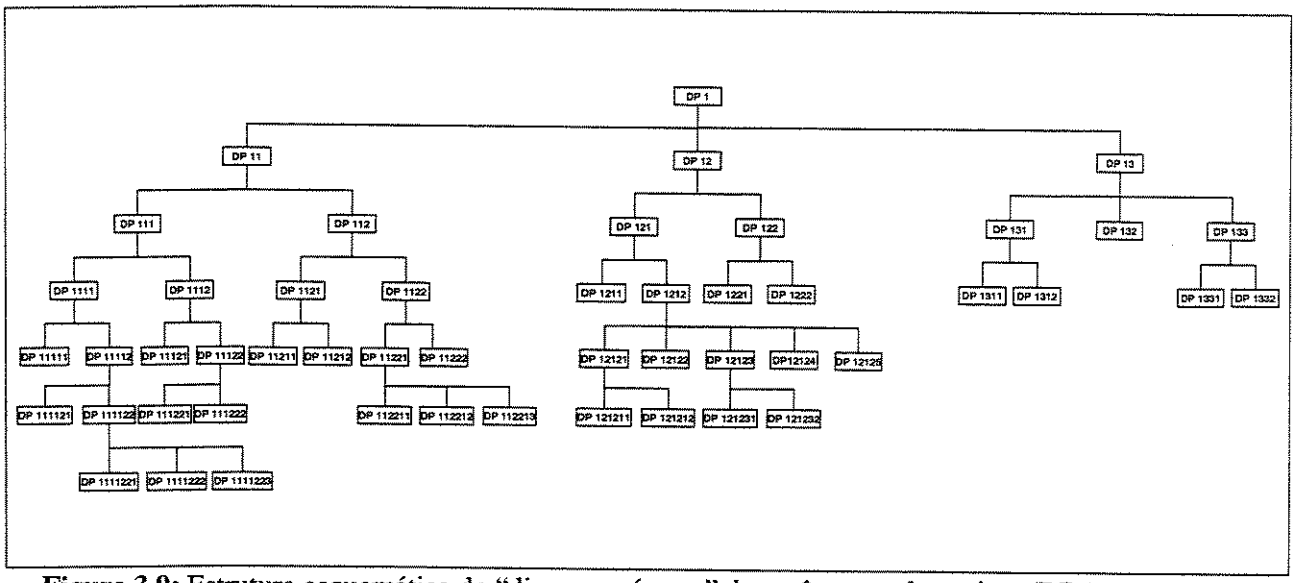


Figura 3.9: Estrutura esquemática do "diagrama-árvore" de parâmetros de projeto (DPs) propostos no modelo

Tabela 3.5: Requisitos funcionais definidos para o modelo de gestão sistêmica da qualidade proposto

Referência	Descrição	Nível da estrutura hierárquica
FR1	Maximizar o retorno sobre o investimento	1° nível
FR11	Aumentar receita de venda de produtos	2° nível
FR12	Minimizar gastos na produção	2° nível
FR13	Minimizar investimentos na produção	2° nível
FR111	Maximizar preço em função do valor percebido do cliente	3° nível
FR112	Aumentar a quantidade de produtos vendidos (aumento de *market share)*	3° nível
FR121	Definir custo alvo da produção	3° nível
FR122	Estabelecer limites de despesas administrativas da produção	3° nível
FR131	Avaliar investimentos em bens de capital	3° nível
FR132	Reduzir investimentos em matéria prima e insumos	3° nível
FR133	Avaliar investimentos em infraestrutura operacional	3° nível
FR1111	Diferenciar o preço em função de valores tangíveis exigidos pelo cliente	4° nível
FR1112	Diferenciar o preço em função de valores intangíveis percebidos pelo cliente	4° nível
FR1121	Buscar novos mercados consumidores	4° nível
FR1122	Conquistar mercados de concorrentes	4° nível
FR1211	Reduzir custos de matéria prima e componentes	4° nível
FR1212	Reduzir custos de atividades operacionais	4° nível
FR1221	Compatibilizar estrutura funcional com as necessidades da empresa	4° nível
FR1222	Externalizar atividades administrativas não relevantes à empresa	4° nível
FR1311	Maximizar a flexibilidade para atender a variações de volume e de *mix* produtivo	4° nível
FR1312	Maximizar a flexibilidade para introdução de novos produtos	4° nível
FR1331	Possibilitar alterações na configuração de instalações e *facilities* implantadas	4° nível
FR1332	Garantir instalações e *facilities* adequadas a variações do *mix* produtivo	4° nível
FR11111	Caracterizar necessidades básicas do cliente	5° nível
FR11112	Controlar características primárias do produto	5° nível
FR11121	Atender necessidades específicas do cliente	5° nível
FR11122	Destacar características secundárias relevantes ao produto	5° nível
FR11211	Desenvolver novos nichos mercadológicos	5° nível
FR11212	Incentivar o desenvolvimento de inovações de produto	5° nível
FR11221	Possuir qualidade superior ao concorrente	5° nível
FR11222	Possuir preço inferior ao concorrente	5° nível
FR12121	Envolver funcionários em processos de melhorias contínuas	5° nível
FR12122	Otimizar atividades de movimentação interna de materiais	5° nível
FR12123	Diminuir tempos de preparação de equipamentos	5° nível
FR12124	Reduzir perdas e retrabalhos no processo produtivo	5° nível
FR12125	Maximizar a disponibilidade operacional do equipamento	5° nível
FR111121	Planejar o processo produtivo orientado pelas características primárias do produto	6° nível
FR111122	Monitorar a confiabilidade do processo produtivo	6° nível
FR111221	Comparar o produto com os produtos concorrentes do mercado	6° nível
FR111222	Incorporar requisitos complementares ao produto	6° nível
FR112211	Coordenar a orientação pela qualidade total	6° nível
FR112212	Evidenciar o *status* de qualidade da empresa no mercado	6° nível

FR112213	Estar alinhada com as demandas da sociedade	6° nível
FR121211	Estimular o envolvimento dos funcionários	6° nível
FR121212	Objetivar o trabalho multifuncional em equipes	6° nível
FR121231	Identificar e analisar atividades de preparação de equipamentos	6° nível
FR121232	Padronizar procedimentos na preparação de equipamentos	6° nível
FR1111221	Identificar causas de variação do processo	7° nível
FR1111222	Manter o grau de estabilidade do processo	7° nível
FR1111223	Garantir o cumprimento da atividade proposta	7° nível

Tabela 3.6: Parâmetros de projeto definidos para o modelo de gestão sistêmica da qualidade proposto

Referência	Descrição	Nível da estrutura hierárquica
DP1	Modelo de gestão sistêmica da qualidade	1° nível
DP11	Produtos que maximizam a satisfação do cliente	2° nível
DP12	Estabelecimento de um custo alvo do produto	2° nível
DP13	Avaliação sistêmica do investimento na produção	2° nível
DP111	Diferenciação do produto	3° nível
DP112	Produtos com maior aceitação no mercado	3° nível
DP121	Enfoque baseado na gestão total de custos	3° nível
DP122	Gerenciamento das despesas administrativas da produção	3° nível
DP131	Ênfase na aquisição de equipamentos adaptáveis às alterações da demanda	3° nível
DP132	Ênfase na operação com baixos níveis de inventário	3° nível
DP133	Ênfase na implantação de instalações e *facilities* adaptáveis à mudança	3° nível
DP1111	Produtos em conformidade com as expectativas do cliente	4° nível
DP1112	Produtos com maior qualidade percebida pelo cliente	4° nível
DP1121	Criação de novos produtos	4° nível
DP1122	Melhor atendimento dos desejos do cliente	4° nível
DP1211	Política de negociação de preços na cadeia de fornecedores	4° nível
DP1212	Política de melhorias de desempenho de atividades operacionais	4° nível
DP1221	Estrutura funcional direcionada ao gerenciamento de processos	4° nível
DP1222	Terceirização de atividades administrativas não relevantes à empresa	4° nível
DP1311	Equipamentos adaptáveis ao fluxo contínuo de produção	4° nível
DP1312	Equipamentos reconfiguráveis de baixa complexidade operacional	4° nível
DP1331	Instalações e *facilities* modulares e removíveis	4° nível
DP1332	Instalações e *facilities* direcionadas aos negócios da empresa	4° nível
DP11111	Definição de requisitos do produto exigidos pelo cliente	5° nível
DP11112	Monitoramento do processo produtivo	5° nível
DP11121	Atendimento individualizado das necessidades dos clientes	5° nível
DP11122	Estratégia diferenciada de *marketing* do produto	5° nível
DP11211	Liderança empreendedora	5° nível
DP11212	Estímulo à criatividade	5° nível
DP11221	Gestão orientada pela qualidade	5° nível
DP11222	Estratégia de redução de preços	5° nível
DP12121	Programa estruturado de educação e treinamento em todos níveis funcionais	5° nível
DP12122	*Lay out* fabril melhor organizado	5° nível
DP12123	Técnicas de troca rápida de ferramentas	5° nível
DP12124	Processo a prova de erros (metodologia *mistake proofing*)	5° nível
DP12125	Manutenção Produtiva Total (TPM)	5° nível
DP111121	Plano de controle de parâmetros críticos do processo	6° nível
DP111122	Processo de aprovação de peças de produção	6° nível
DP111221	Mecanismos de *benchmarking*	6° nível
DP111222	Concepção multidisciplinar da finalidade de uso do produto	6° nível
DP112211	Liderança e comprometimento da alta gerência	6° nível
DP112212	Certificação de sistemas da qualidade	6° nível
DP112213	Gestão de relacionamento empresa-sociedade	6° nível
DP121211	Comprometimento com a missão e valores da empresa	6° nível

DP121212	Criação de *team works* autogerenciáveis	6° nível
DP121231	Análise dos métodos de trabalho	6° nível
DP121232	Procedimento padrão de execução de tarefas	6° nível
DP1111221	Utilização de Cartas de Controle	7° nível
DP1111222	Controle Estatístico de Processo (CEP)	7° nível
DP1111223	Análise do modo de falha e seus efeitos para o processo (PFMEA)	7° nível

Capítulo 4

Aspectos Aplicativos e Desdobramentos do Modelo Proposto de Gestão Sistêmica da Qualidade

4.1 Introdução

O desenvolvimento conduzido no capítulo III deste trabalho possibilitou estruturar os diagramas hierarquizados de requisitos funcionais (FRs) e parâmetros de projeto (DPs), definidos para o modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade. Os diagramas de estruturas hierarquizadas de FRs e DPs são também denominadas de "diagrama-árvore" de FR e DP, indicando a hierarquia estabelecida de FRs no domínio funcional e DPs no domínio físico, sendo que uma das principais finalidades do "diagrama-árvore" está na simplificação e compreensão do projeto como um todo, indicando as relações entre FRs e DPs a cada nível hierárquico do "diagrama-árvore" (SUH, 1990).

Além do desenvolvimento do "diagrama-árvore" de FRs e DPs, para cada "ramo" destas estruturas hierarquizadas foram obtidas as equações e matrizes de projeto, indicando também se a relação estabelecida entre FRs e DPs definia uma matriz de projeto *coupled, decoupled* ou *uncoupled.* Dessa forma, através da aplicação dos princípios estabelecidos pela metodologia do *Axiomatic Design* foi desenvolvida a proposta do modelo de gestão sistêmica da qualidade.

Neste capítulo IV serão verificados possíveis desdobramentos que podem ser obtidos com

uma análise mais aprofundada da abordagem do *Axiomatic Design* e do modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade. Inicialmente será desenvolvida a Matriz de Projeto Consolidada para o modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade, ilustrando o relacionamento entre FRs e DPs definidos no projeto. Na seqüência é construído o Diagrama de Estrutura de Módulo e Junção, o qual constitui-se em importante recurso para se definir a seqüência de implementação das soluções propostas no modelo de gestão sistêmica da qualidade. Como terceiro tópico importante neste capítulo, destaca-se a proposta de abordar o gerenciamento estratégico conjugado ao modelo de gestão sistêmica da qualidade, utilizando para tal o enfoque delineado pelo *Balanced Scorecard.* Como ponto final deste capítulo, é feita uma análise exploratória de aderência do modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade com relação a sistemas normativos da qualidade aplicados ao setor automotivo.

4.2 **O desenvolvimento da Matriz de Projeto Consolidada**

Neste item será desenvolvida a matriz de projeto consolidada para o modelo de gestão sistêmica da qualidade, a qual constitui-se em importante fator para análise do relacionamento entre todos FRs e DPs definidos para o projeto, classificando o projeto como *coupled, decoupled* ou *uncoupled.*

Um conceito importante a ser ressaltado com relação ao desenvolvimento da matriz de projeto consolidada é o que se define como "FR-folha" e "DP-folha", que são respectivamente os requisitos funcionais e parâmetros de projeto de mais baixo nível nas estruturas hierarquizadas de domínios funcional e físico. Os FRs e DPs de níveis superiores na estrutura hierárquica são satisfeitos pela combinação das "folhas", segundo as informações contidas na matriz de projeto. Além disso, um "DP-folha" que estivesse localizado a um dado nível da estrutura hierarquizada poderia influenciar, tanto na definição como na caracterização dos FRs e DPs de níveis inferiores nesta dada estrutura hierárquica (SUH et al., 1998).

Tal situação poderia ocorrer ainda com qualquer FR e DP inferior da estrutura hierárquica, mesmo que não pertencente ao mesmo ramo do "DP-folha" analisado. As Figuras 4.1 e 4.2

indicam através de um traço duplo os requisitos funcionais e parâmetros de projeto classificados como "folhas" dentro do modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade, considerando os "diagrama-árvore" de FR e DP desenvolvidos no capítulo III. As Tabelas 4.1 e 4.2 relacionam respectivamente os requisitos funcionais e parâmetros de projeto "folhas", indicando a referência, descrição e níveis hierárquicos dos mesmos.

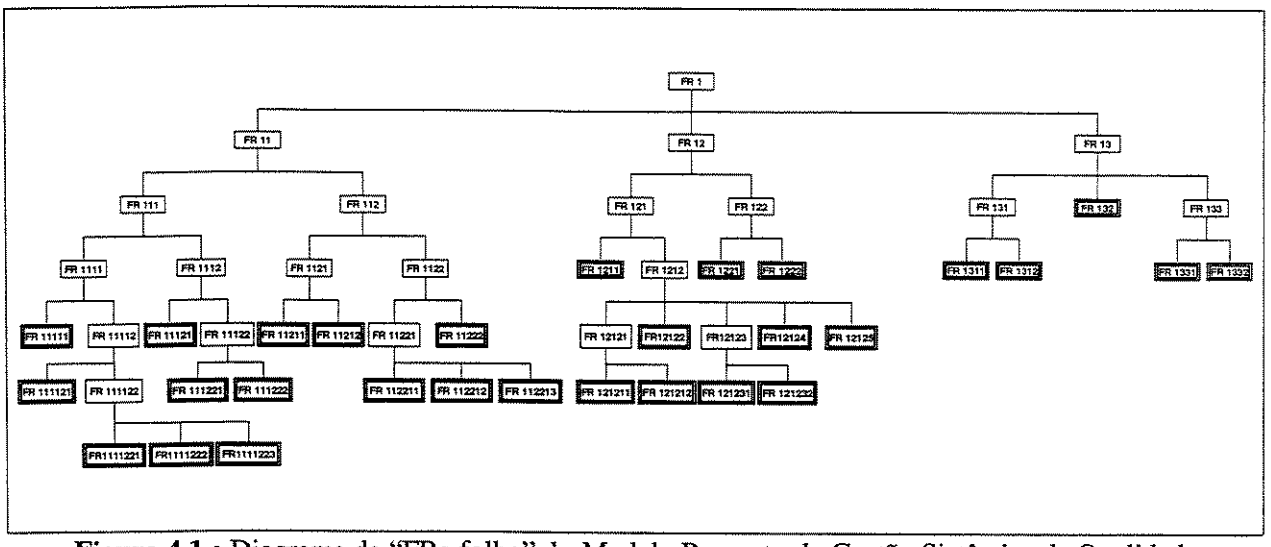


Figura 4.1 : Diagrama de "FRs-folha" do Modelo Proposto de Gestão Sistêmica da Qualidade

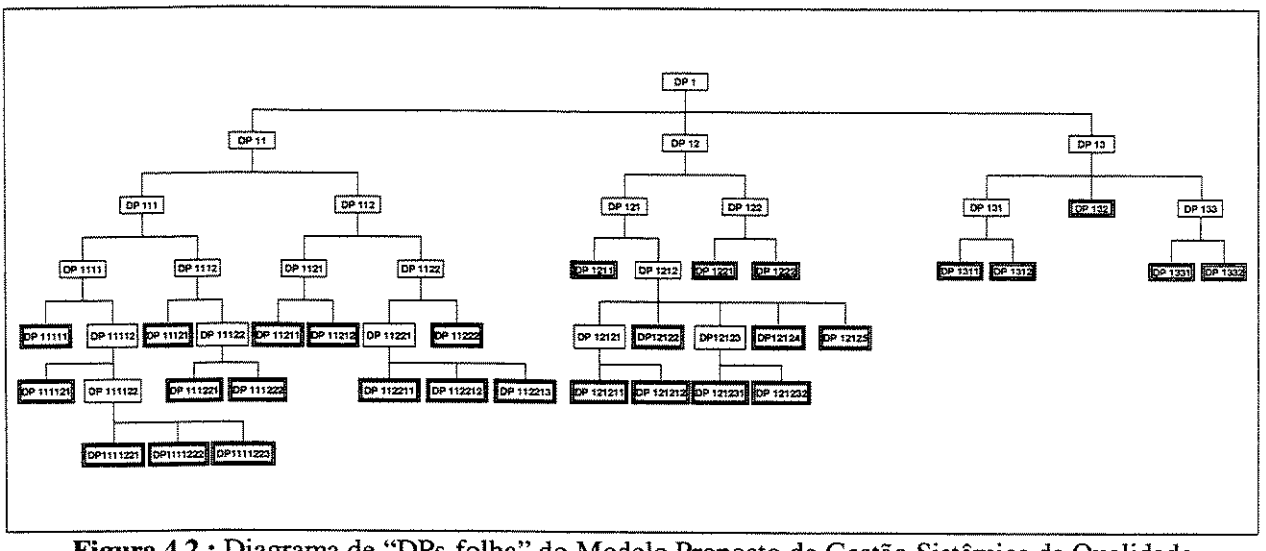


Figura 4.2 : Diagrama de "DPs-folha" do Modelo Proposto de Gestão Sistêmica da Qualidade

Tabela 4.1: Relação de "FRs-Folha" do Modelo Proposto de Gestão Sistêmica da Qualidade

Referência	Descrição	Nível Hierárquico
FR132	Reduzir investimentos em matéria-prima e insumos	3° nível
FR1211	Reduzir custos de matéria prima e componentes	4° nível
FR1221	Compatibilizar estrutura funcional com as necessidades da empresa	4° nível
FR1222	Externalizar atividades administrativas não relevantes à empresa	4° nível
FR1311	Direcionar produção segundo a demanda do cliente	4° nível
FR1312	Maximizar a flexibilidade para atender a variações de volume e de *mix* produtivo	4° nível
FR1331	Possibilitar alterações na configuração de instalações e *facilities* implantadas	4° nível
FR1332	Garantir instalações e *facilities* adequadas a variações do *mix* produtivo	4° nível
FR 11111	Caracterizar necessidades básicas do cliente	5° nível
FR11121	Atender necessidades específicas do cliente	5° nível
FR11211	Desenvolver novos nichos mercadológicos	5° nível
FR11212	Incentivar o desenvolvimento de inovações do produto	5° nível
FR11222	Possuir preço inferior ao concorrente	5° nível
FR12122	Otimizar atividades de movimentação interna de materiais	5° nível
FR12124	Reduzir perdas e retrabalhos no processo produtivo	5° nível
FR12125	Maximizar a disponibilidade operacional do equipamento	5° nível
FR111121	Planejar o processo produtivo orientado pelas características primárias do produto	6° nível
FR111221	Comparar o produto com os produtos concorrentes do mercado	6° nível
FR111222	Incorporar requisitos complementares ao produto	6° nível
FR112211	Coordenar a orientação pela qualidade total	6° nível
FR112212	Evidenciar o *status* de qualidade da empresa no mercado	6° nível
FR112213	Estar alinhada com as demandas da sociedade	6° nível
FR121211	Estimular o envolvimento dos funcionários	6° nível
FR121212	Objetivar o trabalho multifuncional em equipes	6° nível
FR121231	Identificar e analisar atividades de preparação de equipamentos	6° nível
FR121232	Padronizar procedimentos na preparação de equipamentos	6° nível
FR1111221	Identificar causas de variação do processo	7° nível
FR1111222	Manter o grau de estabilidade do processo	7° nível
FR1111223	Garantir o cumprimento da atividade proposta	7° nível

Tabela 4.2: Relação de "DPs-Folha" do Modelo Proposto de Gestão Sistêmica da Qualidade

Referência	Descrição	Nível Hierárquico
DP132	Ênfase na operação com baixos níveis de inventário	3° nível
DP1211	Política de negociação de preços na cadeia de fornecedores	4° nível
DP1221	Estrutura funcional direcionada ao gerenciamento do processo	4° nível
DP1222	Terceirização de atividades administrativas não relevantes à empresa	4° nível
DP1311	Equipamentos adaptáveis ao fluxo contínuo de produção	4° nível
DP1312	Equipamentos reconfiguráveis de baixa complexidade operacional	4° nível
DP1331	Instalações e *facilities* modulares e removíveis	4° nível
DP1332	Instalações e *facilities* direcionadas aos negócios da empresa	4° nível
DP 11111	Definição dos requisitos do produto exigidos pelo cliente	5° nível
DP11121	Atendimento individualizado das necessidades dos clientes	5° nível
DP11211	Liderança empreendedora	5° nível
DP11212	Estímulo à criatividade	5° nível
DP11222	Estratégia de redução de preços	5° nível
DP12122	*Lay out* fabril melhor organizado	5° nível
DP12124	Processo à prova de erros (metodologia *mistake proofing*)	5° nível
DP12125	Manutenção Produtiva Total (TPM)	5° nível
DP111121	Plano de controle de parâmetros críticos do processo	6° nível
DP111221	Mecanismos de *benchmarking*	6° nível
DP111222	Concepção multidisciplinar da finalidade de uso do produto	6° nível
DP112211	Liderança e comprometimento da alta gerência	6° nível
DP112212	Certificação de sistemas da qualidade	6° nível
DP112213	Gestão de relacionamento empresa-sociedade	6° nível
DP121211	Comprometimento com a missão e valores da empresa	6° nível
DP121212	Criação de *team works* autogerenciáveis	6° nível
DP121231	Análise dos métodos de trabalho	6° nível
DP121232	Procedimento padrão de execução de tarefas	6° nível
DP1111221	Utilização de Cartas de Controle	7° nível
DP1111222	Controle Estatístico de Processo (CEP)	7° nível
DP1111223	Análise do modo de falha e seus efeitos para o processo (PFMEA)	7° nível

O desenvolvimento da matriz de projeto consolidada tem como objetivo principal verificar a consistência do projeto no que se refere a caracterizar-se como um projeto *coupled, decoupled* ou *uncoupled.* Como já mencionado anteriormente, os parâmetros de projeto (DPs) podem exercer influências em requisitos funcionais (FRs), mesmo em ramos distintos da estrutura hierárquica. Tomando-se como exemplo o modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade, pode-se efetuar a análise da influência exercida pelos DPs nos FRs, conforme ilustrado pela Figura 4.3.

