

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**MÚLTIPLOS ESTUDOS DE CASO SOBRE A INSERÇÃO DO QFD
NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS**

IVAN ANTÔNIO FORMAGGIO

ORIENTADOR: PROF. DR. PAULO AUGUSTO CAUCHICK MIGUEL

Agência Financiadora: CNPq

SANTA BÁRBARA D'OESTE

Fevereiro, 2003

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**MÚLTIPLOS ESTUDOS DE CASO SOBRE A INSERÇÃO DO QFD
NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS**

IVAN ANTÔNIO FORMAGGIO

ORIENTADOR: PROF. DR. PAULO AUGUSTO CAUCHICK MIGUEL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

SANTA BÁRBARA D'OESTE

Fevereiro, 2003

MÚLTIPLOS ESTUDOS DE CASO SOBRE A INSERÇÃO DO QFD NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

IVAN ANTÔNIO FORMÁGGIO

Santa Bárbara D'Oeste, 25 de fevereiro de 2003, Banca Examinadora constituída pelos Professores:

Prof. Dr. Paulo Carlos Kaminski

Escola Politécnica, USP

Prof. Dr. Carlos Roberto Camello Lima

UNIMEP

Prof. Dr. Paulo Augusto Cauchick Miguel

UNIMEP

À

Minha Família

Especialmente aos meus pais, Arlindo (*in memorian*) e Yolanda, e meus irmãos Ivair (*in memorian*) e Elaine.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, acima de tudo, ao Criador, Inteligência Suprema do Universo, por me ter permitido a graça dessa oportunidade.

Ao professor Dr. Paulo Augusto Cauchick Miguel pela orientação, dedicação, incentivo e paciência concedidas ao desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor Dr. Milton Vieira Júnior pelo apoio para que eu me esforçasse para iniciar este desafio.

Ao professor Dr. Lin Cheng pelo esclarecimento de certas dúvidas surgidas durante o trabalho e também pelos artigos cedidos.

Ao meu amigo José Carnevalli, pelo apoio e esclarecimento de certas dúvidas durante o trabalho e também pelo material cedido.

Às empresas que participaram dos estudos de caso.

À Secretaria da Pós-Graduação da FEMP, pelo apoio, e principalmente, pela amizade demonstrada pelas secretárias e bolsistas, Marta, Flávia e Daniele.

À Biblioteca do campus Santa Bárbara pela acolhida e paciência, quanto a pesquisa de material.

Ao CNPq – Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico, pela concessão da bolsa de estudos.

Viver, eterno aprender, evoluir, crescer, frutificar. Por aqueles que acreditaram na minha capacidade, em especial os meus pais, a vocês eu dedico esse trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	X
ABSTRACT	xi
LISTA DE SIGLAS	xii
LISTA DE FIGURAS	xiv
LISTA DE TABELAS	xvi
Capítulo 1. INTRODUÇÃO	1
1.1. MOTIVAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.....	2
1.2. OBJETIVOS DO TRABALHO.....	3
CAPÍTULO 2. METODOLOGIA DA PESQUISA	4
2.1. ESTUDO DE CASO	4
2.1.1. DOCUMENTAÇÃO	7
2.1.2. OBSERVAÇÃO.....	8
2.1.3. ENTREVISTA.....	8
2.1.4. QUESTIONÁRIO.....	9
2.2. CRONOGRAMA DOS ESTUDOS DE CASO.....	10
2.2.1. ELABORAÇÃO DO ROTEIRO.....	10
2.3. ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO.....	14
CAPÍTULO 3. REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1. IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO	17
3.2. MODELOS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS	21
3.2.1. DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO ATRAVÉS DO <i>STAGE GATE SYSTEM</i>	24
3.2.1.1. GERAÇÃO DE IDÉIAS	26
3.2.1.2. INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR – ESTÁGIO 1	27
3.2.1.3. INVESTIGAÇÃO DETALHADA – ESTÁGIO 2	30
3.2.1.4. DESENVOLVIMENTO – ESTÁGIO 3	32
3.2.1.5. VALIDAÇÃO E TESTE – ESTÁGIO 4.....	33
3.2.1.6. LANÇAMENTO NO MERCADO – ESTÁGIO 5	36
3.2.2. ESTRUTURA DE DESENVOLVIMENTO DO FUNIL.....	36
3.2.2.1. DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO – ESTÁGIO 1	38
3.2.2.2. PLANEJAMENTO DO PRODUTO – ESTÁGIO 2.....	38
3.2.2.3. ENGENHARIA PRODUTO/PROCESSO – ESTÁGIO 3	39
3.2.2.4. PRODUÇÃO PILOTO/ <i>RAMP-UP</i> – ESTÁGIO 4	39