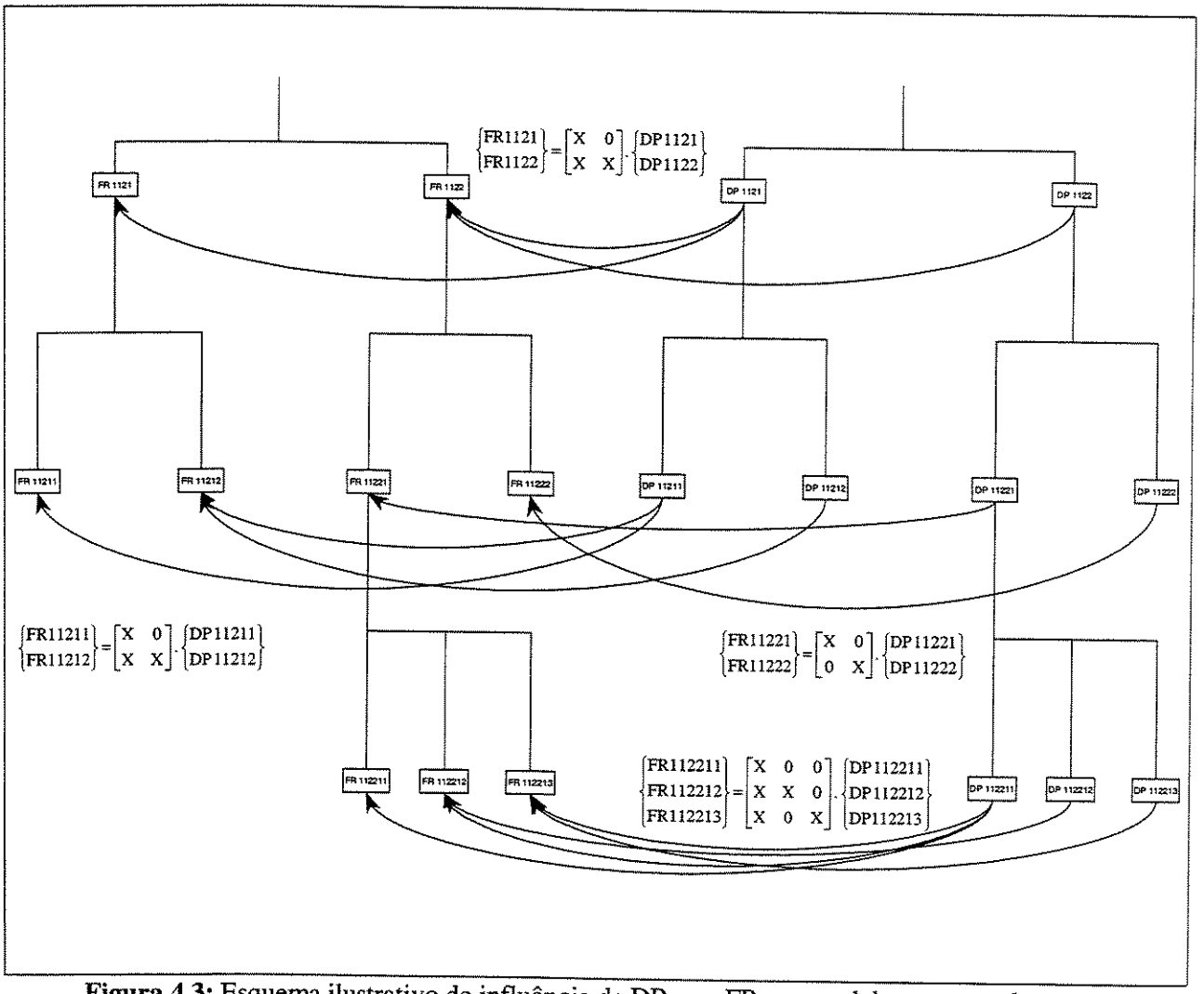


Figura 4.3: Esquema ilustrativo de influência de DPs em FRs no modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade

Nesta figura foi tomado como exemplo uma parte das estruturas hierárquicas de requisitos funcionais (FRs) e parâmetros de projeto (DPs), referentes à decomposição de FR112 (aumentar a quantidade de produtos vendidos – aumento de *market share*) e DP112 (produtos com maior aceitação no mercado), ambos pertencentes ao ramo de aumento de receita de vendas. Na Figura 4.3 estão ilustradas as matrizes de projeto características dos relacionamentos estabelecidos entre FRs e DPs nos níveis hierárquicos da estrutura, sendo tais matrizes obtidas no desenvolvimento do capítulo III deste trabalho.

Pode-se verificar que no 4° nível das estruturas hierárquicas de domínio funcional e físico, os requisitos funcionais FR1121 (buscar novos mercados consumidores) e FR1122 (conquistar mercados dos concorrentes) são respectivamente satisfeitos pelos parâmetros de projeto DP1121 (criação de novos produtos) e DP1122 (melhor atendimento dos desejos dos clientes), estabelecendo neste relacionamento uma matriz de projeto *decoupled.* Esta situação indica que o DP1121 esta fortemente relacionado aos FR1121 e FR1122, ao passo que o DP1122 esta fortemente relacionado ao FR1122. Dessa forma, o FR1122 sofre influências tanto do DP1121 como do DP1122.

Concentrando agora a análise mais especificamente no desdobramento do FR1122, verifica-se que de sua composição são obtidos os requisitos funcionais FR11221 (possuir qualidade superior ao concorrente) e FR11222 (possuir preço inferior ao concorrente), os quais são respectivamente satisfeitos pelos parâmetros de projeto DP11221 (gestão orientada pela qualidade) e DP11222 (estratégia de redução de preços), estabelecendo dessa forma no 5° nível das estruturas hierárquicas um relacionamento caracterizado por uma matriz de projeto *uncoupled.* Esta situação implica que o DP11221 esta fortemente relacionado ao FR11221, ao passo que o DP11222 esta fortemente relacionado ao FR11222. Assim, os FR11221 e FR11222 (resultantes da decomposição de FR1122), além das influências dos respectivos DP11221 e DP11222, estão também sujeitos às influências dos DP1121 e DP1122. O requisito funcional FR1122, bem como o respectivo parâmetro de projeto DP1122, constituem "folhas" do "diagrama-árvore" não sendo desdobrados em níveis inferiores das estruturas hierárquicas e devendo serem implementados a este nível no modelo de gestão sistêmica da qualidade.

Dando continuidade, da decomposição hierárquica do FR11221 são obtidos os requisitos funcionais FR112211 (coordenar a orientação da qualidade total), FR112212 (evidenciar o *status* de qualidade da empresa no mercado) e FR112213 (estar alinhada com as demandas da sociedade), sendo tais requisitos funcionais respectivamente satisfeitos por DP112211 (liderança e comprometimento da alta gerência), DP112212 (certificação de sistemas da qualidade) e DP112213 (gestão do relacionamento empresa-sociedade), estabelecendo dessa forma no 6° nível das estruturas hierárquicas um relacionamento caracterizado por uma matriz de projeto *decoupled*. Esta situação implica que o DP112211 esta fortemente relacionado a FR112211, FR112212 e FR112213; o DP112212 esta fortemente relacionado a FR112212 e o DP112213 esta fortemente relacionado a FR112213.

Pela situação acima descrita, nos relacionamentos estabelecidos entre FRs e DPs pela decomposição hierárquica, pode-se verificar que alterações a serem feitas em DP1121 não afetam FR1121, desde que tais alterações fossem feitas no sentido de satisfazer tal requisito funcional. Contudo, como se trata de uma matriz de projeto *decoupled*, o requisito funcional FR1122 seria afetado, devendo ser corrigida esta situação pelo ajuste do parâmetro de projeto DP1122. Como DP1122 sofre posterior decomposição hierárquica, os parâmetros de projeto resultantes desta decomposição, ou seja, DP11221 e DP11222 também devem ser ajustados. Estabelece-se assim uma seqüência estruturada de informações sobre as conseqüências de alterações de parâmetros de projeto e suas influências sobre os requisitos funcionais.

Essa situação possibilita a construção passo a passo da matriz de projeto consolidada na medida em que vai se dando a decomposição das estruturas hierarquizadas de domínio funcional e físico. Tomando novamente a Figura 4.3 como exemplo, pode-se verificar que a mesma é composta de 03 níveis hierárquicos (4°, 5° e 6° níveis hierárquicos), estando presentes também alguns "FRs e DPs – folhas". Analisando-se o primeiro nível hierárquico desta figura, verifica-se que os parâmetros de projeto DP1121 e DP1122 estabelecem uma relação *decoupled* com os respectivos requisitos funcionais FR1121 e FR1122, de maneira que a decomposição hierárquica neste nível e construção da matriz de projeto consolidada se dá conforme ilustrado na Figura 4.4. Verifica-se que a parte da matriz de projeto consolidada neste relacionamento é resultante da

matriz de projeto definida no relacionamento entre FR1121, FR1122, DP1121 e DP1122.

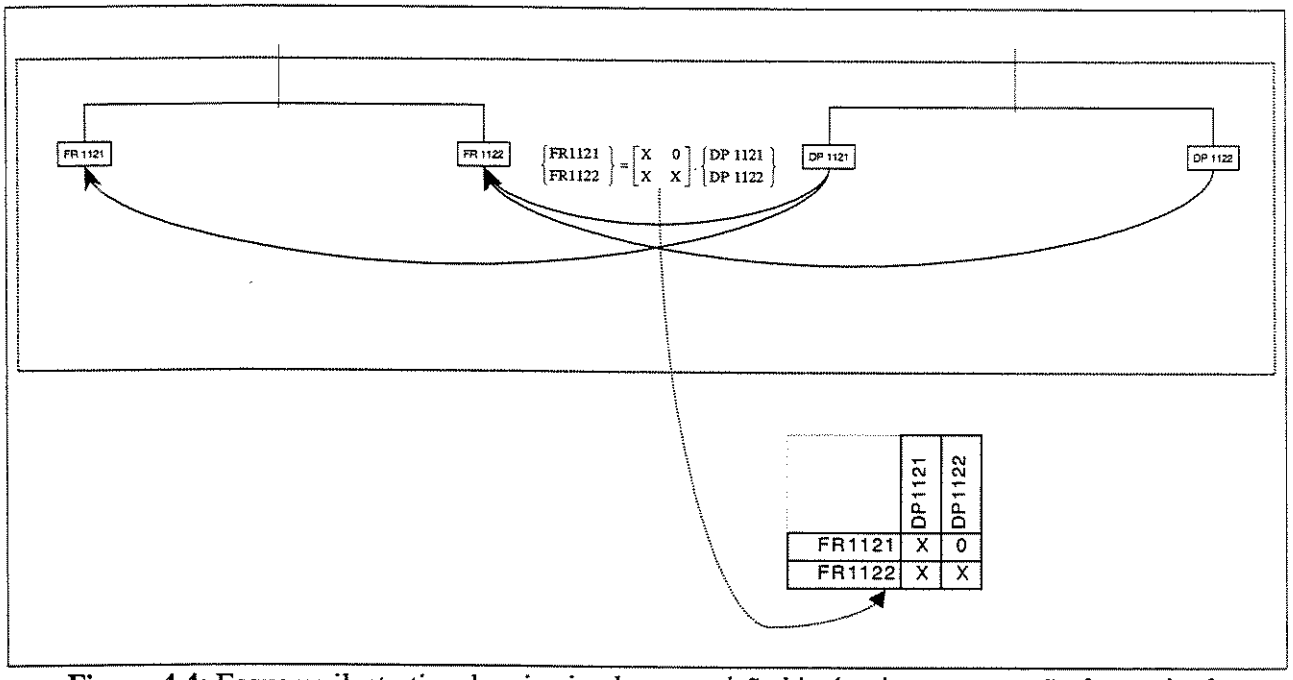


Figura 4.4: Esquema ilustrativo de primeira decomposição hierárquica e construção da matriz de projeto consolidada no ramo analisado do modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade

Dando seqüência ao processo de decomposição hierárquica e construção da matriz de projeto consolidada, tem-se que o próximo nível hierárquico é composto pelos requisitos funcionais FR11211, FR11212, FR11221 e FR11222 e os respectivos parâmetros de projeto DP11211, DP11212, DP11221 e DP11222. Tais FRs e DPs estabelecem um relacionamento caracterizado por uma matriz de projeto *decoupled* e *uncoupled*, sendo que a Figura 4.5 ilustra os relacionamentos existentes neste nível hierárquico entre domínios funcional e físico, bem como a continuidade da construção da matriz de projeto consolidada. Nesta Figura 4.5 pode-se verificar que os relacionamentos diretos estabelecidos pelas matrizes de projeto são indicados com um X na matriz de projeto consolidada. Os pontos indicados por interrogação (?), devem ser analisados caso a caso, pois representam desdobramentos de FR1122 e DP1121 que apresentavam um relacionamento no nível hierárquico anterior, podendo portanto terem relacionamento neste nível hierárquico. Dessa forma, conforme a estruturação da matriz de projeto consolidada verifica-se os relacionamentos diretos estabelecidos pelas matrizes de projeto no modelo proposto, como também os possíveis relacionamentos devido a "parentescos" com níveis superiores das estruturas hierárquicas.

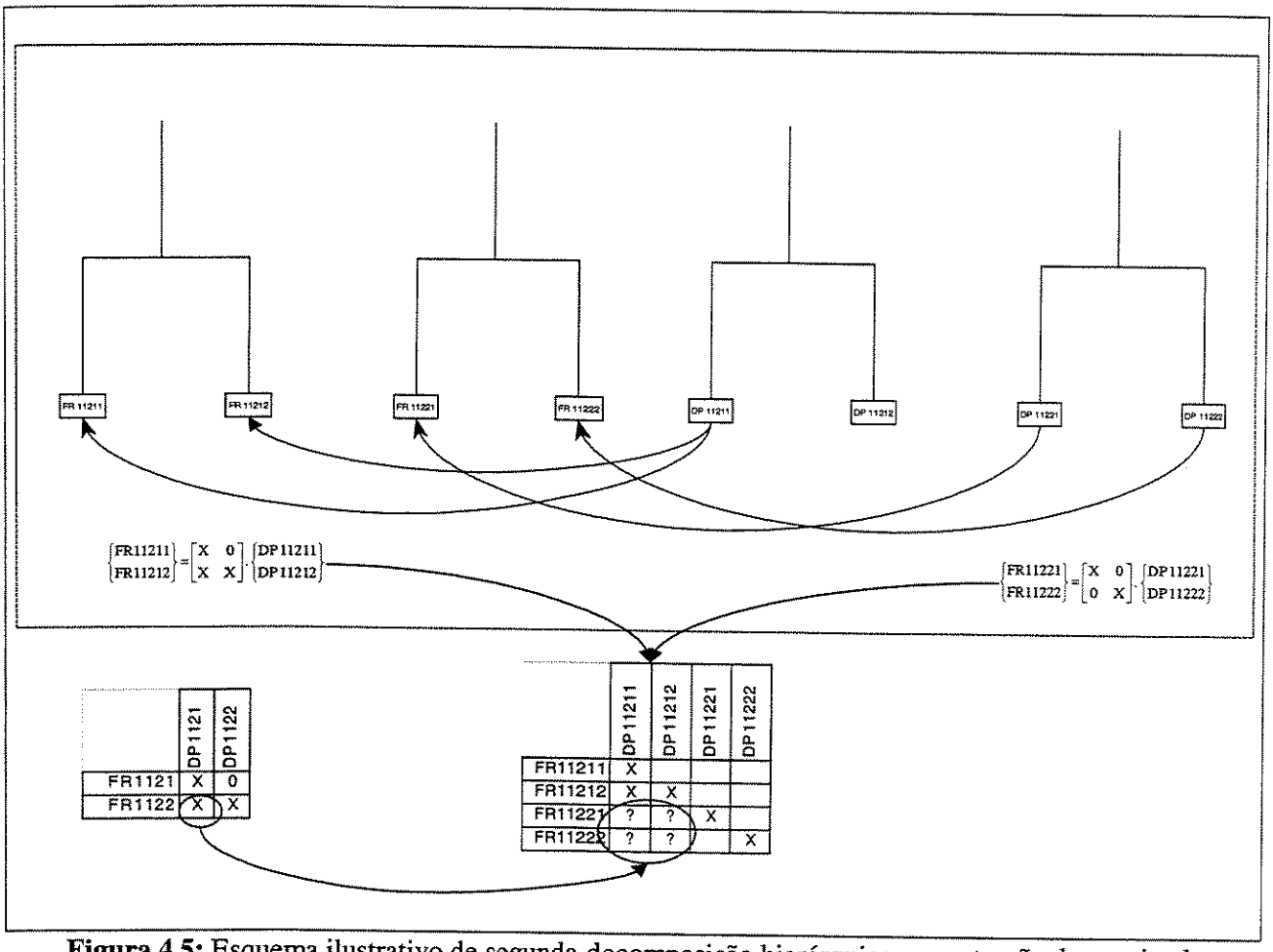


Figura 4.5: Esquema ilustrativo de segunda decomposição hierárquica e construção da matriz de projeto consolidada no ramo analisado do modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade

O último passo neste exemplo ilustrativo de decomposição hierárquica de um ramo do modelo de gestão sistêmica da qualidade e construção da matriz de projeto consolidada é dado pela análise dos requisitos funcionais FR11211, FR11212, FR112211, FR112212, FR112213 e FR11222, bem como os seus respectivos parâmetros de projeto DP11211, DP11212, DP112211, DP112212, DP112213 e DP11222. Este conjunto de requisitos funcionais e parâmetros de projeto é composto por "FRs e DPs-folha", bem como os componentes do 6° nível hierárquico das estruturas de domínio funcional e físico. A Figura 4.6 ilustra esquematicamente os relacionamentos estabelecidos, bem como o passo seguinte na construção da matriz de projeto consolidada.

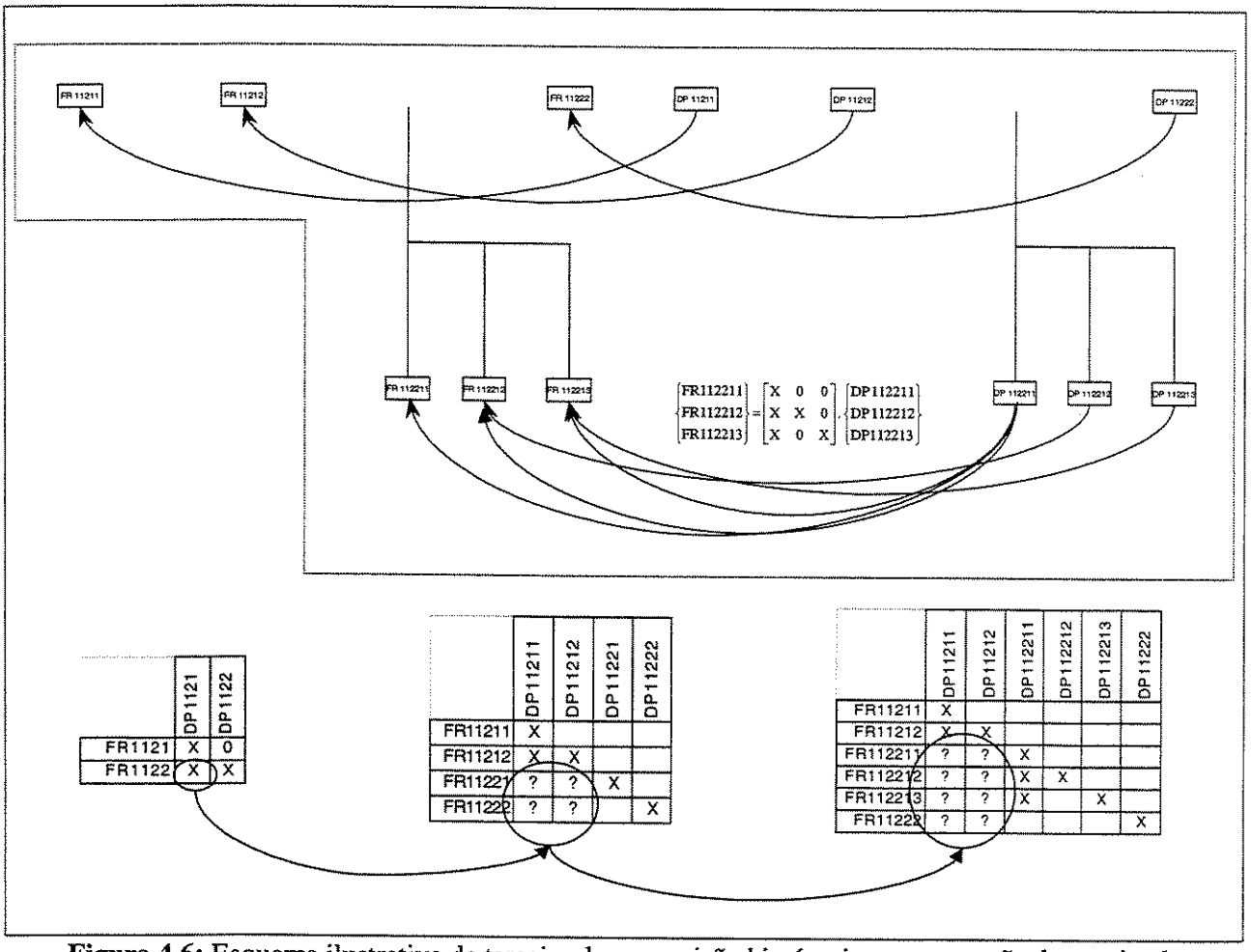


Figura 4.6: Esquema ilustrativo de terceira decomposição hierárquica e construção da matriz de projeto consolidada no ramo analisado do modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade

Por esta figura verifica-se novamente os pontos de interrogação que representam possível relacionamento em função de um "parentesco" anterior, pois os DP11211 e DP11212 poderiam exercer influências nos FR11221 e FR11222, tendo assim possibilidade de agir também sobre os requisitos funcionais desdobrados componentes do 6° nível da estrutura hierárquica. Novamente a análise deve ser feita caso a caso, indicando onde existem as possibilidades de relacionamento dado a influência de níveis superiores da estrutura hierárquica. É neste processo de indicação de relacionamentos diretos estabelecidos pelas matrizes de projeto a cada nível hierárquico e análise dos relacionamentos por "parentescos" que vai se dando a construção da matriz de projeto consolidada.

Pelo exemplo dado pode-se verificar que os parâmetros de projeto agem sobre os requisitos funcionais, de maneira a exercerem influências sobre as estruturas hierárquicas durante o processo de decomposição. Essa análise de influências de DPs sobre FRs pode-se dar sob duas abordagens distintas que são: análise horizontal da estrutura hierárquica e análise vertical da estrutura hierárquica.

Na análise horizontal, o relacionamento entre FRs e DPs dá-se enfocando em cada nível das estruturas hierárquicas os relacionamentos estabelecidos, caracterizados pelas matrizes de projeto as quais classificam tal relacionamento como *coupled, decoupled* e *uncoupled.* Esta análise horizontal foi explorada no capítulo III deste trabalho, sendo definidas e caracterizadas 21 matrizes de projeto resultantes dos relacionamentos estabelecidos entre FRs e DPs no modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade.

A análise vertical é feita neste trabalho através da matriz de projeto consolidada do modelo de gestão sistêmica da qualidade, ilustrada pela Figura 4.7 e constante no Anexo III deste trabalho. A determinação desta matriz de projeto consolidada, deu-se através da análise estabelecida entre "DPs folha" e "FRs folha" no modelo proposto, sendo que o X na matriz indica a situação de forte relacionamento entre o DP e FR. Preliminarmente foram marcados na matriz consolidada as relações estabelecidas pelas matrizes de projeto definidas pela análise horizontal, conforme estabelecidas no capítulo III deste trabalho. Posteriormente, pela análise vertical verificou-se se um "DP-folha" (colunas) estabelecia um forte relacionamento com os "FRs-folha" (linhas), independente do nível e do ramo hierárquico em que se dava tal influência.

Na matriz de projeto consolidada, desenvolvida para o modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade, é possível verificar que trata-se de um projeto *decoupled,* onde DPs exercem influência sobre um ou mais FRs, sem no entanto violar o axioma 1, ou seja, garantindo que através de um ajuste ordenado de DPs haja possibilidade de se garantir a independência de FRs. Assim, uma das características principais da matriz de projeto consolidada é verificar a consistência do projeto no que se refere a constituir-se em um projeto *coupled, uncoupled* ou *decoupled.*

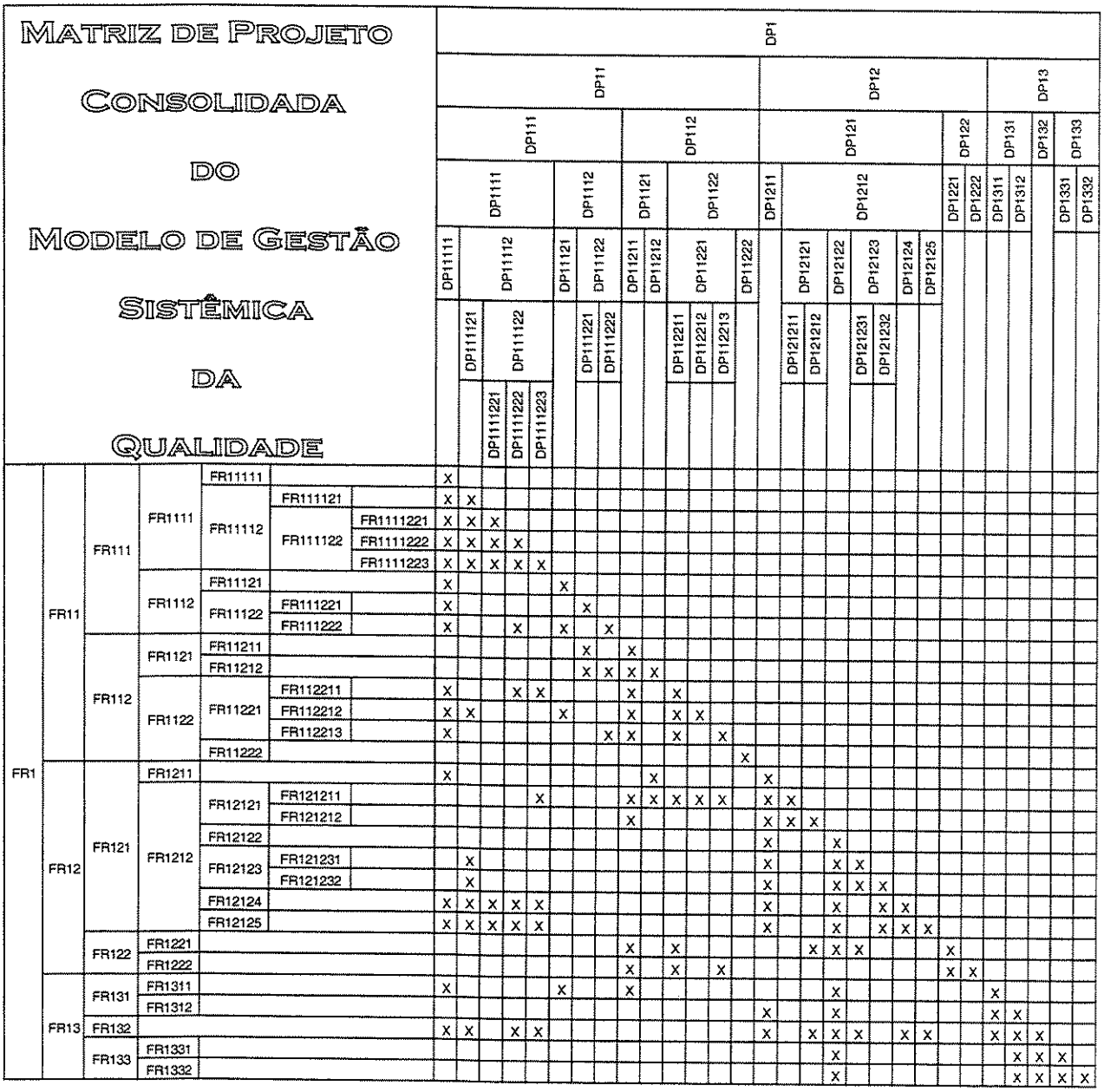


Figura 4.7 : Matriz de Projeto Consolidada do Modelo Proposto de Gestão Sistêmica da Qualidade

Caso fosse verificado tratar de um projeto *coupled*, ocorreria a violação do axioma 1 e não se garantiria a independência dos requisitos funcionais. Dever-se-ia buscar nesse caso tornar o projeto *coupled* em projeto *decoupled* (corolário 1), decompondo ou separando partes ou aspectos de uma solução onde os requisitos funcionais estão relacionados ou podem vir a se tornar independentes dentro de um novo projeto proposto.

Na matriz de projeto consolidada pode-se verificar que alguns parâmetros de projeto impactam uma série de requisitos funcionais, ao passo que outros impactam poucos ou até mesmo um único requisito funcional. Na realidade, não existem DPs e FRs de maior ou menor importância dentro do modelo proposto, devendo todos terem a mesma importância e receberem a mesma atenção. Assim, o que a matriz consolidada indica é quais parâmetros de projeto impactam os requisitos funcionais, estabelecendo assim uma relação de causa e efeito entre DPs e FRs. Esta possibilidade aplicada ao modelo de gestão sistêmica da qualidade permite mapear como as ações tomadas visando a melhoria da qualidade estão agindo sobre os requisitos funcionais, que em essência devem ser oriundos dos atributos dos clientes.

Esta situação alerta para que metodologias, programas, técnicas e ferramentas aplicadas à melhoria da qualidade, não sejam implementadas de forma desconexa e independentemente dos objetivos e metas da empresa. Pode-se assim, implementar uma visão sistêmica e estruturada da qualidade, onde os parâmetros de projetos (DPs) são definidos segundo os requisitos funcionais (FRs), estando alinhados e orientados segundo atributos do cliente.

A primeira abordagem a ser conduzida na implementação do modelo é a análise horizontal, onde as matrizes de projeto indicam o relacionamento entre FRs e DPs, devendo as mesmas serem caracterizadas como *uncoupled* e *decoupled,* para que se garanta a observância do axioma 1. A análise vertical, contudo, é de fundamental importância para analisar a influência dos "DPs-folha" nos "FRs-folha", possibilitando assim análise da influência dos "DPs-folha" nos "FRs-folha" de níveis inferiores e até mesmo pertencente a outros "ramos" do "diagrama árvore". Com relação ao modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade, possibilita-se saber como uma ação voltada para a qualidade estaria agindo sobre uma necessidade específica (análise horizontal),

mas também como poderia influenciar outras necessidades (análise vertical).

Contudo, apesar de indicar através da matriz de projeto consolidada quais parâmetros de projeto influenciam os requisitos funcionais, estabelecendo dessa forma a relação de causa e efeito entre FRs e DPs, é importante também indicar qual a seqüência de implementação das soluções propostas no projeto, sendo esta questão abordada no item seguinte deste capítulo.

4.3 O desenvolvimento do Diagrama de Estrutura de Módulo e Junção

O Diagrama de Estrutura de Módulo e Junção é um importante desdobramento que pode ser obtido do "diagrama-árvore" e das equações e matrizes de projeto, consistindo-se em uma poderosa e concisa ferramenta, possibilitando um guia para implementação das soluções propostas de projeto Contudo, para que se possa estruturar um diagrama deste tipo é necessário preliminarmente discutir o conceito relativo a módulos e junções. Um módulo é definido como os elementos da matriz de projeto que juntamente com os respectivos parâmetros de projeto, satisfazem um determinado requisito funcional. Os módulos não são entidades independentes fisicamente, embora algumas vezes coincidentemente uma entidade física também pode ser um módulo (SUH et al., 1998).

Para exemplificar um módulo, pode-se tomar como exemplo no modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade, os seguintes requisitos funcionais (FRs) estabelecidos no 6° nível da estrutura hierárquica do "diagrama-árvore" de requisitos funcionais:

FR121231: Identificar e analisar atividades de preparação de equipamentos
FR121232: Padronizar procedimentos na preparação de equipamentos

Os correspondentes parâmetros de projeto seriam dados por:

DP121231: Análise dos métodos de trabalho
DP121232: Procedimento padrão na execução de tarefas

A matriz de projeto relativa a tais FRs e DPs, conforme definido no capítulo anterior (matriz 20), estabelece uma matriz triangular característica de um projeto *decoupled*, o qual satisfaz o Axioma da Independência, sendo dada por:

$$\begin{Bmatrix} FR121231 \\ FR121232 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 \\ X & X \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} DP121231 \\ DP121232 \end{Bmatrix}$$

Neste trabalho, as matrizes de projeto foram formuladas em termos indicativos de X e 0, relacionando respectivamente a influência ou não entre FRs e DPs. Contudo, uma etapa posterior seria analisar as matrizes de projeto, procedendo onde for possível à substituição do X por uma variável quantificável, buscando modelar a relação entre FRs e DPs. Caso o projeto não contenha matrizes de projeto *coupled*, satisfazendo dessa forma o Axioma da Independência, os valores exatos de projetos para os DPs podem ser determinados através deste modelamento (SUH et al., 1998). Para o caso exemplificado do modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade, poderia-se ter então:

$$\begin{Bmatrix} FR121231 \\ FR121232 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} a & 0 \\ b & c \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} DP121231 \\ DP121232 \end{Bmatrix}$$

Os módulos para esta matriz de projeto seriam dados definidos da seguinte forma:

FR121231 = a.DP121231 + 0.DP121232

FR121231 = a.DP121231

FR121231 = M121231.DP121231

Portanto, o módulo desta relação seria dado por: M121231 = a

FR121232 = b.DP121231 + c.DP121232

FR121232 = [(b.DP121231/DP121232) + c].DP121232

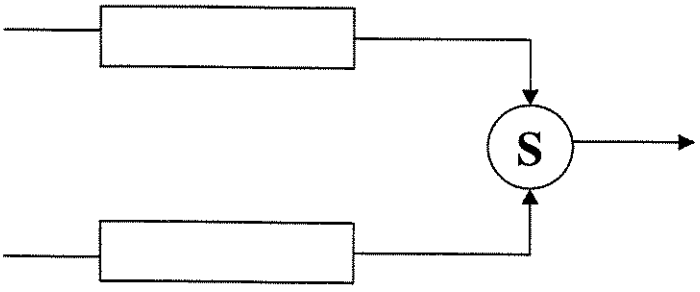
FR121232 = M121232.DP121232

Portanto, o módulo desta relação seria dado por: M121232 = (b.DP121231/DP121232) + c

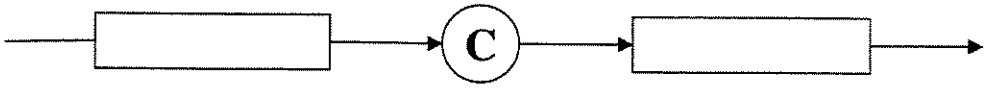
Neste exemplo, combinando-se M121231 e M121232 pelas relações estabelecidas na matriz de projeto, pode-se obter o módulo M12123. Contudo, M12123 não aparece explicitamente no projeto, desde que ele não se constitui em "folha" do "diagrama-árvore". Assim, módulos de mais baixo nível são combinados para se obter módulos de mais alto nível nas estruturas hierárquicas, de modo que satisfaçam os FRs de níveis superiores na arquitetura do sistema. (SUH et al., 1998).

KIM et al. (1991), propôs representar a junção de módulos a cada nível da estrutura hierárquica através do diagrama denominado " Diagrama de Estrutura de Módulo e Junção ". Seguindo as definições dadas por KIM et al. (1991), a simbologia de controle adotada seria dada por:

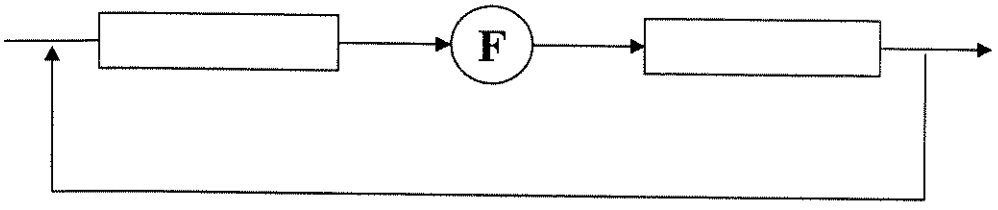
a) No caso de relações estabelecidas por matrizes de projeto *uncoupled,* a letra S *(summation)* dentro de um círculo indica uma relação de somatória entre FRs.



b) Quando se tratar de uma matriz de projeto *decoupled*, a letra C *(control)* dentro de um círculo indica uma relação de controle seqüencial de DPs, como sugerido pelas matrizes triangulares deste tipo de projeto.



c) No caso de relações estabelecidas por matrizes de projeto *coupled,* a letra F *(feedback)* dentro de um círculo indica uma relação que requer *feedback* e viola o Axioma da Independência.



Tendo definido os módulos para o sistema, a representação do modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade pode ser dada pela Figura 4.8 e Anexo IV, os quais esboçam o modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade, representado na forma de diagrama de estrutura módulo-junção, incluindo todos módulos, junções e interrelações. Pode-se verificar que o modelo não apresenta módulos característicos de matrizes *coupled,* o que vem garantir o Axioma da Independência.

Por este diagrama pode-se verificar como modificações em um dado módulo poderão afetar outros módulos, ressaltando que as alterações se devem dar primeiramente em níveis mais baixos da estrutura hierárquica (módulos mais internos do diagrama) e posteriormente ir atingindo níveis superiores (módulos mais externos do diagrama) desta estrutura. Uma vez elaborado o diagrama de estrutura módulo-junção, o mesmo pode ser empregado no sentido de controle e detecção no sistema, já sendo conduzidos estudos neste sentido, inclusive com a elaboração de sistemas computacionais para tal finalidade. (HARUTUNIAN et al., 1996; HINTERSTEINER, 1999-a; HINTERSTEINER, 1999-b).

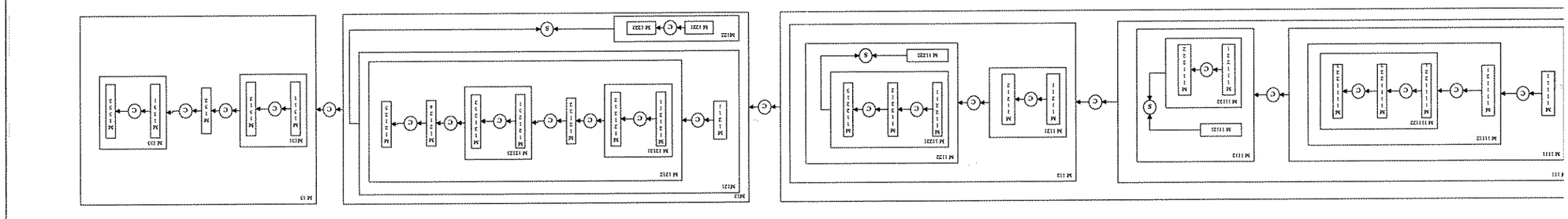


Figura 4.8 : Diagrama de Estrutura Módulo-Junção do Modelo Proposto de Gestão Sistêmica da Qualidade

Assim, segundo SUH et al.(1998), destacam-se como principais utilizações e finalidades do diagrama de estrutura módulo-junção:

- Diagnose, permitindo que uma falha eminente do sistema possa ser diagnosticada observando-se a arquitetura do sistema, de modo que caso um FR não esteja sendo satisfeito, os DPs que estão causando tal problema possam imediatamente serem identificados através do diagrama de estrutura módulo-junção.
- Alterações do sistema, podendo identificar módulos que foram afetados por modificações no sistema, procedendo as alterações necessárias.
- Atribuições funcionais e de gerenciamento, podendo ser utilizado para organizar o gerenciamento de sistemas e atribuir tarefas e responsabilidades aos envolvidos.
- Sistemas distribuídos, permitindo para grandes sistemas estabelecer um procedimento ordenado e sistematizado para tarefas de coordenação e controle das atividades envolvidas.

Efetuando uma análise com relação ao modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade, pode-se destacar como principais utilizações e finalidades do diagrama de estrutura módulo-junção:

- Análise Integrada, possibilitando a visualização na totalidade do modelo de gestão sistêmica da qualidade, bem como os relacionamentos estabelecidos entre os módulos. Tal possibilidade permite analisar e caracterizar um sistema de gestão da qualidade com relação à sua estruturação e integração dos objetivos ao que o mesmo se destina. Deve-se ressaltar que a característica de integração de objetivos e ações caracteriza-se como um aspecto importante no modelo proposto, sendo também um importante fator no estabelecimento de sistemas da qualidade orientados pela abordagem do TQM.
- Diagnose, possibilitando verificar em caso de um FR não estar sendo plenamente satisfeito, qual o DP que estaria diretamente causando tal situação. Deve-se ressaltar que no modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade, coexistem DPs caracterizados preponderantemente por aspectos tangíveis (Ex. DP1111221: utilização de cartas de controle) ou aspectos intangíveis (Ex. DP11211: liderança empreendedora). Tal situação, apesar de contemplar o caráter sistêmico almejado, aumenta o grau de

dificuldade na tomada de ações visando corrigir problemas verificados na sua utilização. Portanto, diagnosticar e caracterizar adequadamente o problema é uma etapa fundamental na definição das ações a serem tomadas.

- Seqüenciamento de implementações, permitindo que se organize de forma ordenada a seqüência em que se dará a implementação das soluções propostas no modelo de gestão sistêmica da qualidade. Esse é um ponto primordial e de significativa importância quando da implementação de sistemas da qualidade, pois pode-se direcionar as ferramentas e metodologias propostas (DPs) aos desejos e requisitos funcionais do cliente (FRs), permitindo que as ações pela qualidade sejam tomadas de maneira eficaz, diminuindo dessa forma desperdícios e redundâncias no sistema da qualidade.
- Planejamento e Priorização de Ações, quando da necessidade de alterações de DPs ou FRs no modelo. No diagrama de estrutura módulo-junção quanto mais interno for o módulo, mais inferior é o nível hierárquico na estrutura de domínios, de maneira que os DPs e FRs "folhas" representam os módulos mais internos do diagrama. Ações sobre tais DPs ou FRs irão também influenciar níveis mais altos da estrutura hierárquica, necessitando assim de ajustes e correções no modelo. O diagrama de estrutura módulo-junção permite saber quais e como os módulos serão afetados, possibilitando assim neste caso um planejamento de ações e medidas visando a qualidade, sincronizando e correlacionando as mesmas dentro de uma abordagem causal.
- Definição de Responsabilidades, formando grupos de trabalhos com responsabilidades pré-estabelecidas e compartilhadas entre os mesmos. O diagrama de estrutura módulo-junção, facilita a visualização e o entendimento na delimitação das zonas de atuação dos grupos de trabalho, ressaltando esta característica como um importante aspecto na disciplinação de atuação de grupos de trabalhos multifuncionais.

Dessa forma, tais utilizações e finalidades denotam a importância das informações que podem ser proporcionadas pelo diagrama de estrutura módulo-junção, e dos desdobramentos que podem advir desta análise. Um enfoque importante é a possibilidade de análise integrada e da diagnose do modelo de gestão sistêmica da qualidade, podendo-se estabelecer uma abordagem estratégica de desempenho, sendo este ponto melhor explorado no próximo item deste capítulo.

4.4 A abordagem do gerenciamento estratégico conjugada ao modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade

Conforme pode ser verificado pelo desenvolvimento da metodologia do *Axiomatic Design* conduzido no capítulo III deste trabalho, o ato de projeto poderia ser constituído de quatro domínios:

- domínio do cliente
- domínio funcional
- domínio físico
- domínio do processo

O domínio do cliente deveria ser o primeiro a ser explorado a fim de se determinar os atributos do cliente (CAs) com relação ao projeto, devendo tais atributos serem interpretados em função dos requisitos funcionais (FRs) no domínio funcional, os quais por sua vez deveriam ser satisfeitos em função da escolha de um conjunto adequado de parâmetros de projeto (DPs) no domínio físico, procedendo-se finalmente à definição de variáveis de processo (PVs) no domínio de processo. Na estruturação do modelo de gestão sistêmica da qualidade proposto neste trabalho, o domínio de processo não foi objeto de desenvolvimento, sendo os domínios do cliente (CAs), domínio funcional (FRs) e domínio físico (DPs) tratados no capítulo III.

Com relação ao domínio do cliente (CAs), foram definidos como potenciais clientes os agentes de uma organização que tivessem uma interação com o modelo de gestão sistêmica da qualidade, definindo-se então como principais clientes e respectivos atributos:

a) Acionistas da organização, cujo principal atributo de cliente era de maximizar o retorno sobre o investimento ($CA1_{AC}$).
b) Colaboradores internos da organização, que poderiam estar distribuídos em quatro níveis hierárquicos distintos, a saber: nível de diretoria, o qual teria como principal atributo do cliente criar estratégias organizacionais para a prosperidade do negócio ($CA1_{CND}$); nível de gerência, o qual teria como principal atributo do cliente coordenar a aplicação de táticas para a melhoria do desempenho organizacional ($CA1_{CNG}$); nível de

apoio e planejamento operacional, o qual teria como principal atributo do cliente implementar táticas para a melhoria do desempenho organizacional ($CA1_{CNE}$); todos os níveis anteriormente descritos teriam como atributo comum do cliente a melhoria contínua no desempenho de suas atividades ($CA1_{TNC}$).

c) Consumidor dos produtos da organização, cujos principais atributos do cliente seriam adquirir produtos que contemplem suas necessidades de valor percebido ($CA1_{CLT}$) e receber produtos segundo as expectativas estabelecidas ($CA2_{CLT}$).
d) Comunidade em que se insere a organização, cujo principal atributo de cliente seria a coexistência harmoniosa com a organização ($CA1_{COM}$).

A determinação dos grupos de clientes e seus atributos na proposta do modelo, deu-se em função de revisões da literatura específica da área, bem como observações, relatos e acompanhamentos de experiências vividas pelas empresas. Assim, dentro deste contexto é que se deu a estruturação do domínio do cliente no desenvolvimento deste trabalho, sendo o desdobramento do requisitos funcionais (FRs) e parâmetros de projeto (DPs) direcionados então para o atendimento dos atributos de cliente citados. Deve-se, contudo, observar que o domínio do cliente apresenta uma característica dinâmica e em transformação, coexistindo situações que podem impor modificações nos atributos relativos aos clientes de uma organização. A abordagem do *Axiomatic Design* permite contemplar o dinamismo dos domínios, de maneira que várias soluções de projeto possam ser plausíveis dentro de cada contexto específico definido.

Dessa maneira, seria possível à abordagem do *Axiomatic Design* estar alinhada com as estratégias de uma organização, refletindo a dinâmica de mudanças no contexto em que a organização se insere? Uma proposta neste sentido apresentada por COCHRAN & LIMA (1998), estabelecia o uso da metodologia do *Axiomatic Design* para especificação de medidas de desempenho para o *Balanced Scorecard* (KAPLAN & NORTON, 1992; 1993; 1996).

Poderia então a metodologia do *Axiomatic Design* e o *Balanced Scorecard* serem utilizados conjuntamente na estruturação de um sistema de gerenciamento de desempenho competitivo de uma organização, no que se refere a um sistema da qualidade? Tentando buscar subsídios para

responder esta questão, neste item 4.4 será proposta a utilização do modelo de gestão sistêmica da qualidade desenvolvido pela abordagem do *Axiomatic Design,* na estruturação de um *Balanced Scorecard* voltado para o gerenciamento de desempenho organizacional. As etapas seguintes delineiam a proposta e os procedimentos que adotados:

- ETAPA I : Construção da visão e das estratégias da organização

Esta etapa caracteriza-se como uma etapa inicial fundamental para a sistematização ordenada do *Balanced Scorecard,* devendo-se observar alguns passos importantes que são:

- Construção da Visão da Organização: apesar da proposta de utilização do modelo de gestão sistêmica da qualidade, na estruturação de um *Balanced Scorecard* voltado para o gerenciamento de desempenho organizacional, ser fundamentada em uma situação hipotética e conceitual, existe uma visão genérica da organização implícita neste trabalho. Tal visão da organização foi delineada no capítulo II deste trabalho, estando fundamentada no enfoque de organizações direcionadas pela abordagem do TQM, ou seja, organizações que pautam seu gerenciamento em função do Gerenciamento da Qualidade Total, buscando vantagens competitivas nesta situação de diferenciação com suas concorrentes.
- Desenvolvimento de elementos de estratégia para implementação da visão organizacional: consiste no desenvolvimento do capítulo III com a construção do modelo de gestão sistêmica da qualidade baseado na abordagem do *Axiomatic Design.* Complementarmente, também figura como constantes do desenvolvimento de elementos de estratégia os itens preliminares deste capítulo IV, no que diz respeito à construção da matriz de projeto consolidada e do diagrama de estrutura de módulo-junção, como provedores de informações que subsidiem no auxílio ao desenvolvimento dos elementos de estratégia.
- Transformação dos elementos da estratégia em objetivos concretos a serem atingidos, devendo-se definir as medidas que serão consideradas como indicadores de desempenho, alinhando-as às quatro perspectivas estabelecidas pelo *Balanced Scorecard,* sendo estes pontos desenvolvidos nas etapas seguintes deste item.

- ETAPA II : Caracterização dos indicadores de desempenho

Nesta etapa, talvez uma das primeiras dúvidas surgidas seria com relação a definição do que poderia se constituir como possíveis indicadores de desempenho dentro do modelo de gestão sistêmica da qualidade, contemplando assim a abordagem do *Axiomatic Design* dentro da estrutura requerida pelo *Balanced Scorecard* (KAPLAN & NORTON, 1992; 1993; 1996).

Poderiam ser considerados como indicadores de desempenho os requisitos funcionais (FRs) ou parâmetros de projeto (DPs)? Na visão deste trabalho, dentro da abordagem do *Axiomatic Design* os requisitos funcionais (FRs) deveriam constituir-se em indicadores de desempenho, uma vez que os mesmos são estabelecidos no domínio funcional, em função de atributos de clientes (CAs) verificados no domínio do cliente. Estaria assim garantindo que, ao alterar-se os atributos de cliente (CAs), poderia-se alterar os requisitos funcionais (FRs), definindo-se então novos indicadores de desempenho que estivessem alinhados com as novas necessidades dos clientes.

Como verificado na construção do modelo de gestão sistêmica da qualidade, os requisitos funcionais (FRs) foram caracterizados por verbos, ao passo que os parâmetros de projeto foram caracterizados por substantivos. Dessa forma, os requisitos funcionais caracterizam-se fundamentalmente por uma ação, ao passo que os parâmetros de projeto indicam os objetos pelo qual tal ação se consolida. Esta situação permite ao sistema de avaliação de desempenho a possibilidade de captar as transformações ocorridas, mantendo um dinamismo no estabelecimento de indicadores que realmente pudessem refletir as necessidades e desejos dos clientes.

- ETAPA III: Relacionamento dos indicadores de desempenho segundo as perspectivas do *Balanced Scorecard*

As perspectivas de sucesso das organizações estabelecidas pelo *Balanced Scorecard* deveriam contemplar quatro aspectos principais:

- Perspectiva Financeira
- Perspectiva de Processos internos da Organização
- Perspectiva de Aprendizado e Crescimento
- Perspectiva do Cliente

O relacionamento dos indicadores de desempenho dentro das perspectivas citadas, segundo o modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade, pode se dar da seguinte forma:

a) Perspectiva Financeira

- FR 1: maximizar o retorno sobre o investimento
- FR 11: aumentar a receita de venda de produtos
- FR 13: minimizar investimentos na produção
- FR 111: maximizar o preço em função do valor percebido do cliente
- FR 112: aumentar a quantidade de produtos vendidos (aumento de *market share*)
- FR 131: avaliar investimentos em bens de capital
- FR 132: reduzir investimentos em matéria prima e insumos
- FR 133: avaliar investimentos em infraestrutura operacional
- FR 1111: diferenciar o preço em função de valores tangíveis exigidos pelo cliente
- FR 1112: diferenciar o preço em função de valores intangíveis percebidos pelo cliente
- FR 11222: possuir preço inferior ao concorrente

b) Perspectiva de Processos Internos da Organização

- FR 12: minimizar gastos na produção
- FR 121: definir custo alvo da produção
- FR 122: estabelecer limites de despesas administrativas da produção
- FR 1211: reduzir custos de matéria prima e componentes
- FR 1212: reduzir custos de atividades operacionais
- FR 1221: compatibilizar estrutura funcional com as necessidades da empresa
- FR 1222: externalizar atividades administrativas não relevantes à empresa
- FR 1312: maximizar a flexibilidade para introdução de novos produtos
- FR 1331: possibilitar alterações na configuração de instalações e *facilities* implantadas
- FR 1332: garantir instalações e *facilities* adequadas às variações do *mix* produtivo
- FR 11112: controlar características primárias do produto
- FR 11122: destacar características secundárias relevantes ao produto
- FR 11221: possuir qualidade superior ao concorrente

- FR 12122: otimizar atividades de movimentação interna de materiais
- FR 12123: diminuir tempos de preparação de equipamentos
- FR 12124: reduzir perdas e retrabalhos no processo produtivo
- FR 12125: maximizar a disponibilidade operacional do equipamento
- FR 111121: planejar o processo produtivo orientado pelas características primárias do produto.
- FR 111122: monitorar a confiabilidade do processo produtivo
- FR 112211: coordenar a orientação pela qualidade total
- FR 121231: identificar e analisar atividades de preparação de equipamentos
- FR 121232: padronizar procedimentos na preparação de equipamentos
- FR 1111221: identificar causas de variação do processo
- FR 1111222: manter o grau de estabilidade do processo
- FR1111223: garantir o cumprimento da atividade proposta

c) Perspectiva de Aprendizado e Crescimento

- FR 1121: buscar novos mercados consumidores
- FR 1122: conquistar mercados dos concorrentes
- FR 11211: desenvolver novos nichos mercadológicos
- FR 11212: incentivar o desenvolvimento de inovações do produto
- FR 12121: envolver funcionários em processos de melhorias contínuas
- FR 111221: comparar o produto com os concorrentes do mercado
- FR 111222: incorporar requisitos complementares ao produto
- FR 121211: estimular o envolvimento dos funcionários
- FR 121212: objetivar o trabalho multifuncional em equipes

d) Perspectiva do Cliente

- FR 1311: maximizar a flexibilidade para atender a variações de volume e de *mix* produtivo
- FR 11111: caracterizar necessidades básicas do cliente
- FR 11121: atender necessidades específicas do cliente

- FR 112212: evidenciar o *status* de qualidade da empresa no mercado
- FR 112213: estar alinhada com as demandas do cliente

- ETAPA IV: Critérios de escolha dos indicadores de desempenho segundo as perspectivas do *Balanced Scorecard*

Os enfoques tradicionais de medição de desempenho tem sido caracterizados por definir indicadores *ad hoc*, baseados na maioria das vezes em características setoriais ou departamentais da empresa, estando quase sempre dissociados dos objetivos estratégicos da organização. Neste sentido, o *Balanced Scorecard* pode atuar como um ponto focal direcionador de esforços da organização em função de suas estratégias e demandas competitivas, comunicando prioridades a todos níveis funcionais da organização, investidores e até mesmo seus clientes, adequando-se diferentes situações de mercados com distintos *Balanced Scorecards* (KAPLAN & NORTON, 1993).

Assim, um primeiro critério na escolha de indicadores de desempenho para o *Balanced Scorecard*, estaria relacionado com a capacidade dos mesmos refletirem uma abordagem externa à organização, alinhando-se com a visão e estratégias definidas. Um segundo critério refere-se a uma abordagem interna à organização, devendo refletir os aspectos tecnológicos e de cultura organizacional predominante na empresa analisada. Finalmente, um terceiro critério deve-se referir a uma abordagem operacional na utilização do *Balanced Scorecard,* onde poucos e significativos indicadores de desempenho devem ser utilizados situando-se entre um mínimo de 12 e um máximo de 20 indicadores de desempenho para as quatro perspectivas definidas (KAPLAN & NORTON,1993).

Outro ponto a ser considerado com relação à definição de indicadores de desempenho, avaliando agora a abordagem do *Axiomatic Design,* diz respeito à natureza do requisito funcional (FR) com relação ao seu caráter determinístico ou não-determinístico. Assim, um requisito funcional de caráter determinístico seria aquele representado por um verbo que indica uma ação de caráter conclusivo, a qual independe de interpretações pessoais e subjetivas sobre seu entendimento. Como exemplo de requisitos funcionais determinísticos no modelo proposto de

gestão sistêmica da qualidade, pode-se citar: FR11 (aumentar a receita de venda de produtos), FR132 (reduzir custo de matéria prima e insumos), FR11221 (possuir qualidade superior ao concorrente), FR11222 (possuir preço inferior ao concorrente), etc. Um requisito funcional de caráter não-determinístico seria aquele representado por um verbo que indica uma ação de caráter não conclusivo, a qual depende de interpretações pessoais e subjetivas sobre seu entendimento e do contexto em que se insere. Alguns exemplos de requisitos funcionais não-determinísticos constantes no modelo de gestão sistêmica da qualidade seriam: FR131 (avaliar investimentos em bens de capital), FR1221 (compatibilizar estrutura funcional com as necessidades da empresa), FR12121 (envolver funcionários em processos de melhorias contínuas), etc.

Assim, a definição de um requisito funcional como um indicador de desempenho implica também na caracterização de seu caráter de determinismo, para que se possa definir a natureza das metas de desempenho a serem atingidas. De maneira geral, as metas de desempenho podem ser caracterizadas em dois grupos principais: meta por variável e meta por atributo.

Uma meta por variável é aquela que estabelece uma tendência de comportamento, podendo ser continuamente corrigida. Exemplificando esta situação, o requisito funcional FR11 (aumentar receita de venda de produto) apresenta uma tendência de comportamento de crescimento, sendo que estabelecida uma meta, a mesma pode teoricamente ser continuamente corrigida quando atingida.

A meta por atributo é aquela que define um estado a ser atingido, implicando geralmente em caracterizações que indiquem o alcance ou não alcance da meta estipulada. Exemplificando esta situação, o requisito funcional FR12121 (envolver funcionários em processos de melhorias contínuas) apresenta um comportamento que indica uma caracterização entre sim ou não, ou seja, a meta neste caso pode ser estipulada em função do envolvimento ou não envolvimento dos funcionários.

- ETAPA V: Construção do *Balanced Scorecard*

Esta constitui-se na etapa final dentro da proposta deste trabalho, para a elaboração de um

Balanced Scorecard aliado ao modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade, culminando com a definição dos indicadores de desempenho propostos. Dentro da elaboração do modelo de gestão sistêmica da qualidade, a proposta deste trabalho não se restringiu a casos em específico, propondo-se uma abordagem generalista que possibilitasse uma amplitude maior de abrangência do conceito da qualidade.

Dessa maneira, uma das primeiras dificuldades na construção de um *Balanced Scorecard* dentro deste contexto estaria na construção da visão da organização, sendo este um passo preliminar importante como já visto anteriormente, e definido para este trabalho como uma proposta genérica implícita na abordagem conduzida no capítulo II com relação ao TQM. Conforme verificado no capítulo III no desenvolvimento do modelo de gestão sistêmica da qualidade, antes de serem definidos os domínios funcional (FRs) e físico (DPs), preliminarmente foi contextualizado o domínio do cliente com a definição dos atributos de cliente (CAs) considerados pertinentes dentro do escopo proposto neste trabalho.

Logo, o que se propõem neste trabalho é o estabelecimento de um *Balanced Scorecard* aliado ao modelo de gestão sistêmica da qualidade, considerando os atributos do cliente determinados para o modelo e revistos anteriormente neste capítulo IV, como importantes na caracterização da visão da organização, no sentido desta ser estabelecida em função das necessidades e desejos dos clientes. Além disto, considerar-se-á como outros fatores complementares na seleção dos indicadores de desempenho, os conceitos e aspectos abordados no capítulo II (item 2.3) no que refere à abordagem do Gerenciamento da Qualidade Total.

Como definir então quais indicadores de desempenho que serão selecionados para comporem o *Balanced Scorecard* ?

A utilização da abordagem do *Axiomatic Design* como apoio na construção do *Balanced Scorecard,* parte da premissa conforme já comentado anteriormente, que os requisitos funcionais (FRs) é que serão definidos como os indicadores de desempenho. Neste sentido, quais requisitos funcionais deveriam então serem selecionados e baseado em que critérios se daria tal escolha? A

proposta deste trabalho consiste na utilização do *Axiomatic Design* da seguinte forma:

- Critério I: análise da matriz de projeto consolidada como um parâmetro indicativo de influência de FRs, indicando além das relações diretas entre FRs e DPs estabelecidas pelas matrizes de projeto para cada nível hierárquico, o grau de influência de um determinado FR em função do número de "FRs-folha" que o mesmo possui, avaliando tanto o seu nível hierárquico na estrutura, como também a provável quantidade de FRs que o mesmo pode influenciar
- Critério II: análise do gráfico de estrutura módulo-junção verificando possíveis pontos de avaliação de desempenhos considerando os módulos estabelecidos dentro do modelo, definindo os possíveis pontos de medição de desempenho dentro do modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade, sendo que tais pontos de medição de desempenho foram definidos em função dos *outputs* verificados nos módulos estabelecidos no diagrama de estrutura módulo-junção.

Com relação ao critério I, verifica-se que a matriz de projeto consolidada pode fornecer informações de quais DPs afetam quais FRs, sendo que o DP pode ter o papel de índice indicador de desempenho dos requisitos funcionais sobre os quais exerce influência. Contudo, deve-se ressaltar que não se trata de avaliar o quão bem um parâmetro de projeto pode ter sido implantado, pois o mesmo poderia ter sido muito bem implantado e mesmo assim não satisfazer ao requisito funcional definido. Portanto, a análise da matriz de projeto consolidada subsidia informações a respeito do grau de influência que determinado requisito funcional sofre dos parâmetros de projeto definidos dentro do modelo proposto.

Deve-se então avaliar com relação ao requisito funcional o grau em que o mesmo influencia a estrutura hierárquica de domínio funcional, sendo o mesmo determinado em função do nível hierárquico ocupado e do número de "FRs-folha" que o mesmo possui. Para quantificar este grau de influência, este trabalho adotou como proposta um indicador definido como *coeficiente de influência na estrutura* (CIE), o qual é dado por:

$$CIE = \left(\frac{\text{Número de Níveis da Estrutura}}{\text{Nível Ocupado na Estrutura}} \right) \times (\text{Número de "FRs - folha" influênciados})$$

A Tabela 4.3 indica os dados relativos aos requisitos funcionais do modelo de gestão sistêmica da qualidade, bem como a indicação de seu nível hierárquico ocupado na estrutura, número de "FRs-folha" influenciados e o coeficiente de influência na estrutura (CIE) definido para cada FR, podendo-se verificar que o CIE é um índice classificatório do requisito funcional dentro da estrutura hierárquica. Contudo, somente classificar o FR segundo sua influência na estrutura não é plenamente suficiente para se definir os indicadores de desempenho, pois deve-se também pelo *Balanced Scorecard* classificá-los segundo as quatro perspectivas estabelecidas.

Definindo-se um mínimo de 12 e um máximo de 20 indicadores de desempenho para a composição do *Balanced Scorecard* e considerando os maiores valores do indicador CIE estabelecido no critério I, tem-se a seguinte distribuição para os 20 primeiros FRs dentro das perspectivas estabelecidas:

- Perspectiva Financeira: FR1, FR11, FR111, FR13, FR112, FR1111, FR1112, FR131 e FR133
- Perspectiva de Processos Internos da Organização: FR12, FR121, FR1212, FR11112, FR122, FR11221, FR111122 e FR11122.
- Perspectiva de Aprendizado e Crescimento: FR1122, FR1121 e FR12121
- Perspectiva do Cliente: sem FR estabelecido

Verifica-se desta forma que as perspectivas financeiras e de processos internos da organização suplantam o número máximo de indicadores estabelecidos, devendo portanto serem desconsiderados alguns. Ao mesmo tempo, a perspectiva de aprendizado e crescimento contempla o número mínimo de indicadores estabelecidos e a perspectiva do cliente esta abaixo do número mínimo de indicadores. Dessa forma, adota-se o critério II para os ajustes necessários, eliminando e/ou acrescentando outros indicadores de desempenho.

Tabela 4.3: Requisitos funcionais e grau de influência na estrutura hierárquica de domínio funcional

Referência	Descrição	Nível da estrutura hierárquica	Número de "FRs-folha" influenciados	CIE
FR1	Maximizar o retorno sobre o investimento	1° nível	29	203,00
FR11	Aumentar receita de venda de produtos	2° nível	14	49,00
FR12	Minimizar gastos na produção	2° nível	10	35,00
FR13	Minimizar investimentos na produção	2° nível	5	17,50
FR111	Maximizar preço em função do valor percebido do cliente	3° nível	8	18,66
FR121	Definir custo alvo da produção	3° nível	8	18,66
FR112	Aumentar a quantidade de produtos vendidos (aumento de *market share)*	3° nível	6	13,99
FR122	Estabelecer limites de despesas administrativas da produção	3° nível	2	4,66
FR131	Avaliar investimentos em bens de capital	3° nível	2	4,66
FR133	Avaliar investimentos em infraestrutura operacional	3° nível	2	4,66
FR132	Reduzir investimentos em matéria prima e insumos	3° nível	1	2,33
FR1212	Reduzir custos de atividades operacionais	4° nível	7	12,25
FR1111	Diferenciar o preço em função de valores tangíveis exigidos pelo cliente	4° nível	5	8,75
FR1122	Conquistar mercados de concorrentes	4° nível	4	7,00
FR1112	Diferenciar o preço em função de valores intangíveis percebidos pelo cliente	4° nível	3	5,25
FR1121	Buscar novos mercados consumidores	4° nível	2	3,50
FR1211	Reduzir custos de matéria prima e componentes	4° nível	1	1,75
FR1221	Compatibilizar estrutura funcional com as necessidades da empresa	4° nível	1	1,75
FR1222	Externalizar atividades administrativas não relevantes à empresa	4° nível	1	1,75
FR1311	Maximizar a flexibilidade para atender a variações de volume e de *mix* produtivo	4° nível	1	1,75
FR1312	Maximizar a flexibilidade para introdução de novos produtos	4° nível	1	1,75
FR1331	Possibilitar alterações na configuração de instalações e *facilities* implantadas	4° nível	1	1,75
FR1332	Garantir instalações e *facilities* adequadas a variações do *mix* produtivo	4° nível	1	1,75
FR11112	Controlar características primárias do produto	5° nível	4	5,60
FR11221	Possuir qualidade superior ao concorrente	5° nível	3	4,20
FR11122	Destacar características secundárias relevantes ao produto	5° nível	2	2,80
FR12121	Envolver funcionários em processos de melhorias contínuas	5° nível	2	2,80
FR12123	Diminuir tempos de preparação de equipamentos	5° nível	2	2,80
FR11111	Caracterizar necessidades básicas do cliente	5° nível	1	1,40
FR11121	Atender necessidades específicas do cliente	5° nível	1	1,40
FR11211	Desenvolver novos nichos mercadológicos	5° nível	1	1,40
FR11212	Incentivar o desenvolvimento de inovações de produto	5° nível	1	1,40
FR11222	Possuir preço inferior ao concorrente	5° nível	1	1,40
FR12122	Otimizar atividades de movimentação interna de materiais	5° nível	1	1,40
FR12124	Reduzir perdas e retrabalhos no processo produtivo	5° nível	1	1,40
FR12125	Maximizar a disponibilidade operacional do equipamento	5° nível	1	1,40
FR111122	Monitorar a confiabilidade do processo produtivo	6° nível	3	3,49
FR111121	Planejar o processo produtivo orientado pelas características primárias do produto	6° nível	1	1,16
FR111221	Comparar o produto com os produtos concorrentes do mercado	6° nível	1	1,16
FR111222	Incorporar requisitos complementares ao produto	6° nível	1	1,16
FR112211	Coordenar a orientação pela qualidade total	6° nível	1	1,16
FR112212	Evidenciar o *status* de qualidade da empresa no mercado	6° nível	1	1,16
FR112213	Estar alinhada com as demandas da sociedade	6° nível	1	1,16
FR121211	Estimular o envolvimento dos funcionários	6° nível	1	1,16
FR121212	Objetivar o trabalho multifuncional em equipes	6° nível	1	1,16
FR121231	Identificar e analisar atividades de preparação de equipamentos	6° nível	1	1,16
FR121232	Padronizar procedimentos na preparação de equipamentos	6° nível	1	1,16
FR1111221	Identificar causas de variação do processo	7° nível	1	1,00
FR1111222	Manter o grau de estabilidade do processo	7° nível	1	1,00
FR1111223	Garantir o cumprimento da atividade proposta	7° nível	1	1,00

O critério II deve ser feito considerando o diagrama de módulo-junção, visualizando dentro do modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade quais os possíveis pontos de avaliação de desempenho e que posição hierárquica tais FRs ocupam dentro do modelo, estabelecidos em função dos módulos. Essa situação possibilita que a avaliação de desempenho possa ser estruturada hierarquicamente e que o *Balanced Scorecard* reflita esta situação em função de quais indicadores de desempenho serão escolhidos.

Os módulos mais externos representam os requisitos funcionais de mais alto nível na estrutura hierárquica de domínio funcional, possuindo dessa forma uma característica de maior nível de abrangência sistêmica, onde o nível de informação à respeito da avaliação de desempenho se dá de forma mais agregada. Os módulos mais internos representam requisitos funcionais de mais baixo nível na estrutura hierárquica de domínio funcional, sendo caracterizados com um menor nível de abrangência sistêmica, onde a informação a respeito da avaliação de desempenho se dá de maneira mais específica. Logo, na proposta de conjugar o diagrama de estrutura módulo-junção com o *Balanced Scorecard,* tem-se como possibilidade o estabelecimento de aspectos desejáveis com relação às medidas de desempenho, optando-se por um maior nível de agregação de medidas ou por um maior nível de especificidade de medidas, dependendo das escolha dos FRs em função do nível hierárquico que o mesmo ocupa em sua estrutura de domínio funcional.

A Figura 4.9 ilustra o diagrama de estrutura módulo-junção, indicando com o símbolo (▼) os possíveis pontos de medição de desempenho dentro do modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade, sendo os mesmos estabelecidos em função dos *outputs* dos módulos estabelecidos. Pode-se verificar 31 pontos possíveis de se avaliar *outputs* no diagrama de estrutura módulo-junção. Classificando tais pontos dentro das perspectivas estabelecidas pelo *Balanced Scorecard* tem-se:

- Perspectiva Financeira: M11, M111, M131, M132, M1111 e M11222.
- Perspectiva de Processos Internos da Organização: M12, M121, M122, M1211, M1221, M1331, M11122, M11221, M12122, M12123, M12124, M111121, M112211, M121231, M1111221 e M1111222.

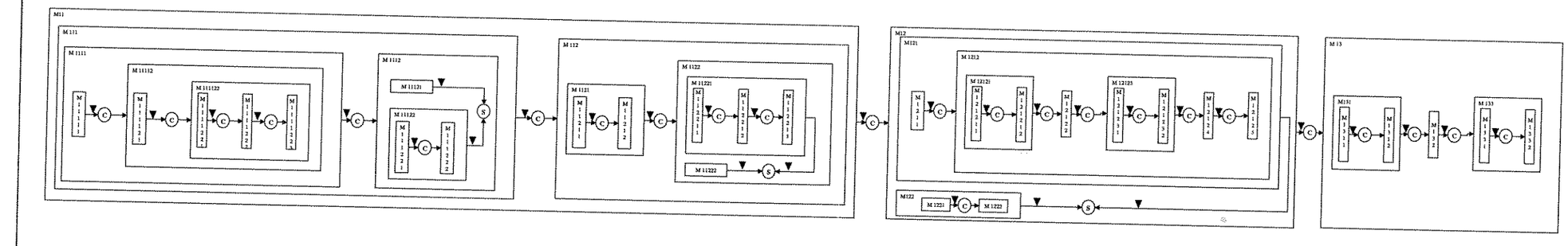


Figura 4.9 : Pontos de avaliação de desempenho no Diagrama de Estrutura Módulo-Junção

- Perspectiva de Aprendizado e Crescimento: M1121, M11211, M12121, M111221 e M121211.
- Perspectiva do Cliente: M1311, M11111, M11121 e M112212.

Dessa maneira, tendo conduzido a análise pelos critérios I e II anteriormente descritos, resta estruturar o *Balanced Scorecard* definindo os requisitos funcionais do modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade que serão os indicadores de desempenho. Para a definição de tais FRs foram feitas as seguintes considerações de escolha:

1) Devem ser considerados prioritariamente os requisitos funcionais relacionados nos dois critérios utilizados, observando-se para o critério I os 20 requisitos funcionais de maior CIE (Coeficiente de Influência na Estrutura).
2) Os requisitos funcionais devem preferencialmente ser de nível hierárquico mais alto, garantindo dessa forma um caráter mais sistêmico à análise de desempenho.
3) Deve-se garantir preferencialmente um número máximo de 05 e necessariamente um número mínimo de 03 indicadores de desempenho dentro de cada perspectiva do *Balanced Scorecard.*

Assim, a escolha dos requisitos funcionais, considerando as perspectivas do *Balanced Scorecard,* se da como segue:

a) Perspectiva Financeira

Verifica-se que os seguintes requisitos funcionais contemplam os critérios I e II: FR11 (aumentar receita de venda dos produtos), FR111 (maximizar preço em função do valor percebido pelo cliente), FR131 (avaliar investimentos em bens de capital) e FR1111 (diferenciar o preço em função de valores tangíveis exigidos pelo cliente). Contudo pode-se verificar que outros requisitos funcionais compõem esta perspectiva, tanto pelo critério I como pelo critério II. Dessa forma, foi considerado outro FR procurando-se manter a preferência de 05 indicadores de desempenho por perspectiva e preservando a observação de escolha de requisitos funcionais de maior nível hierárquico na estrutura, sendo relacionado FR1 (maximizar o retorno sobre o investimento).

b) Perspectiva de Processos Internos da Organização

Esta foi a perspectiva mais contemplada em termos de requisitos funcionais constante simultaneamente nos critérios I e II, atingindo o máximo de 05 indicadores de desempenho dados por: FR12 (minimizar gastos na produção), FR121 (definir custo alvo da produção), FR122 (estabelecer limites de despesas administrativas na produção), FR11221 (possuir qualidade superior ao concorrente) e FR11122 (destacar características secundárias relevantes ao produto).

c) Perspectiva de Aprendizado e Crescimento

Esta foi uma perspectiva pouco contemplada pelos critérios I e II, sendo verificados os seguintes requisitos funcionais presentes em ambos os critérios: FR1121 (buscar novos mercados consumidores) e FR12121 (envolver funcionários em processos de melhorias contínuas). Buscando garantir um mínimo de 03 indicadores de desempenho por perspectiva e preservando a condição de escolha de requisitos funcionais de maior nível hierárquico, foi definido o FR1122 (conquistar mercados de concorrentes) para compor o último indicador desta perspectiva.

d) Perspectiva do Cliente

Esta foi uma perspectiva não contemplada pelo critério I e pouco contemplada pelo critério II. Talvez uma explicação para este fato deva-se a diferentes visões sobre o termo "cliente" proposto pelo modelo de gestão sistêmica da qualidade (clientes internos e externos à organização) e a abordagem do *Balanced Scorecard* (clientes externos à organização, consumidores de seus produtos). Efetuando nova análise pelos critérios I (FRs acima dos 20 primeiros valores de CIE), considerando os FRs definidos pelo critério II e preservando a condição de escolha de requisitos funcionais de maior nível hierárquico na estrutura, foram definidos o número mínimo de 03 indicadores de desempenho para esta perspectiva, dados por: FR1311 (maximizar a flexibilidade para atender a variações de volume e de *mix* produtivo), FR11111 (caracterizar necessidades básicas do cliente) e FR11121 (atender necessidades específicas do cliente).

Pode-se verificar agora que todas as perspectivas do *Balanced Scorecard* estão contempladas com um número mínimo de 03 e máximo de 05 indicadores de desempenho, reunindo um total de 16 indicadores de desempenho, os quais foram definidos em função dos requisitos funcionais de caráter mais sistêmico dentro de cada perspectiva estabelecida, estando os mesmos representados pelos módulos mais externos no diagrama de estrutura módulo-junção.

Portanto, o procedimento utilizado permite estabelecer um seqüenciamento estruturado na definição dos indicadores de desempenho que comporão o *Balanced Scorecard,* tendo a abordagem do *Axiomatic Design* como apoio à decisão em função da utilização dos requisitos funcionais como indicadores de desempenho, e da matriz de projeto consolidada e do diagrama de estrutura módulo-junção na operacionalização dos critérios de escolha dos indicadores de desempenho. Logo o *Balanced Scorecard* proposto neste trabalho em função do modelo de gestão sistêmica da qualidade estaria estruturado da seguinte forma:

a) Perspectiva Financeira:

- maximizar o retorno sobre o investimento (FR1)
- aumentar receita de venda dos produtos (FR11)
- maximizar preço em função do valor percebido do cliente (FR111)
- avaliar investimentos em bens de capital (FR131)
- diferenciar o preço em função de valores tangíveis exigidos pelo cliente (FR1111)

b) Perspectiva de Processos Internos da Organização:

- minimizar gastos na produção (FR12)
- definir custo alvo da produção (FR121)
- estabelecer limites de despesas administrativas na produção (FR122)
- possuir qualidade superior ao concorrente (FR11221)
- destacar características secundárias relevantes ao produto (FR11122)

c) Perspectiva de Aprendizado e Crescimento:

- buscar novos mercados consumidores (FR1121)
- conquistar mercados de concorrentes (FR1122)
- envolver funcionários em processos de melhorias contínuas (FR12121)

d) Perspectiva do Cliente:

- maximizar a flexibilidade para atender a variações de volume e de *mix* produtivo (FR1311)
- caracterizar necessidades básicas do cliente (FR11111)

- atender necessidades específicas do cliente (FR11121)

A Figura 4.10 ilustra o *Balanced Scorecard* proposto em função do modelo de gestão sistêmica da qualidade, podendo-se observar as interrelações entre os indicadores propostos, contemplando-se as quatro perspectivas estabelecidas, permitindo uma compreensão mais adequada de como as ações tomadas influenciariam no desempenho da organização, segundo as perspectivas estabelecidas dentro da abordagem do *Balanced Scorecard.*

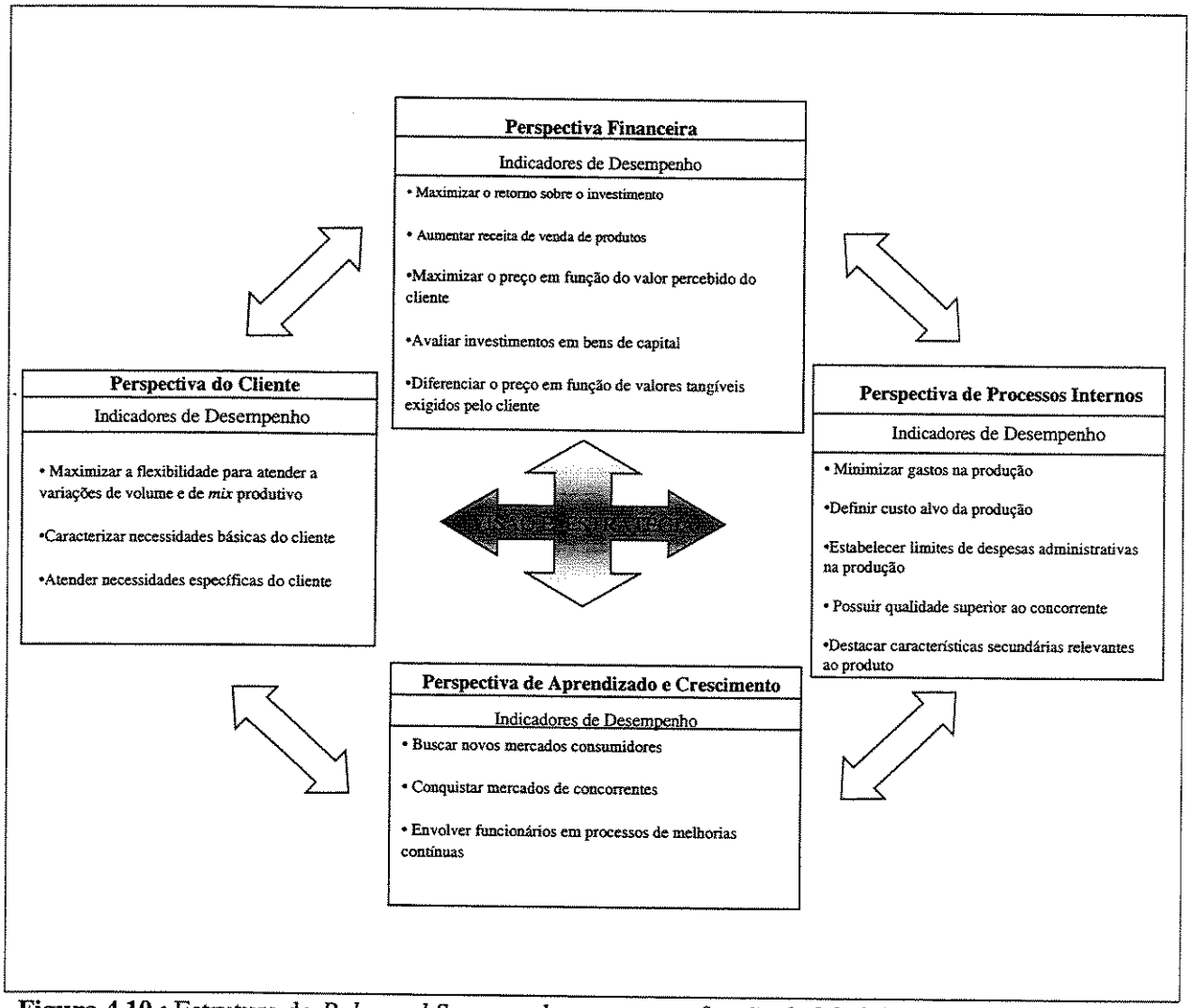


Figura 4.10 : Estrutura do *Balanced Scorecard* proposto em função do Modelo de Gestão Sistêmica da Qualidade

Outra possibilidade desta análise integrada, no que tange a um modelo de gestão sistêmica da qualidade, é que a utilização do *Balanced Scorecard* pode dar indicativos de como o modelo proposto estaria se comportando no atendimento das necessidades dos clientes ou no alinhamento com a visão da organização, possibilitando-se então estruturar critérios de avaliação de desempenho dos próprios sistemas da qualidade no atendimento das necessidades de uma organização. Tais indicativos seriam definidos dentro da perspectiva proposta dos indicadores de desempenho estarem relacionados com os requisitos funcionais (FRs), podendo ou não manter-se como índices de desempenho os parâmetros de projeto (DPs) estabelecidos. Essa condicionante preserva da análise baseada somente em parâmetros de projeto, pois um mesmo projeto pode ter diferentes soluções para um mesmo requisito funcional, devendo-se adotar as soluções que melhor satisfaçam as condições dos axiomas definidos pela abordagem do *Axiomatic Design.*

4.5 A aderência do modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade com alguns sistemas da qualidade aplicados ao setor automotivo

A proposta desenvolvida do modelo de gestão sistêmica da qualidade procurou abordar aspectos que contemplassem a questão da qualidade na sua abrangência maior, considerando um abordagem baseada no Gerenciamento da Qualidade Total. Contudo, o que se verifica com freqüência em vários segmentos econômicos é a adoção de sistemas de procedimentos da qualidade, baseados em normas ou recomendações de procedimentos, onde a certificação por estes sistemas passou a significar permanência ou exclusão de certos mercados. Estas e outras questões pertinentes já foram anteriormente abordadas no item 2.3.4 do capítulo II deste trabalho.

O que se pretende neste item 4.5 deste capítulo é fazer uma análise exploratória comparativa de como o modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade pode contemplar alguns sistemas de procedimentos da qualidade, abordando desde o caráter mais generalista (ISO 9001) até outros de caráter mais determinístico, sendo para isto analisados alguns padrões de gerenciamento e garantia da qualidade estabelecidos para a indústria automobilística (QS 9000, AVSQ, EAQF e VDA 6.1).

Tal análise exploratória avaliou se os parâmetros de projeto (DPs) definidos para o modelo de gestão sistêmica da qualidade contemplam os requisitos destes sistemas de procedimentos da qualidade, buscando assim subsídios para uma avaliação mais específica deste modelo. Uma discussão mais detalhada sobre a aplicação da metodologia do *Axiomatic Design* e sua utilização prática no ambiente industrial foi conduzida por NORDLUND et al. (1996), avaliando aspectos relativos à implementação, benefícios, necessidades e adequações da metodologia no ambiente industrial. A estruturação desta análise deu-se da seguinte maneira:

a) Elaboração de um quadro comparativo entre estes sistemas (SARTORELO & CALARGE, 1998), considerando a norma ISO 9001 como referência, tendo-se relacionado e descrito cada item da mesma. Posteriormente, foi verificada a compatibilidade item a item da norma ISO 9001 com relação a QS 9000 (*Quality Systems* - 2ª edição); AVSQ'94 (ANFIA *Valutazione Sistemi Qualità*); EAQF'94 (*Evaluation Aptitude Qualite Fournisseur*) e VDA 6.1 (*Verband Automobindustrie* – seção 1).

b) Neste quadro comparativo (Anexo V) as informações foram estruturadas da seguinte forma:
   - equivalência entre os 20 itens da norma ISO 9001 e os itens dos outros sistemas de procedimentos da qualidade
   - análise de como se dava a equivalência, caracterizando-se cada item/sub-item segundo as situações de: corresponder integralmente ao item referente da norma ISO 9001; corresponder acrescido de considerações específicas ao item referente da norma ISO 9001; prescrito no sistema analisado, sem correspondência com a norma ISO 9001.
   - Descrição dos itens específicos e complementares que não mantinham equivalência com os 20 itens da norma ISO 9001.

c) Relacionamento dos parâmetros de projeto (DPs) definidos no domínio físico do modelo de gestão sistêmica da qualidade, indicando se o mesmo contemplava ou não contemplava os itens específicos dos sistemas analisados. Essa verificação se deu a nível de análise de atributo (contempla /não-contempla), não estando entre os objetivos deste trabalho verificar o grau de abrangência com que se dava (ou não!) esta contemplação.

O Anexo V ilustra o quadro comparativo entre a ISO 9001 e os demais sistemas da qualidade verificados. A Tabela 4.4 traz a análise entre o quadro comparativo e os parâmetros de

projeto (DPs) do modelo de gestão sistêmica da qualidade. Algumas observações que podem ser feitas com relação a Tabela 4.4 são:

1) A análise exploratória deu-se considerando a norma ISO 9001 como referência com relação aos seus 20 itens, sendo os itens complementares considerados com relação aos outros sistemas analisados. A análise contempla/não-contempla foi feita tomando-se cada parâmetro de projeto (DP) do modelo de gestão sistêmica da qualidade e comparando-se com os 20 itens da norma ISO 9001 e itens complementares. Esta abordagem de análise deu-se em função da norma ISO 9001 ser considerada a direcionadora raiz dos sistemas de procedimentos da qualidade aqui considerados (QS 9000, AVSQ'94, EAQF'94 e VDA 6.1).

2) Os sistemas QS 9000, AVSQ'94, EAQF'94 e VDA 6.1 referem-se a um segmento industrial específico, ou seja, o setor automotivo. Apesar de considerarem a ISO 9001 como a norma raiz, os mesmos apresentam um maior nível determinístico e de especificidades do setor automotivo, apresentando assim uma série de complementações aos 20 itens da norma ISO 9001. Logo, uma análise de maior profundidade no tocante a abrangência dos parâmetros de projeto (DPs) contemplarem ou não determinados itens destes sistemas de procedimentos da qualidade, deveria ser feita considerando caso a caso, ou seja, analisando cada parâmetro de projeto com relação a cada item da QS 9000, AVSQ'94, EAQF'94 e VDA 6.1.

3) Os quatro itens que apresentaram um maior número de parâmetros de projeto (DPs) que lhes contemplavam foram:
   - Estratégias da empresa (item Z1 da VDA6.1), contemplado por 25DPs
   - Controle do Processo (item 4.9 da ISO 9001), contemplado por 13 DPs
   - Capabilidade da manufatura (seção II da QS 9000), contemplado por 09 DPs
   - Melhoria contínua (seção II da QS 9000), contemplado por 08 DPs

   Assim, uma análise preliminar desta situação permite verificar que o modelo de gestão sistêmica da qualidade proposto tem uma ênfase na abordagem de aspectos estratégicos da

organização, contemplando fatores relativos às condições de processo e de manufatura, considerando o enfoque de melhorias contínuas.

4) Na análise feita verificou-se que 08 itens da norma ISO 9001 (itens 4.3, 4.5, 4.7, 4.8, 4.11, 4.12, 4.13 e 4.15) não foram especificamente contemplados por nenhum dos parâmetros de projeto (DPs) propostos no modelo de gestão sistêmica da qualidade. Uma análise preliminar desta situação permite verificar que se tratam de itens de acentuada especificidade operacional, que poderiam (ou não!) serem contemplados à medida que se dessem outros desdobramentos em níveis inferiores da estrutura hierárquica do domínio físico (DPs) do modelo proposto de gestão sistêmica da qualidade. Contudo, deve-se ressaltar que a proposta inicial deste trabalho não se deu no sentido de contemplar nenhum setor industrial em específico, embora essa situação possa existir dentro da abordagem proposta pelo *Axiomatic Design,* quando da definição inicial dos atributos do cliente (CAs).

5) Os requisitos complementares à ISO 90001, proposto pela QS 9000, AVSQ'94, EAQF'94 e VDA6.1, indicam outros aspectos relativos ao conceito da qualidade que devem merecer uma especial atenção nas organizações, podendo-se citar dentre estes: estratégias da empresa, considerações econômicas, ênfase na melhoria contínua, aspectos da manufatura, segurança do produto, etc. Numa avaliação preliminar pode-se verificar que tais sistemas de procedimentos da qualidade procuram adotar uma ênfase da visão sistêmica da qualidade, demonstrando uma evolução neste sentido quando comparados com a norma ISO 9001.

Tabela 4.4: Análise comparativa dos sistemas de procedimentos da qualidade e os Parâmetros de Projeto (DPs) propostos no modelo de gestão sistêmica da qualidade

Descrição dos Requisitos	Respectivos Itens dos Sistemas de Procedimentos da Qualidade					Contemplado pelo modelo de gestão sistêmica da qualidade?		Parâmetros de Projeto (DPs) que contemplam o item do sistema de procedimento da qualidade
	ISO 9001	QS 9000	AVSQ 94	EAQF 94	VDA 6.1	Sim	Não	
• Responsabilidade da direção	4.1	4.1	4.1	1	1	◎		DP1, DP121, DP11221, DP11211, DP112211, DP112213
• Sistema da qualidade	4.2	4.2	4.2	2	2	◎		DP112212, DP121231, DP121232
• Análise crítica de contrato	4.3	4.3	4.3	3	7		◎	Não contemplado especificamente
• Controle de projeto	4.4	4.4	4.4	4	8	◎		DP11, DP111, DP112, DP1111, DP1112, DP1121, DP111222
• Controle de documentos	4.5	4.5	4.5	5	10		◎	Não contemplado especificamente
• Aquisição	4.6	4.6	4.6	6	11	◎		DP133, DP1211
• Controle do produto fornecido pelo cliente	4.7	4.7	4.7	7	12		◎	Não contemplado especificamente
• Identificação e rastreabilidade do produto	4.8	4.8	4.8	8	13		◎	Não contemplado especificamente
• Controle do processo	4.9	4.9	4.9	9	14	◎		DP1212, DP11112, DP12121, DP12123, DP12124, DP12125, DP111121, DP111122, DP121231, DP121232, DP1111221, DP1111222, DP1111223
• Inspeção e ensaio	4.10	4.10	4.10	10	15	◎		DP11112, DP111121
• Controle de equipamentos de inspeção, medição e ensaios	4.11	4.11	4.11	11	16		◎	Não contemplado especificamente
• Situação de inspeção e ensaios	4.12	4.12	4.12	12	13		◎	Não contemplado especificamente
• Controle de produto não conforme	4.13	4.13	4.13	13	17		◎	Não contemplado especificamente
• Ação corretiva e preventiva	4.14	4.14	4.14	14	18	◎		DP12124, DP111121, DP111122, DP11221, DP1111221
• Manuseio, armazenamento, embalagem, preservação e entrega	4.15	4.15	4.15	15	19		◎	Não contemplado especificamente
• Controle dos registros da qualidade	4.16	4.16	4.16	16	20	◎		DP11221
• Auditorias internas da qualidade	4.17	4.17	4.17	17	3	◎		DP11221, DP112211, DP112212
• Treinamento	4.18	4.18	4.18	18	4	◎		DP12121, DP11221
• Assistência	4.19	4.19	4.19	19	21	◎		DP1122
• Técnicas estatísticas	4.20	4.20	4.20	20	22	◎		DP1111221, DP1111222, DP1111223

• Considerações econômicas sobre sistemas da qualidade	ND	ND	4.21	21	5	◎		DP121, DP1111212
• Segurança do produto	ND	ND	4.22	22	6	◎		DP112213
• Estratégias da empresa	ND	ND	ND	ND	Z1	◎		DP1, DP11, DP12, DP13, DP111, DP112, DP121, DP122, DP131, DP132, DP133, DP1112, DP1122, DP1211, DP1212, DP1311, DP1312, DP1331, DP1332, DP11111, DP11121, DP11122, DP11221, DP11222, DP111221
• Processo de aprovação de peças da produção	ND	Seção II	ND	ND	ND	◎		DP111122
• Melhoria contínua	ND	Seção II	ND	ND	ND	◎		DP1212, DP11221, DP12122, DP12123, DP12124, DP12125, DP111221, DP1111223
• Capabilidade da manufatura	ND	Seção II	ND	ND	ND	◎		DP131, DP133, DP1311, DP1312, DP1331, DP11221, DP12122, DP12124, DP121231

Capítulo 5

Considerações Finais e Conclusões

5.1 Considerações sobre o desenvolvimento deste trabalho

A estruturação deste trabalho de tese deu-se fundamentalmente no sentido de desenvolver uma proposta de um modelo de gestão sistêmica da qualidade, tendo como apoio neste desenvolvimento a abordagem do *Axiomatic Design*. Para atingir este objetivo, foi conduzido um levantamento de bibliografia da área, buscando principalmente aspectos que caracterizassem o conceito da qualidade, explorando seus aspectos sistêmicos como uma possível fonte de vantagem competitiva para as empresas. A utilização da abordagem do *Axiomatic Design* como apoio ao desenvolvimento do modelo proposto, deu-se observando seu embasamento conceitual (axiomas, corolários e teoremas) e aplicando as relações matemáticas pertinentes. O modelo de gestão sistêmica da qualidade foi estabelecido em função de uma estrutura hierarquizada definidas para o domínio funcional e para o domínio físico, caracterizados respectivamente pelos requisitos funcionais (FRs) e parâmetros de projeto (DPs). A cada nível hierárquico foram definidas as matrizes de projeto, as quais exprimiam os relacionamentos estabelecidos entre FR e DP. Foram explorados alguns possíveis desdobramentos do modelo proposto, no sentido de se avaliar aspectos relativos à medição de desempenho e a aderência com sistemas da qualidade aplicados a segmentos industriais. As considerações que seguem descrevem aspectos mais específicos no desenvolvimento do modelo de gestão sistêmica da qualidade.

5.2 **Conclusões sobre a abordagem do *Axiomatic Design***

A abordagem axiomática utilizada no desenvolvimento deste trabalho mostrou viabilidade de aplicação, bem como um significativo potencial na estruturação de uma metodologia para construção e sistematização de um sistema da qualidade. A caracterização dos atributos do cliente (CAs) e a definição dos requisitos funcionais buscando contemplar tais atributos do cliente, direciona para o que se pode denominar de "boas práticas" de projeto, além de contemplar aspectos tão citados e almejados por sistemas da qualidade que enfocam o TQM *(Total Quality Management)*, no sentido de estarem focados e direcionados pelos clientes.

Os relacionamentos estabelecidos entre parâmetros de projeto e requisitos funcionais, caracterizados pelas matrizes de projeto, indicam de maneira clara e convincente quais seriam as melhores escolhas de DPs para atender aos FRs. O desenvolvimento de estruturas hierárquicas nos domínios funcional e físico, possibilitam a visão sistêmica do modelo, bem como as interações e relacionamentos estabelecidos. A análise das matrizes de projeto a cada nível hierárquico permitem uma melhor orientação na escolha do DP mais adequado no atendimento de determinado FR, considerando o contexto em que se dá a decomposição hierárquica dos domínios funcional e físico. Os aspectos aplicativos e desdobramentos do modelo proposto, obtidos com a construção da matriz de projeto consolidada e do diagrama de estrutura módulo-junção, indicam aspectos importantes com relação à influência exercida pelos "DPs-folha" sobre os "FRs-folha", possibilitando um guia orientativo na implementação das soluções de projeto propostas.

Contudo, apesar de todas potencialidades e a flexibilidade de utilização da abordagem axiomática, algumas dificuldades foram encontradas na utilização da mesma. A primeira dificuldade verificada é que a metodologia, apesar de apresentar uma aparente simplicidade teórica na sua conceituação, necessita de prática e adequada compreensão dos axiomas diretivos para a sua aplicação e desenvolvimento. Além disso, a compreensão dos corolários e teoremas da abordagem axiomática, se dá à medida que os mesmos são utilizados, de forma que uma maior utilização certamente favorecera um maior potencial na aplicação da abordagem axiomática. A segunda dificuldade verificada é que a estruturação sistematizada e relacional estabelecida entre

requisitos funcionais e parâmetros de projeto implica em que qualquer alteração que seja feita em níveis superiores da estrutura hierárquica resultem numa revisão dos níveis inferiores desta estrutura, podendo ocorrer modificações nesta estrutura. A terceira dificuldade encontrada na aplicação da abordagem axiomática deve-se ao fato da mesma ser um desenvolvimento relativamente recente, tendo sido aplicada em algumas áreas acadêmicas, mas que ainda carece de uma maior utilização em outras áreas para um melhor entendimento de suas potencialidades, limitações e dificuldades na aplicação.

5.3 **Conclusões sobre a proposta do Modelo de Gestão Sistêmica da Qualidade**

A necessidade do conceito de qualidade ser abordado de maneira mais abrangente e sistêmica tem sido uma tendência verificada não só pela evolução dos conceitos da qualidade, passando de um caráter de controle para o caráter de gestão da qualidade, mas também pela necessidade das empresas obterem vantagens competitivas com aspectos diferenciadores sobre seus concorrentes.

Neste sentido, a proposta deste trabalho na construção e sistematização de um modelo de gestão da qualidade que tenha um enfoque sistêmico, não só contempla a tendência verificada na bibliografia mais recente na área, como também traz uma contribuição na discussão sobre como um sistema de qualidade deve ser estruturado no sentido de atender às necessidades dos clientes e também possibilitar vantagens competitivas para a empresa. O modelo proposto contempla a visão mais atual do conceito de cliente, classificando-os como internos ou externos à organização e enfocando segmentos fundamentais tais como: acionistas, consumidores de produtos, sociedade, e colaboradores internos divididos em seus grupos hierárquicos.

O relacionamento estabelecido entre os requisitos funcionais e parâmetros de projeto nas estruturas hierarquizadas, permitem compreender e caracterizar qual a influência do DP sobre o FR. Isto possibilita uma significativa contribuição na área da qualidade, no sentido de estruturar, hierarquizar e relacionar programas, ferramentas e técnicas da qualidade com aplicações setoriais e específicas dentro de uma visão sistêmica de qualidade organizacional.

Contudo, algumas dificuldades e possíveis limitações na aplicação deste modelo foram verificadas e merecem serem melhor analisadas. A primeira dificuldade é que a construção de um modelo de gestão sistêmica da qualidade pressupõem um conhecimento não só de aspectos relativos à qualidade, como outros aspectos relevantes ao contexto em que se dá a compreensão do significado do termo sistêmico. Dessa forma, os modelos podem contemplar por desdobramentos dos FRs e DPs, aspectos mais desejáveis e importantes para uma organização dentro de um contexto estabelecido, necessitando portanto de uma visão direcionada por um comitê de política da qualidade que possa representar várias áreas da organização. No entanto esta dificuldade inerente ao domínio e a operacionalização da gestão de conhecimentos e informações na organização , não obscurecem o inegável potencial do modelo que é o de possibilitar uma orientação sistematizada na implementação das soluções propostas em um sistema da qualidade.

A segunda dificuldade refere-se, no caso do modelo proposto, de conjugar aspectos de caráter tangível com aspectos de caráter intangível na estruturação do modelo, dificultando o estabelecimento de um procedimento mais quantitativo na análise e avaliação de desempenho. A discussão não se trata de separar aspectos tangíveis de intangíveis, já que um modelo sistêmico deve contemplar tais dicotomias, mas sim procurar aperfeiçoamentos que possibilitem contemplar uma abordagem quantitativa e qualitativa na avaliação do modelo proposto.

Finalmente, uma limitação da aplicação do modelo refere-se à necessidade que a empresa deve ter sobre os domínios do cliente (CA), funcional (FR), físico (DP) e de projeto (PV), pois caracterizações errôneas com relação a estes domínios podem implicar no desenvolvimento de modelos inadequados para as necessidades das empresas. Essa situação implica em ações de um maior desenvolvimento dos conhecimento da empresa sobre os mercados em que atua, bem como dos fatores que determinam os aspectos de competitividade nestes segmentos.

5.4 **Sugestões de trabalhos futuros**

A abordagem do *Axiomatic Design*, bem como sua proposta de aplicação no desenvolvimento estruturado de um modelo de gestão sistêmica da qualidade, apresentam um

histórico recente e de propostas preliminares. Assim, muito ainda há de ser feito e pesquisado com relação ao desenvolvimento e aplicação da abordagem axiomática e do modelo proposto. Com relação ao modelo de gestão sistêmica da qualidade proposto, deve-se analisar comparativamente como os sistemas de qualidade implantados nas empresas se comportam com relação ao modelo proposto, no que se refere a contemplar aspectos sistêmicos relevantes à competitividade da empresa. Apesar desta análise ser feita de maneira exploratória no último item do capítulo IV, dados que possibilitassem uma análise estatística seriam desejáveis. Estudos que viessem a definir mais claramente o impacto de aspectos tangíveis e intangíveis sobre o modelo proposto seriam necessários e esclarecedores sobre as potencialidades e limitações do mesmo.

Quanto à abordagem axiomática, talvez o maior desafio atual seja tornar esta abordagem mais operacional e aplicável em setores industriais e comerciais, potencializando assim a disseminação e utilização destes conceitos. Outra sugestão seria aprofundar as aplicações e desdobramentos de sua utilização, enfocando preliminarmente questões relativas à avaliação de desempenho, desenvolvimento de sistemas organizacionais e melhorias de processo. Estudos que viessem a discutir de maneira mais ampla o Axioma 2 (axioma da informação) foram verificados como pontos de carência na literatura atual sobre o assunto, necessitando assim de maiores esforços e pesquisas na área.

Referências Bibliográficas

AGOSTINHO, O. L. *Estudo da flexibilidade dos sistemas produtivos.* São Carlos, 1985, 238p. (Tese de doutorado – Escola de Engenharia de São Carlos/USP).

AHIRE, S. L., GOLHAR, D. Y., WALLER, M. A. development and validation of TQM implementation constructs. *Decision Sciences,* v. 27, n.1, p. 23-56, Winter, 1996.

ANDERSEN, B. *Performance management: a business process benchmarking approach.* Reading: Chapman & Hall, 1995. Cap. 2 : Benchmarking, p.211-242.

ARMITAGE, H. M. ATKINSON, A. A., *Measures for manufacturing excellence.* Reading: Robert S. Kaplan, Harvard Business School Press, 1991. Cap. 4: The Choice of Productivity Measures in Organizations, p.91 - 126.

BADIRU, A. B., AYENI, B. J. *Quality and process improvement.* London: Chapman&Hall, 1994. Chap.1: The Quality Revolution, p1-35.

BARBEITOS, E. S., COLTURATO, L. G. *Aplicação de conceitos da manufatura enxuta na CASE Brasil com foco na minifábrica de cilindros hidráulicos.* In: Curso sobre projeto de sistemas de manufatura com ênfase na manufatura enxuta, 1998, Campinas. Anais .... Universidade Estadual de Campinas, p.103-118.

BIRKINSHAW, J., MORRISON, A., HULLAND, J. Structural and competitive determinants of a global integration strategy. *Strategic Management Journal,* v.16, p.637-655, 1995.

BITITCI, U. S., CARRIE, A.S., McDEVITT, L. Integrated performance measurement systems: a development guide. *International Journal of Operations & Production Management,* v.17, n.5, p.522-534, 1997.

BLACK, J. T. *The design of the factory with a future.* New York: McGraw-Hill, Inc., 1991,

233p.

BLACK,S.A., PORTER,L.J. Identification of the critical factors of TQM. *Decision Science,* v.27, n.1, p1-21, 1996.

BOLETIM DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Empresas brasileiras tem interesse pela certificação ambiental. Janeiro/Fevereiro, p.20-21, 1996a.

BOLETIM DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Relações entre ISO 14000 e ISO 9000. Janeiro/Fevereiro, p.19, 1996b.

BRANDOLESE,A. The problems of total quality. *Production Planning of Control*, v.5, n.4, p.330-336, 1994.

BURBIDGE, J. L. *Planejamento e controle da produção.* Editora Atlas, 1988, 556p.

CAPON, N., KAYE, M. M., WOOD, M. Measuring the sucess of a TQM programe. *International Journal of Quality & Reliability Management,* v.12, n.8, p. 8-22, 1995.

COCHRAN, D. S., LIMA, P.C. *The production system decomposition.*Version 4.2, unpublished report, MIT Production system design group, 1998.

COCHRAN, D.S., LIMA, P. C. *The production system design decomposition.* Relatório Não Publicado,Versão 4.2, MIT Production System Design Group, 1998.

COLANGELO, L. F., SHIMIZU, T. Gestão da qualidade de dados. *Boletim Técnico da Escola de Engenharia da USP.* Departamento de Engenharia de Produção, 1998, 18p.

COLLINS, J. C., PORRAS, J. I. *Feitas para durar – Práticas bem sucedidas de empresas visionárias.* Rio de Janeiro: Editora Rocco, 1995, 408p.

COLLIS, D. J., MONTGOMERY,C. A. Competing on resources: strategy in the 1990s. *Harvard Business Review,* p.119-128, July-August, 1996.

CORIAT, B. *Pensar pelo avesso: o modelo japonês de trabalho e organização.* Rio de Janeiro: Editora Revan, 1994. Cap.2: Princípios, regras e protocolos, p.51-81.

COYNE, K. P. Sustainable competitive advantage – what it is and what it isn't. *Business Horizons,* January-February, p.54-61, 1986.

CRUZ, T. *Sistemas, organização & métodos - Estudo integrado das novas tecnologias de informação.* Editora Atlas, 1997, 230p.

DAGNINO, R. QS 9000 - Como funciona a certificação QS 9000. *Revista Controle da Qualidade*, Editora Banas, p.28-30, março, 1996.

DICIONÁRIO AURÉLIO BÁSICO DA LINGUA PORTUGUESA, *Jornal Folha de São*

Paulo, São Paulo: Editora Nova Fronteira, p.77, 1994.

DILLMAN, D. A. *Mail and telephone surveys: the Total Design Method.* John Wiley & Sons: New York, 1978, 325p.

ECCLES, R. G. The performance measurement manifesto. *Harvard Business Review*, v.69, January-February, p.131-137, 1991.

EDQUIST, C., JACOBSSON, S. *Flexible automation: the global diffusion of new technology in the engineering industry.* Oxford: Basil Blackwell Ltd., 1988, 221p.

ENRIQUEZ, E. Os desafios éticos nas organizações modernas. *Revista de Administração de Empresas,* v.37, n.2, p.06-17, 1997.

FEIGENBAUM, A. V. *Controle da qualidade total.* São Paulo: Editora McGraw-Hill Ltda. v.11, 1994, 281p.

FIOROTO, V., CALIFANI, A., MAESTRELLI, N. C. *Estudo para implantação de TPM (Total Productive Maintenance) na Magneti Marelli do Brasil.* In: IX Simpósio de Engenharia Automotiva, 1997, São Paulo. Anais.... Associação Brasileira de Engenharia Automotiva, p.412-419.

FLIEDNER, G., VOKURKA, R. J. Agility: competitive weapon of the 1990s and beyond? *Production and Inventory Management Journal,* Third Quarter, v.38, n.3, 1997.

FLYNN, B. B., SCHROEDER, R. G., SAKAKIBARA, S. The impact of quality management pratices on performance and competitive advantage. *Decision Sciences,* v.26, n.5, p. 659-691, September/October, 1995.

FONTANEZI, W., CALARGE, F. A., LIMA, P.C. *Um estudo de caso enfocando uma análise crítica das auditorias de sistema da qualidade,* In: XVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1996, Piracicaba. **Anais...** Universidade Metodista de Piracicaba-ABEPRO/cd-rom.

FORKER, L. B., VICKERY, S. K., DROGE, C. L. M. The contribuition of quality to business performance. *International Journal of Operations & Production Management,* v.16, n.8, p.44-62, 1996.

GALLOWAY, K. *Questionnaire design and analysis introduction.* Disponível na Internet. Http://www.tardis.ed.ac.uk/~kate/qmcweb/qintro.htm, 29May1998.

GARVIN, D. A. *Managing quality – The strategic and competitive edge.* New York: The Free Press, 1988-a. Chap 3: Concepts and definitions. p. 39-48.

GARVIN, D. A. *Managing quality – The strategic and competitive edge.* New York: The Free Press, 1988-b. Chap 4: The multiples dimensions of quality. p. 49-68.

GARVIN, D. A. *Managing quality – The strategic and competitive edge.* New York: The Free Press, 1988-c. Chap 1 : History and evolution. p. 03-20.

GHOBADIAN, A., GALLEAR, D. Total quality management in SMEs. *OMEGA International Journal of Management Science,* v. 24, n. 1, p. 83-106, 1996.

GHOBADIAN, A., GALLEAR, D. TQM and organization size. *International Journal of Operations & Production Management,* v. 17, n. 2, p. 121-163, 1997.

HALL, R. The strategic analysis of intangible resources. *Strategic Management Journal,* v.13, p.135-144, 1992.

HAMEL, G. Strategy as revolution. *Harvard Business Review,* p.69-82, July-August, 1996.

HAMEL, G., PHAHALAD, C. K. *Competindo pelo futuro.* Rio de Janeiro: Editora Campus, 1995, 377p.

HANSEN, G. S., WERNERFEL, T. B. Determinants of firm performance: the relative importance of economic and organizational factors. *Strategic Management Journal,* v.10, p.399-411, 1989.

HARUTUNIAN, V., NORDLUND, M., TATE, D., SUH, N. P. Decision making and software development based on aximatic design. *Annals of 46th CIRP,* v.45/1, p.135-140, 1996.

HAYES, R. H., WHEELWRIGHT Link manufacturing process and product life cycles. *Harvard Business Review,* January/February, p.133-140, 1979.

HENDRICKS, K. B., SINGHAL, V. R. Does implementing na effective TQM program actually improve operating performance? Empirical evidence from firms that have won quality awards. *Management Science*, v. 43, n.9, p.1258-1274, September, 1997.

HINTERSTEINER, J. D. A fractal representation for systems. *Proceedings of the 1999 CIRP Design Seminar.* March 24-26, Enschede, Netherlands, 1999-a.

HINTERSTEINER, J. D., NAIN, A. Integrating software into systems: na axiomatic design approach. *Proceedings of the 3rd International Conference on Engineering Design and Automation.* August 1-4, Vancouver, Canada, 1999-b.

HUMPHREY, J., SCHMITZ, H. The triple C approach to local industrial policy. *World Development*, v.24, n.12, p. 1859-1877, 1996.

IMAI, M. *KAIZEN: a estratégia para o sucesso competitivo.* São Paulo: Instituto IMAN, 1994, 235p.

JARDIM, W. F. As indústrias químicas e a preservação ambiental. *Revista de Química Industrial.* Abril/Junho, n.692, p.16-18, 1993.

JOHNSON, H. T. *Relevância recuperada.* São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1994, 217p.

JOHNSON, H. T., KAPLAN, R. S. *Relevance lost - The rise and fall of management accounting.* Harvard Business School Press - 1987 - 269p.

KAPLAN, R.S., NORTON, D.P. Putting the balanced scorecard to work. *Harvard Business Review,* September-October, p.134-147, 1993.

KAPLAN, R.S., NORTON, D.P. The balanced scorecard – measures that drive performance. *Harvard Business Review,* January-February, p.71-79, 1992.

KAPLAN, R.S., NORTON, D.P. Using the balanced scorecard as a strategic management system. *Harvard Business Review,* January-February, p.75-85, 1996.

KAPLINSKY, R. Restructuring firms to cope in a global economy. *Policy Briefing*, Issue 9, p.1-4, IDS, February, 1997.

KETTINGER, W. J. , LEE, C. C. , LEE, S. Global measures of information service quality: a cross-national study. *Decision Sciences,* v. 26, n. 5, p. 569-588, September/October, 1995.

KIM, K. Y. , CHANG, D. R. Global quality management: a research focus. *Decision Sciences,* v. 26, n. 5, p. 561-568, September/October, 1995.

KIM, S. J., SUH, N. P., KIM, S. G. Design of software systems based on axiomatic design. *Annals of 41th CIRP,* v.40, p.165-170, 1991.

KRAJEWSKI, L. J., RITZMAN, L. P. *Operations management : strategy and analysis.* Addiso-Wesley Publishing Co. (2nd Edition), 1990, Cap. 10: Forecasting, p.342-391.

LAKHE, R. R. , MOHANTY, R. P. Understanding TQM. *Production Planning & Control,* v.5, n.5, p.426-441, 1994.

LINSTONE, H., TUROFF, M. *The Delphi method: techniques and applications.* Addison-Wesley, 1975,

LOVITT,M. Continous improvement through the QS 9000 road map. *Quality Progress*, p.39-43, February, 1996.

MAHONEY, J. T., PANDIAN, J. R. The resource-based view within the conversation of strategic management. *Strategic Management Journal,* v.13, p.363-380, 1992.

MALHOTRA, M. K., STEELE, D. C., GROVER, V. Important strategic and tactical manufacturing issues in the 1990s. *Decision Science*, v.25, n.2, March-April, 1994.

MARCONI, M. A., LAKATOS, E. M. *Técnicas de pesquisa.* São Paulo: Editora Atlas, 2ª edição, 1990, 231p.

MARKIDES, C. C. Diversification, restructuring and economic performance. *Strategic Management Journal*, v.16, p.101-118, 1995.

MARTINS, E. *Contabilidade de Custos.* São Paulo: Editora Atlas, 1993, 311p.

MHIRSHAWKA, V., OLMEDO, N. L. *TPM à moda brasileira.* São Paulo: Makron Books, 1994, 330p.

MOHANTY, R.P. TQM: some issues for deliberation. *Production Planning & Control*, v.8, n.1, p.10-13, 1997.

MONKS, J.G.; *Administração da Produção.* São Paulo: Editora Mc Graw - Hill, 1987, 502p.

MURUGESH, R., DEVADASAN,S.R., NATARAJAN,R. Review and preview of productivity research and applications. *Production Planning and Control*, v.8, n.4, p.310-320, 1997.

NEELY, A. Three modes of measurement: theory and practice. *International Journal of Business Performance Management.* v.1, n.1, p.47-64, 1998.

NEELY, A., GREGORY, M., PLATTS, K. Performance measurement system design: a literature review and research agenda. *International Journal of Operations & Production Management,* v. 15, n.4, p.80-116, 1995.

NEELY, A., MILLS, J., PLATTS, K., GREGORY, M., RICHARDS, M. Realizing strategy through measurement. *International Journal of Operations & Production Management,* v.14, n.3, p. 140-152, 1994.

NEELY, A., RICHARDS, H., MILLS, J.,PLATTS, K., BOURNE, M. Designing performance measures: a structured approach. *International Journal of Operations & Production Management,* v. 17, n.11, p.1131-1152, 1997.

NORDULUND, M., TATE, D., SUH, N.P. Growth of Axiomatic Design through industrial practice. *Annals of 3rd CIRP Whorkshop on Design and the Implementation of Intelligent Manufacturing Systems.* p.77-84 , June 19-21, Tokyo, Japan, 1996.

OAKLAND, J. S. *Gerenciamento da Qualidade Total - TQM.* São Paulo: Nobel, 1994. Cap.2: Comprometimento e liderança. p.31-49.

OLIVEIRA, L., GONÇALVES, R. M. *QS 9000: requisitos para sistema da qualidade.* In: Seminário comparativo ISO 9000 versus QS9000, 1996, São Paulo. SETEC – Consultoria de Interface. P.99-105.

PACHECO, O. Bandeira branca na guerra dos preços. *Revista EXAME,* p. 84-86, dezembro, 1994.

PETERAF, M. A. The cornestones of competitive advantage: a resource-based view. *Strategic Management Journal,* v.14, p.179-191, 1993.

PINHO, L. O. que muda no setor automotivo? *Revista Controle da Qualidade*, Editora Banas, p.22-28, abril, 1997.

PIRES, S. *Gestão estratégica da produção.* Piracicaba: Editora UNIMEP, 1995, 269p.

PLOSSL, G. W. *Administração da produção.* São Paulo: Makron Books, 1993, 223p.

PORTER, M. E. *Vantagem competitiva – criando e sustentando um desempenho superior.* Rio de Janeiro: Editora Campus, 1992 (5ª edição), 512p.

POWELL, T. C. Total Quality Management as competitive advantage: a review and empirical study. *Strategic Management Journal,* v. 16, p.15-37, 1995.

PRAHALAD, C. K., HAMEL, G. The core competence of the corporation. *Harvard Business Review,* May-June, p. 79-91, 1990.

PRINCIPLES OF QUESTIONNAIRE DESIGN. Disponível na Internet http://www. analytictech.com/mb313/principl.htm, 29May1998.

PRYTZ, K. *Performance management: a business process benchmarking approach.* Reading: Chapman & Hall, 1995. Cap. 7: Modeling in Manufacturing Enterprises, p. 137-168.

QUALTEC-Consultoria e Treinamento, *QT-51/Manual Sistema da Qualidade QS 9000.* 1996, 43p.

QUESTIONNAIRE DESIGN. Disponível na Internet. http://www.cs.bham.ac.uk/~rxb/HTML _text/hci/miniprojects/7.questionnaire.html, 29May1998.

ROTHER, M., SHOOK, J. *Learning to see – value stream mapping to create value and eliminate muda.* Brookline, Massachussetts: The Lean Enterprise Institute, 1998, 105p.

SARAPH, J.V., BENSON, P.G., SCHROEDER, R. G. An instrument for measuring the critical factors of quality management. *Decision Science,* v.20, n.4, p810-829, 1989.

SARTORELO, M., CALARGE, F. A. Um estudo comparativo de equivalência de sistemas da qualidade específicos da indústria automobilística. In: I Congresso de Pesquisa e Extensão

e IV Encontro de Iniciação Científica, 1998, Bragança Paulista. **Anais...** Universidade São Francisco, p.54.

SASHKIN, M. , KISER, K. J. *Gestão da qualidade total na prática.* Rio de Janeiro: Editora Campus, 1994. Cap. 2: O que é TQM ?, p. 23-37.

SCHMENNER, R., VOLLMANN, T. E. Performance measures: gaps, false alarms and "usual suspects". *International Journal of Operations & Production Management,* v.14, n.12, p.58-69, 1994.

SCHUTZ, H. Um estudo abrangendo 150 autopeças alemãs concluiu que a qualidade compensa. *Revista Máquinas e Metais*, p. 31-37, Agosto, 1996.

SELL, I. Avaliação e seleção de alternativas no projeto de produtos. *Revista Produto & Produção*, v.3, n.1, p.38-50,1999.

SHINGO, S. *A revolution in manufacturing: the SMED system.* Cambridge: Productivity Press, 1986, 361p.

SHINGO, S. *Zero quality control: source inspection and Poka Yoke system.* Cambridge: Productivity Press, 1986, 303p.

SHRIVASTAVA, P. Environmental technologies and competitive advantage. *Strategic Management Journal.* v.16, p. 183-200, 1995.

SILVESTRE, J.A., GEORGETTI, A. D. *Manufatura enxuta em células de eixos de transmissões pesadas da EATON Ltda.: Divisão Transmissões.* In: Curso sobre projeto de sistemas de manufatura com ênfase na manufatura enxuta, 1998, Campinas. Anais .... Universidade Estadual de Campinas, p.139-149.

SKRABEC, Q. R. Maximizing ISO 9000 benefits. *Industrial Engineering.* p. 34-37, April, 1995.

SLACK, N., CHAMBERS, S., HARLAND, C., HARRISON, A., JOHNSTON, R. *Administração da produção.* São Paulo: Editora Atlas, 1997, 726p.

STAINER, A. , STAINER, L. Business performance: a stakeholder approach. *International Journal of Business Performance Management.* v.1, n.1, p.2-12, 1998.

STRUEBING, L. 9000 Standards? *Quality Progress*, p.23-28, January, 1996.

SUH, N. P. Designing-in of quality through axiomatic design. *IEEE Transactions on Reliability,* p. 256-264, v.44, n.2, June, 1995.

SUH, N. P. *The principles of design.* New York: Oxford University Press, 1990, 401p.

SUH, N. P., COCHRAN, D. S., LIMA, P.C. Manufacturing system design. *Annals of 48th CIRP,* v.47/2, p.627-639, 1998.

TAVARES, G. J. *A mentalidade enxuta suportada pelas equipes autogerenciáveis.* In: Curso sobre projeto de sistemas de manufatura com ênfase na manufatura enxuta, 1998, Campinas. **Anais** .... Universidade Estadual de Campinas, p.151-162.

TAYLOR, W. A. Leadership challenges for smaller organizations: self-perceptions of TQM implementation. *OMEGA International Journal of Management Science,* v. 25, n. 5, p. 567-579, 1997.

TIGRE, P. B. Informática como base técnica do novo paradigma. Disponível na Internet. Http://www.ie.ufrj.br/ECEX/tigre.htm ,17 Dezembro 1997.

TROCHIM, W. M. K. *The knowledge base : an online research methods textbook.* Disponível na Internet. Http://trochim.human.cornell.edu/kb/content1.htm, 20 July 1998.

TURNER, L., AUER, P. *Social reconstructions of the world industry – Competitive, power and industrial flexibility.* Reading: Mac Millan Press Ltd., 1996. Cap.8: A Diversity of New Work Organization: Human-centered, Lean and In-between, p.233-257.

TUROFF, M. , HILTZ, S. R. *Computer based Delphi processes.* Disponível na Internet. http://eies.njit.edu/~turoff/Papers/delphi3.html#Contents, 16 January 1998.

WOMACK, J. P., JONES, D. T. *A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.* Rio de Janeiro: Editora Campus, 1998, 427p.

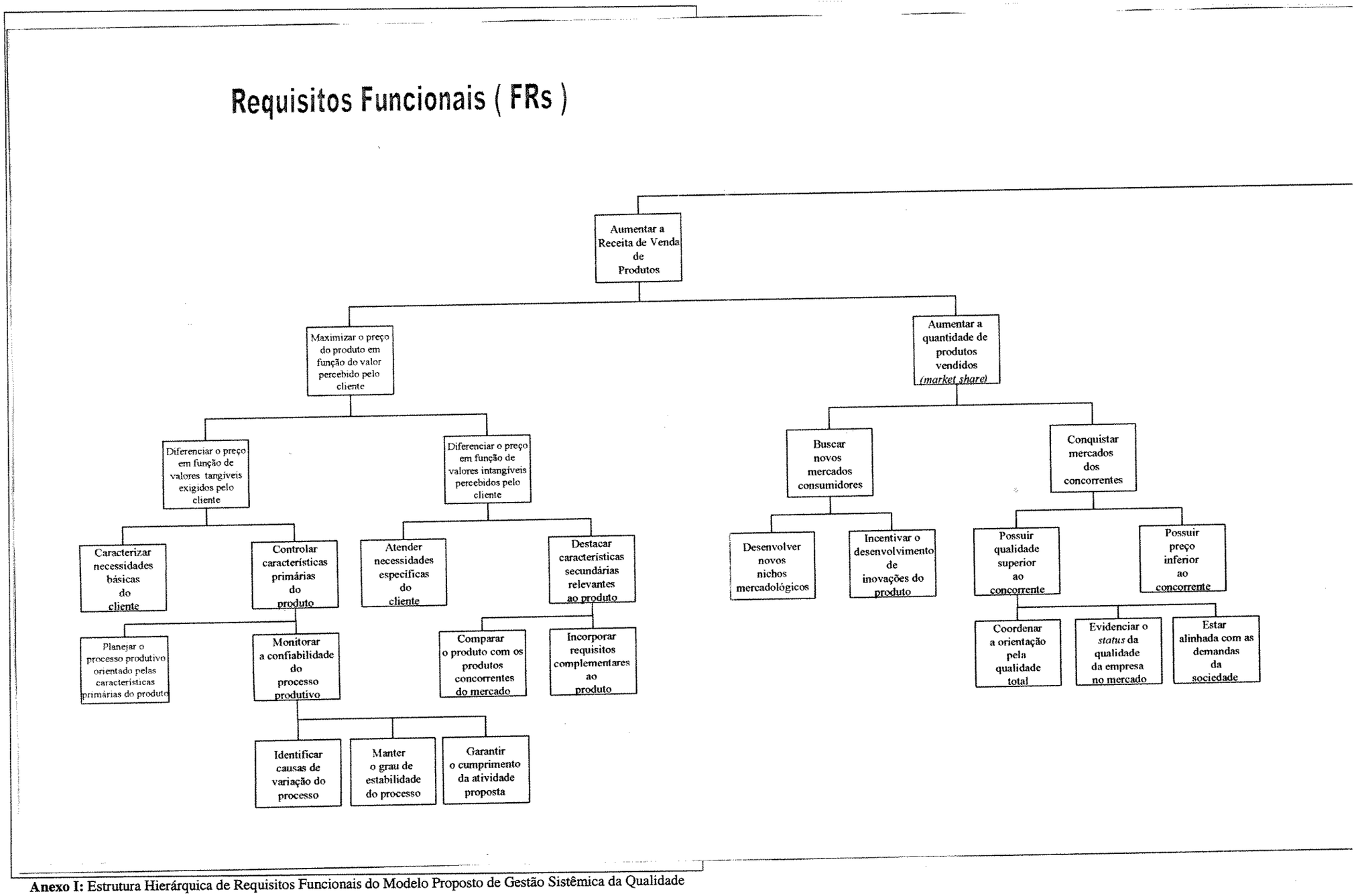
YUNG, W. K. C. The values of TQM in the revised ISO 9000 quality system. *International Journal of Operations & Production Management,* v.17, n.2, p. 221-230, 1997.

ZACCARELLI, S. B. A moderna estratégia nas empresas e o velho planejamento estratégico. *Revista de Administração de Empresas-Light,* v.2, n.5, p.21-26, 1995.

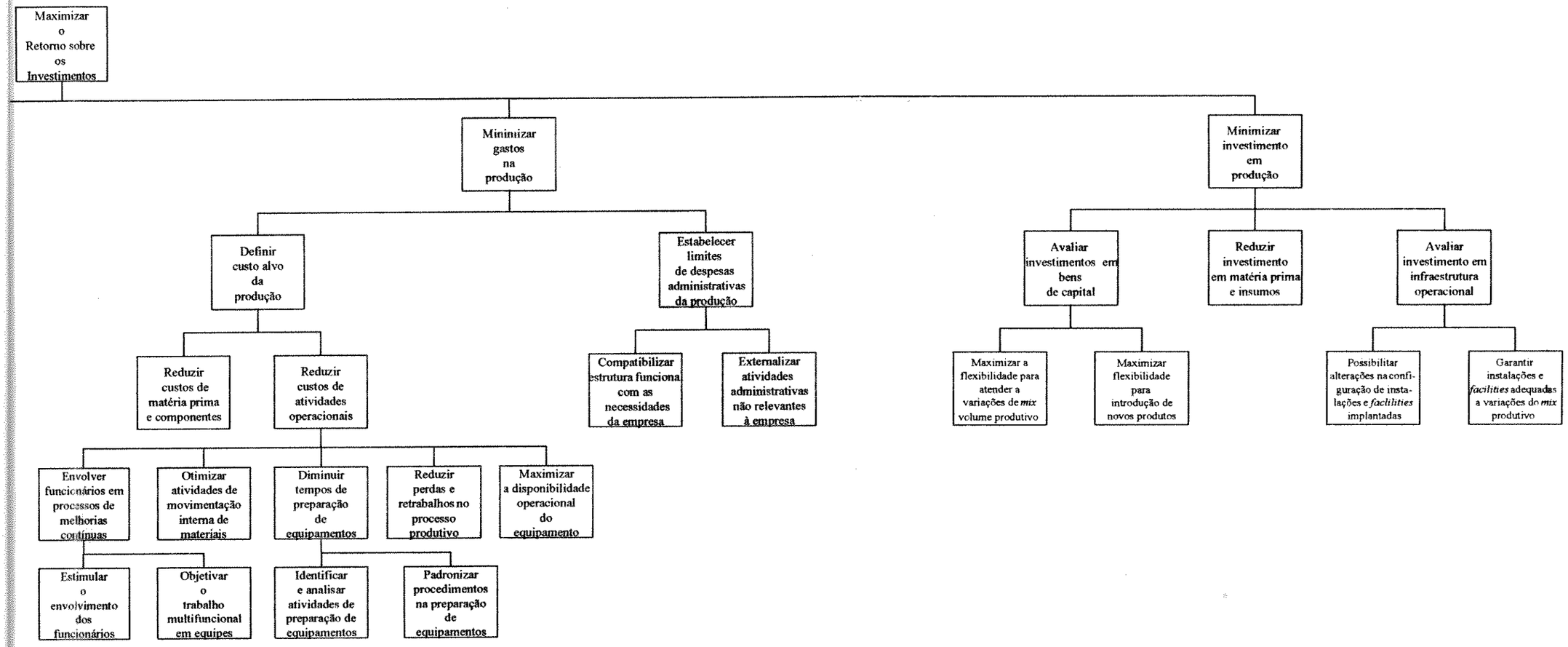
ZUCKERMAN, A. European standards officials push reform of ISO 9000 and QS 9000 registration. *Quality Progress*, p.131-134, September, 1996.

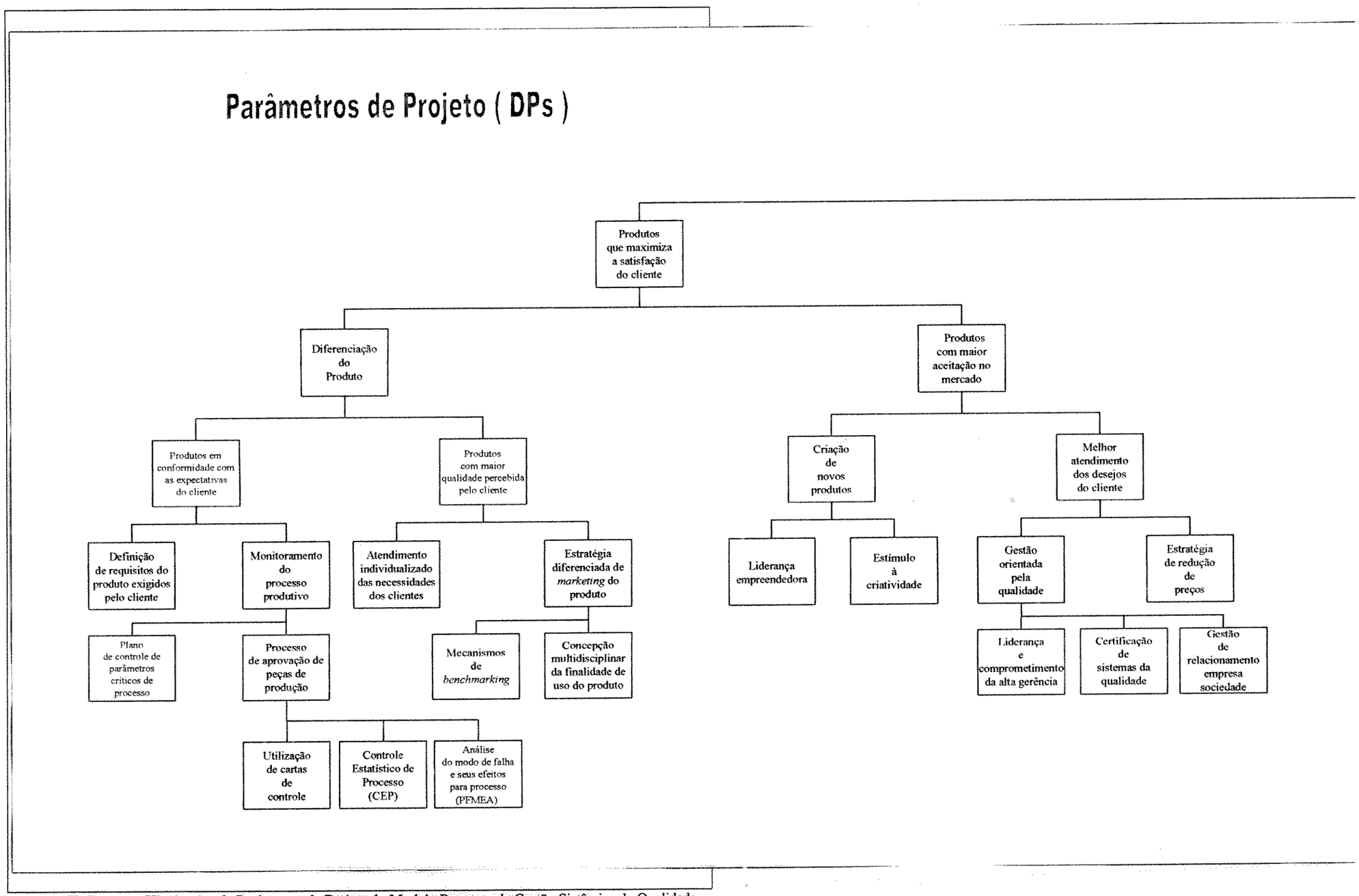
Anexos

- **Anexo I:** Estrutura Hierárquica de Requisitos Funcionais do Modelo Proposto de Gestão Sistêmica da Qualidade
- **Anexo II:** Estrutura Hierárquica de Parâmetros de Projeto do Modelo Proposto de Gestão Sistêmica da Qualidade
- **Anexo III:** Matriz de Projeto Consolidada do Modelo Proposto de Gestão Sistêmica da Qualidade
- **Anexo IV:** Diagrama de Estrutura Módulo-Junção do Modelo Proposto de Gestão Sistêmica da Qualidade
- **Anexo V:** Matriz Comparativa de Sistemas da Qualidade considerando a Norma ISO 9001 e QS9000, AVSQ 94, EAQF 94 e VDA 6.1

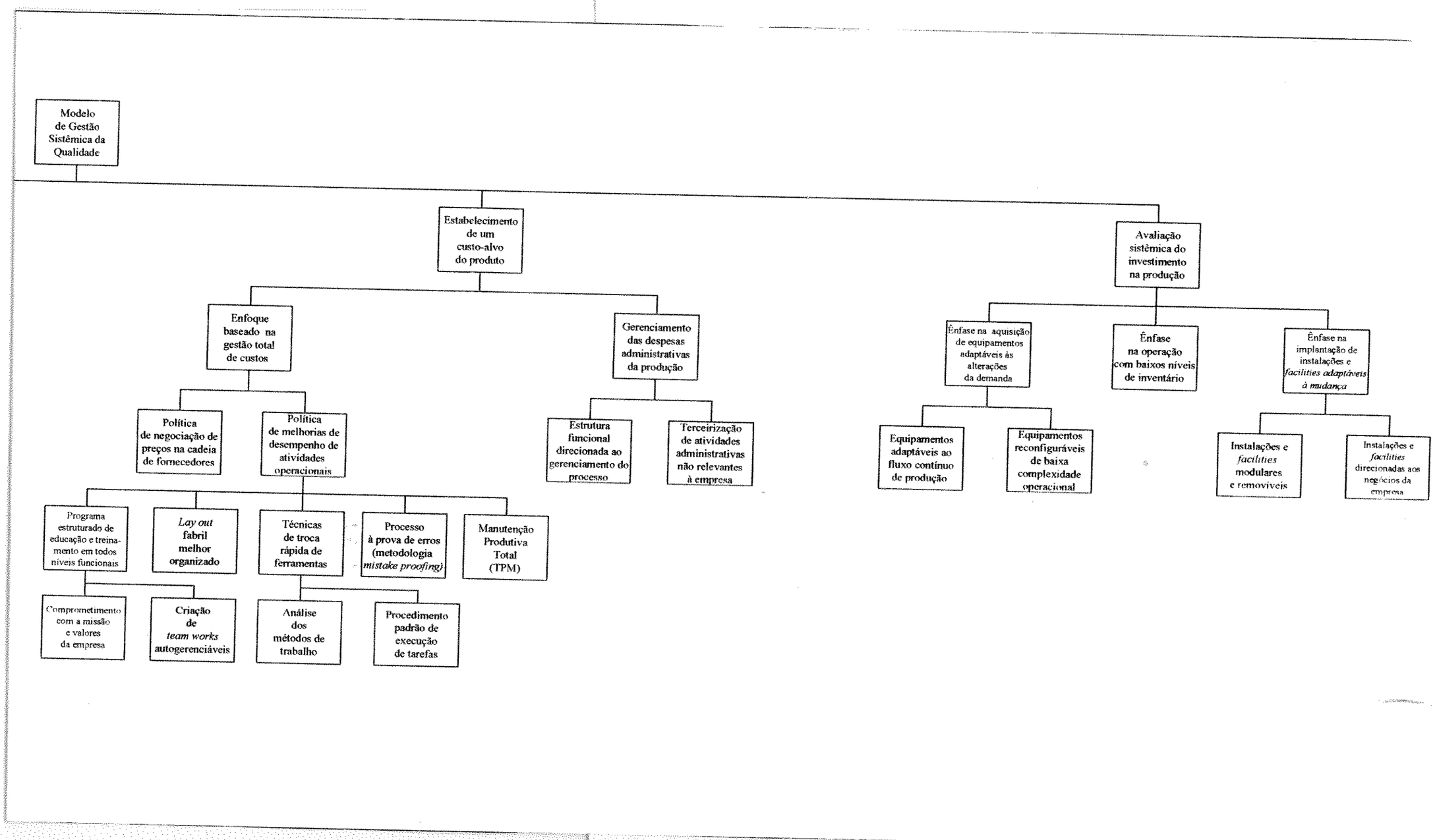


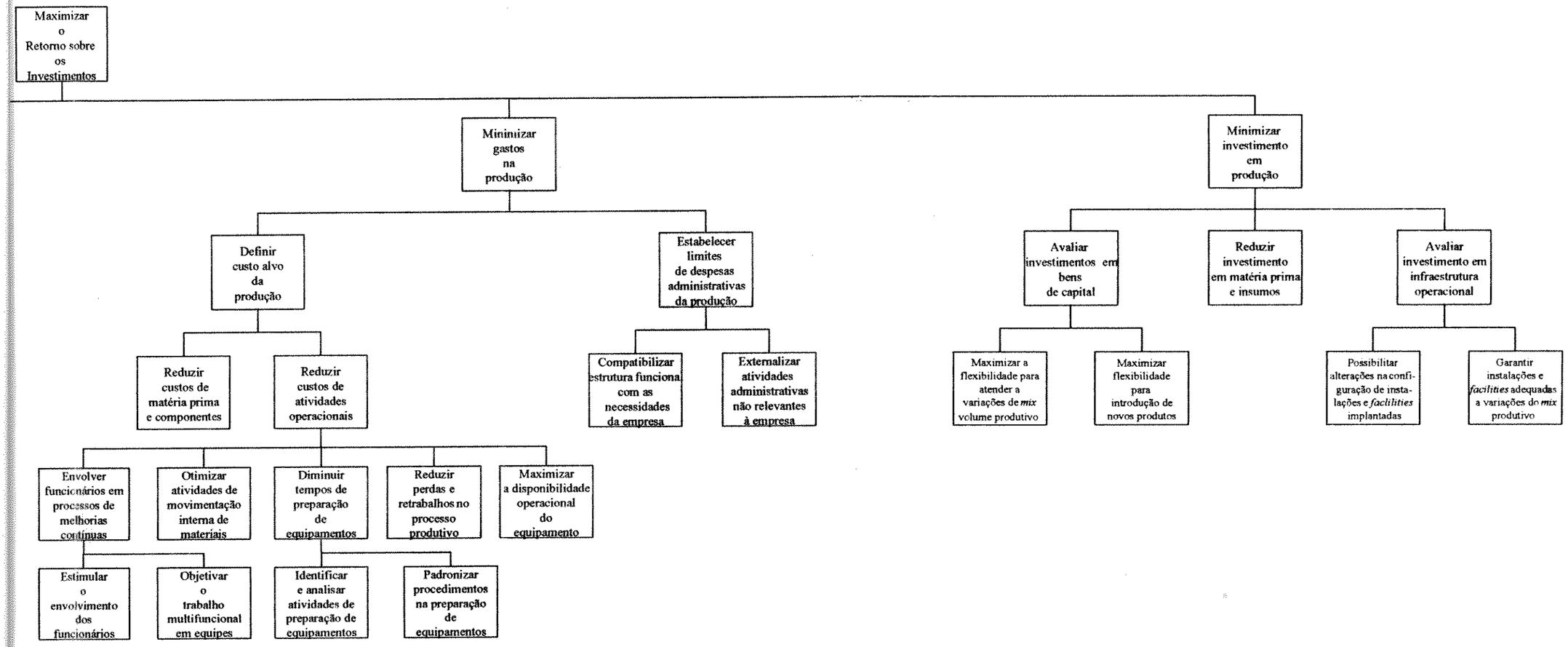
Anexo I: Estrutura Hierárquica de Requisitos Funcionais do Modelo Proposto de Gestão Sistêmica da Qualidade


Maximizar o Retorno sobre os Investimentos
Mininizar gastos na produção
Minimizar investimento em produção
Definir custo alvo da produção
Estabelecer limites de despesas administrativas da produção
Avaliar investimentos em bens de capital
Reduzir investimento em matéria prima e insumos
Avaliar investimento em infraestrutura operacional
Reduzir custos de matéria prima e componentes
Reduzir custos de atividades operacionais
Compatibilizar estrutura funciona com as necessidades da empresa
Externalizar atividades administrativas não relevantes à empresa
Maximizar a flexibilidade para atender a variações de mix volume produtivo
Maximizar flexibilidade para introdução de novos produtos
Possibilitar alterações na configuração de instalações e facilities implantadas
Garantir instalações e facilities adequadas a variações do mix produtivo
Envolver funcionários em processos de melhorias contínuas
Otimizar atividades de movimentação interna de materiais
Diminuir tempos de preparação de equipamentos
Reduzir perdas e retrabalhos no processo produtivo
Maximizar a disponibilidade operacional do equipamento
Estimular o envolvimento dos funcionários
Objetivar o trabalho multifuncional em equipes
Identificar e analisar atividades de preparação de equipamentos
Padronizar procedimentos na preparação de equipamentos



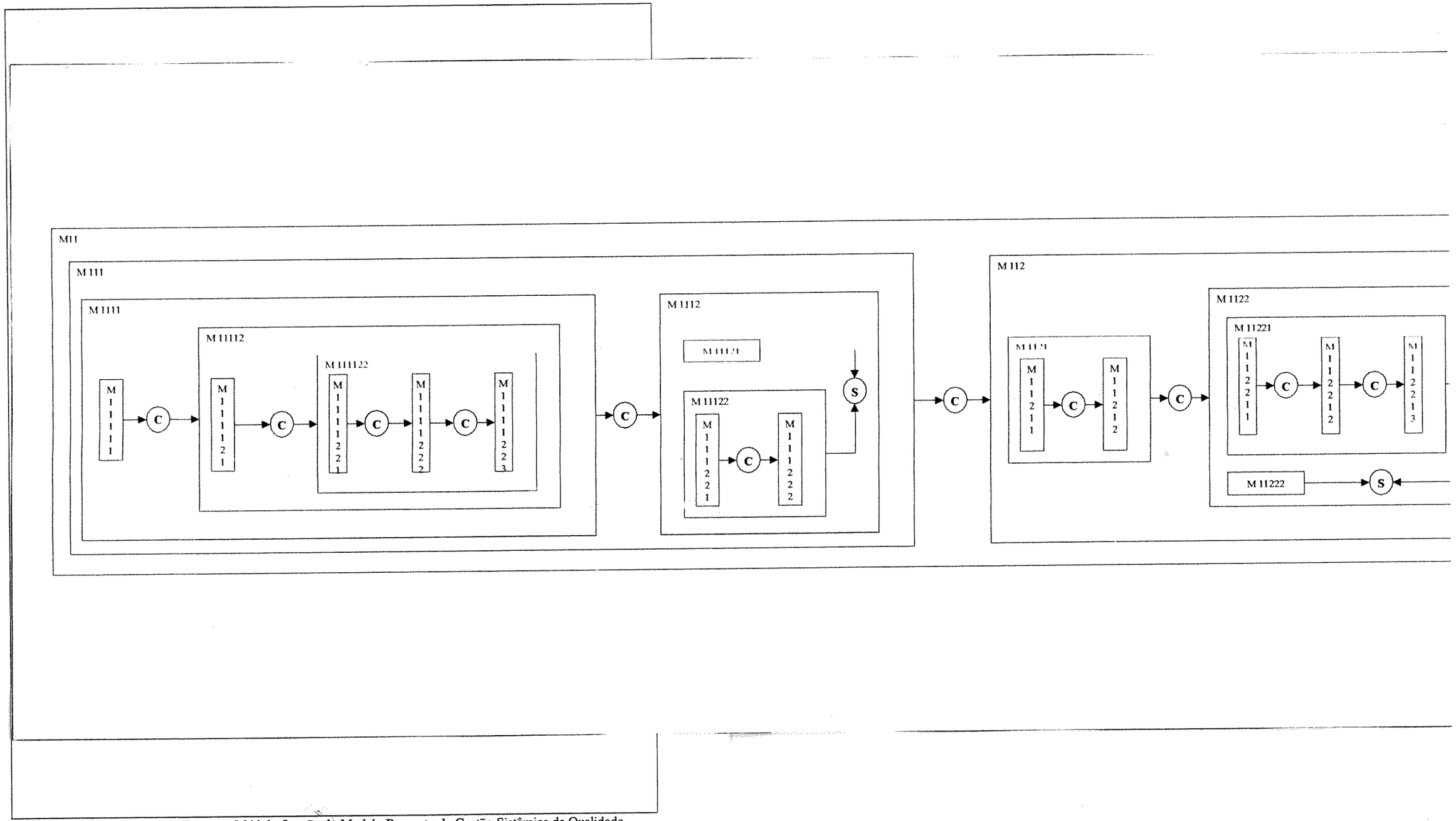
Anexo II: Estrutura Hierárquica de Parâmetros de Projeto do Modelo Proposto de Gestão Sistêmica da Qualidade


Modelo de Gestão Sistêmica da Qualidade
Estabelecimento de um custo-alvo do produto
Enfoque baseado na gestão total de custos
Política de negociação de preços na cadeia de fornecedores
Política de melhorias de desempenho de atividades operacionais
Programa estruturado de educação e treinamento em todos níveis funcionais
Comprometimento com a missão e valores da empresa
Criação de team works autogerenciáveis
Lay out fabril melhor organizado
Técnicas de troca rápida de ferramentas
Análise dos métodos de trabalho
Procedimento padrão de execução de tarefas
Processo à prova de erros (metodologia mistake proofing)
Manutenção Produtiva Total (TPM)
Gerenciamento das despesas administrativas da produção
Estrutura funcional direcionada ao gerenciamento do processo
Terceirização de atividades administrativas não relevantes à empresa
Avaliação sistêmica do investimento na produção
Ênfase na aquisição de equipamentos adaptáveis às alterações da demanda
Equipamentos adaptáveis ao fluxo contínuo de produção
Equipamentos reconfiguráveis de baixa complexidade operacional
Ênfase na operação com baixos níveis de inventário
Ênfase na implantação de instalações e facilities adaptáveis à mudança
Instalações e facilities modulares e removíveis
Instalações e facilities direcionadas aos negócios da empresa

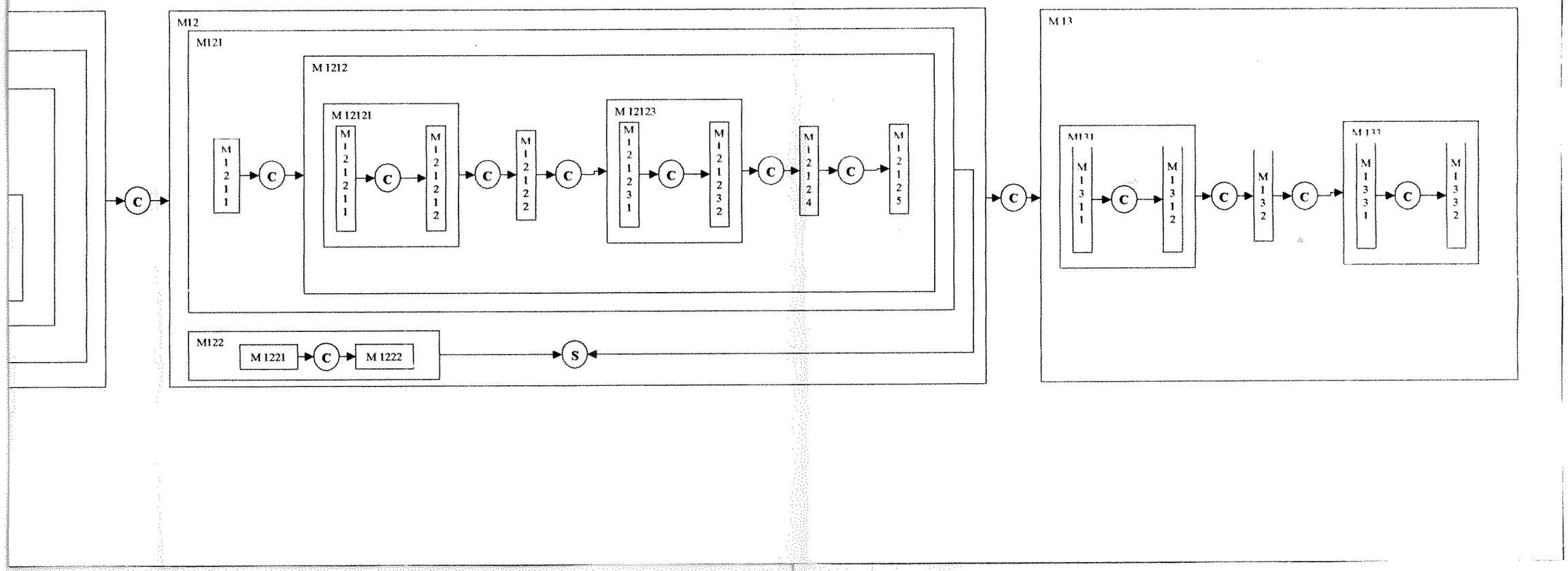

Maximizar o Retorno sobre os Investimentos
Mininizar gastos na produção
Minimizar investimento em produção
Definir custo alvo da produção
Estabelecer limites de despesas administrativas da produção
Avaliar investimentos em bens de capital
Reduzir investimento em matéria prima e insumos
Avaliar investimento em infraestrutura operacional
Reduzir custos de matéria prima e componentes
Reduzir custos de atividades operacionais
Compatibilizar estrutura funciona com as necessidades da empresa
Externalizar atividades administrativas não relevantes à empresa
Maximizar a flexibilidade para atender a variações de mix volume produtivo
Maximizar flexibilidade para introdução de novos produtos
Possibilitar alterações na configuração de instalações e facilities implantadas
Garantir instalações e facilities adequadas a variações do mix produtivo
Envolver funcionários em processos de melhorias contínuas
Otimizar atividades de movimentação interna de materiais
Diminuir tempos de preparação de equipamentos
Reduzir perdas e retrabalhos no processo produtivo
Maximizar a disponibilidade operacional do equipamento
Estimular o envolvimento dos funcionários
Objetivar o trabalho multifuncional em equipes
Identificar e analisar atividades de preparação de equipamentos
Padronizar procedimentos na preparação de equipamentos

Matriz de Projeto Consolidada do Modelo de Gestão Sistêmica da Qualidade																																			
							DP1																												
							DP11														DP12										DP13				
							DP111								DP112						DP121									DP122		DP131		DP132	DP133	
							DP1111					DP1112			DP1121		DP1122				DP1211	DP1212								DP1221	DP1222	DP1311	DP1312		DP1331	DP133
							DP11111	DP11112				DP11121	DP11122		DP11211	DP11212	DP11221			DP11222		DP12121		DP12122	DP12123		DP12124	DP12125							
								DP111121	DP111122				DP111221	DP111222			DP112211	DP112212	DP112213			DP121211	DP121212		DP121231	DP121232									
									DP1111221	DP1111222	DP1111223																								
FR1	FR11	FR111	FR1111	FR11111			X																												
				FR11112	FR111121		X	X																											
					FR111122	FR1111221	X	X	X																										
						FR1111222	X	X	X	X																									
						FR1111223	X	X	X	X	X																								
			FR1112	FR11121			X					X																							
				FR11122	FR111221		X						X																						
					FR111222		X			X		X		X																					
		FR112	FR1121	FR11211									X		X																				
				FR11212									X	X	X	X																			
			FR1122	FR11221	FR112211		X			X	X				X		X																		
					FR112212		X	X				X			X		X	X																	
					FR112213		X							X	X		X		X																
				FR11222																X															
	FR12	FR121	FR1211				X									X					X														
			FR1212	FR12121	FR121211						X				X	X	X	X	X		X	X													
					FR121212										X						X	X	X												
				FR12122																	X			X											
				FR12123	FR121231			X													X			X	X										
					FR121232			X													X			X	X	X									
				FR12124			X	X	X	X	X										X			X		X	X								
				FR12125			X	X	X	X	X										X			X		X	X	X							
		FR122	FR1221												X		X							X	X	X			X						
			FR1222												X		X		X										X	X					
	FR13	FR131	FR1311				X					X			X									X							X				
			FR1312																		X			X							X	X			
		FR132					X	X		X	X										X		X	X	X		X	X			X	X	X		
		FR133	FR1331																					X								X	X	X	
			FR1332																					X								X	X	X	X

Anexo III: Matriz de Projeto Consolidada do Modelo Proposto de Gestão Sistêmica da Qualidade



Anexo IV: Diagrama de Estrutura Módulo-Junção do Modelo Proposto de Gestão Sistêmica da Qualidade


M12
M121
M 1212
M 12121
M 12123
M13
M131
M133
M122
M 1221
C
M 1222
S

Anexo V: Matriz Comparativa de Sistemas da Qualidade considerando a Norma ISO 9001 e QS9000, AVSQ 94, EAQF 94 e VDA 6.1

MATRIZ DE COMPARAÇÃO DOS ITENS DA ISO 9001 COM OS ITENS DAS NORMAS: QS 9000 seções I e II, AVSQ'94, EAQF'94 e VDA 6 parte 1

ISO 9001	DESCRIÇÃO DOS REQUISITOS	QS 9000	AVSQ'94	EAQF'94	VDA 6.1
4.1	RESPONSABILIDADE DA DIREÇÃO	4.1	4.1	1	1
4.1.1		4.1.1	4.1.1	1.1 / 1.2 / 1.3 / 1.5	01.1 / 01.2
4.1.2		4.1.2	4.1.2		
4.1.2.1		4.1.2.1	4.1.2.1	1.6 / 1.9 / 1.11 / 1.13	02.2 / 02.3 01.3
4.1.2.2		4.1.2.2	4.1.2.2	1.7 / 1.12 / 1.14	01.4 / 04.3
4.1.2.3		4.1.2.3	4.1.2.3	1.4	01.5
4.1.3		4.1.3	4.1.3	1.8	01.6 / 05.2
		4.1.4 / 4.1.5 / 4.1.6			05.1 / 05.3 / 05.4
4.2	SISTEMA DA QUALIDADE	4.2	4.2	2	2
4.2.1		4.2.1	4.2.1	2.1	02.1
4.2.2		4.2.2	4.2.2	2.2	02.1
4.2.3		4.2.3 a	4.2.3	2.3 / 2.6	02.5 / 02.6 / 07.4 / 15.1
		4.2.3 b / 4.2.3 c 4.2.3 d / 4.2.3 e			
4.3	ANÁLISE CRÍTICA DE CONTRATO	4.3	4.3	3	7
					07.1
4.3.1		4.3.1	4.3.1	3.1 / 3.2	07.3
4.3.2		4.3.2	4.3.2	3.4 / 3.5	07.2 / 07.5 / 08.2 / 08.3
4.3.3		4.3.3	4.3.3	3.6	07.2
4.3.4		4.3.4	4.3.4	3.3	20.3
4.4	CONTROLE DE PROJETO	4.4	4.4	4	8
4.4.1		4.4.1	4.4.1	4.1	08.1 / 09.1
4.4.2		4.4.2	4.4.2	1.10 / 4.2 / 4.3 / 4.4 4.5 / 4.6 / 4.10 / 4.17	08.1 / 08.2 / 09.1
4.4.3		4.4.3	4.4.3	2.4	02.4 / 08.5 / 08.7 09.5 / 09.7
4.4.4		4.4.4	4.4.4	4.8 / 4.11 / 4.12 / 4.13 / 4.14	08.1 / 09.3
4.4.5		4.4.5	4.4.5	4.16 / 4.19	08.1 / 08.5 / 08.6 08.7 / 09.5 / 09.6 / 09.7
4.4.6		4.4.6	4.4.6	4.7	08.4 / 09.4
4.4.7		4.4.7	4.4.7	4.13 / 4.18	08.3
4.4.8		4.4.8	4.4.8	4.9 / 4.15 / 4.20	08.3 / 08.5
4.4.9		4.4.9	4.4.9	4.27	08.6
4.5	CONTROLE DE DOCUMENTOS	4.5	4.5	5	10
4.5.1		4.5.1	4.5.1	5.3	10.1
4.5.2		4.5.2	4.5.2	5.2 / 9.16	10.1 / 10.2 / 10.4 / 10.5
4.5.3		4.5.3	4.5.3	5.1	10.1 / 10.2 10.3
4.6	AQUISIÇÃO	4.6	4.6	6	11
4.6.1		4.6.1	4.6.1	6.7	11.3 / 11.4
4.6.2		4.6.2	4.6.2	6.1 / 6.10	11.2 / 11.3 / 11.4 / 11.5
4.6.3		4.6.3	4.6.3	6.2 / 6.3	11.1
4.6.4		4.6.4	4.6.4	6.4 / 6.5 / 6.6 / 6.8	11.1 / 11.5 / 11.6 / 15.3
4.7	CONTROLE DO PRODUTO FORNECIDO PELO CLIENTE	4.7	4.7	7 - 7.1	12 - 12.1 / 12.2 12.3 / 12.4
4.8	IDENTIFICAÇÃO E RASTREABILIDADE DO PRODUTO	4.8	4.8	8 - 8.2 / 8.3 / 8.2 / 8.3	13 - 06.4 / 11.7 / 13.1 / 13.2
4.9	CONTROLE DO PROCESSO	4.9	4.9	9 - 9.2 / 9.4 / 9.5 / 9.6 / 9.7 / 9.8 / 9.9 / 9.10 / 9.11 / 9.12 / 9.13 / 9.14 / 9.17 / 9.19 / 9.20 / 9.21	14 - 09.2 / 13.2 / 13.3 / 13.7 14.1 / 14.2 / 14.3 / 14.4 14.5 / 14.6 / 21.1
		4.9 b / 4.9 c / 4.9 d 4.9.1 / 4.9.2 / 4.9.3 4.9.4 / 4.9.5 / 4.9.6 4.9.7			14.7
4.10	INSPEÇÃO E ENSAIO	4.10	4.10	10	15
4.10.1		4.10.1	4.10.1	10.1 / 10.2 / 10.3	11.6 / 15.2
4.10.2		4.10.2	4.10.2	10.1	11.6 / 15.3
4.10.3		4.10.3	4.10.3	10.2	15.4
4.10.4		4.10.4	4.10.4	10.4 / 12.2	15.5
4.10.5		4.10.5	4.10.5	10.5 / 12.2	15.2 / 15.5 15.6
4.11	CONTROLE DE EQUIPAMENTOS DE INSPEÇÃO, MEDIÇÃO E ENSAIOS	4.11	4.11	11	16
4.11.1		4.11.1	4.11.1	9.3 / 11.2	16.1
4.11.2		4.11.2	4.11.2	9.15 / 11.1 / 11.3 11.4 / 11.5	13.4 / 14.6 / 16.1 / 16.2 16.3 / 16.4 16.5
		4.11.3 / 4.11.4			
4.12	SITUAÇÃO DE INSPEÇÃO E ENSAIOS	4.12	4.12	12 - 12.1	13 - 13.1 / 13.5 / 18.4
4.13	CONTROLE DE PRODUTO NÃO CONFORME	4.13	4.13	13	17
4.13.1		4.13.1	4.13.1	13.1 / 13.2 / 13.3	17.1
4.13.2		4.13.2	4.13.2	13.4 / 15.3	17.1 / 17.2 / 17.3
		4.13.3 / 4.13.4			
4.14	AÇÃO CORRETIVA E PREVENTIVA	4.14	4.14	14	18
4.14.1		4.14.1	4.14.1	14.1	18.1 / 19.4
4.14.2		4.14.2	4.14.2	14.2 / 14.3	17.4 / 18.1 / 18.3 / 18.4 / 21.3
4.14.3		4.14.3	4.14.3	14.4 / 14.5	18.2
4.15	MANUSEIO, ARMAZENAMENTO, EMBALAGEM, PRESERVAÇÃO E ENTREGA	4.15	4.15	15	19
4.15.1		4.15.1	4.15.1	15.1 / 15.2 / 15.4 / 15.5	19.1 / 19.4
4.15.2		4.15.2	4.15.2	15.1	19.1
4.15.3		4.15.3	4.15.3	15.2	19.1
4.15.4		4.15.4	4.15.4	15.4	19.2 / 19.5
4.15.5		4.15.5	4.15.5	15.4	19.3
4.15.6		4.15.6	4.15.6	9.18 / 15.5	19.3 / 19.6
4.16	CONTROLE DOS REGISTROS DA QUALIDADE	4.16	4.16	16 - 2.5 / 6.9 / 16.1 / 16.2	20 - 20.1 / 20.2 / 20.3 / 20.4
4.17	AUDITORIAS INTERNAS DA QUALIDADE	4.17	4.17	17 - 17.1 / 17.2 / 17.3	5 - 03.1 / 03.2 / 03.3 03.4
4.18	TREINAMENTO	4.18	4.18	18 - 18.1 / 18.2 / 18.3 / 18.4 18.5 18.6 / 18.7	4 - 04.1 / 04.2 / 04.3 04.4 / 04.5 04.6 / 04.7
4.19	ASSISTÊNCIA	4.19	4.19	19 - 19.1 / 19.2 / 19.3	21 - 21.5 21.2 21.4
4.20	TÉCNICAS ESTATÍSTICAS	4.20	4.20	20	22
4.20.1		4.20.1	4.20.1	20.1	22.1
4.20.2		4.20.2	4.20.2	20.2	22.2 / 22.3 / 22.4 / 22.5 / 22.6
	CONSIDERAÇÕES ECONÔMICAS SOBRE SISTEMAS DA QUALIDADE		4.14	21	6
				21.1 / 21.2	05.1 / 05.3 / 05.4
	SEGURANÇA DO PRODUTO		4.19	22	6
				22.1 / 22.2 / 22.3 / 22.4	06.1 / 06.2 / 06.3
	ESTRATÉGIAS DA EMPRESA				Z 1
					Z 1.1 / Z 1.2 / Z 1.3 / Z 1.4 Z 1.5
	PROCESSO DE APROVAÇÃO DA PRODUÇÃO DE PEÇAS	1			
		1.1 / 1.2			
	MELHORIA CONTÍNUA	2			
		2.1 / 2.2 / 2.3			
	CAPABILIDADE DE MANUFATURA	3			
		3.1 / 3.2 / 3.3 / 3.4			

Corresponde ao item da ISO 9001, acrescentando considerações específicas.

Prescrito nas normas em questão, sem correspondência com a ISO 9001.