3.2.2.5.	APRESENTAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO POR MEIO DO FUNIL....	40
3.2.3.	SISTEMA APQP – PLANEJAMENTO AVANÇADO DA QUALIDADE DO PRODUTO.	45
3.2.3.1.	PLANEJAMENTO E DEFINIÇÃO DO PROGRAMA.....	47
3.2.3.2.	PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO.....	48
3.2.3.3.	PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO.....	48
3.2.3.4.	VALIDAÇÃO DO PRODUTO E DO PROCESSO	48
3.2.1.5.	RETROALIMENTAÇÃO, AVALIAÇÃO E AÇÃO CORRETIVA	49
3.3.	DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE - QFD	49
3.3.1.	CASOS DE APLICAÇÃO DE QFD	60

CAPÍTULO 4. PROPOSTA DE INSERÇÃO DAS ATIVIDADES DO QFD NO STAGE GATE SYSTEM.... 66

4.1.	METAS DO PRODUTO.....	68
4.2.	IDENTIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES.....	69
4.3.	ESTABELECIMENTO DO CONCEITO DO PRODUTO	71
4.4.	ESTABELECIMENTO DO PROJETO DO PRODUTO.....	72
4.5.	ESTABELECIMENTO DO PROCESSO DO PRODUTO	73

CAPÍTULO 5. ESTUDOS DE CASO76

5.1.	ESTUDO DE CASO nº 1 – EMPRESA A	78
5.1.1.	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	78
5.1.2.	MODELO DE DESENVOLVIMENTO.....	78
5.1.2.1.	DESCRIÇÃO DO MODELO.....	81
5.1.3.	QFD NA EMPRESA.....	82
5.1.3.1.	EXIGÊNCIAS PARA IMPLANTAÇÃO DO QFD	84
5.1.3.2.	APLICAÇÃO DO QFD NA EMPRESA.....	84
5.1.3.3.	VANTAGENS DA APLICAÇÃO DO QFD.....	86
5.1.4.	INSERÇÃO DO QFD NO MODELO DE DESENVOLVIMENTO	87
5.2.	ESTUDO DE CASO nº 2 – EMPRESA B	88
5.2.1.	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	88
5.2.2.	MODELO DE DESENVOLVIMENTO.....	89
5.2.3.	QFD NA EMPRESA.....	90
5.2.3.1.	EXIGÊNCIAS PARA IMPLANTAÇÃO DO QFD	91
5.2.3.2.	APLICAÇÃO DO QFD NA EMPRESA.....	91
5.2.3.3.	VANTAGENS DA APLICAÇÃO DO QFD.....	94
5.2.4.	INSERÇÃO DO QFD NO MODELO DE DESENVOLVIMENTO	95
5.3.	ESTUDO DE CASO nº 3 – EMPRESA C	97
5.3.1.	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	97
5.3.2.	MODELO DE DESENVOLVIMENTO.....	97
5.3.2.1.	DESCRIÇÃO DO MODELO.....	98
5.3.3.	QFD NA EMPRESA.....	99
5.3.3.1.	EXIGÊNCIAS PARA IMPLANTAÇÃO DO QFD	101
5.3.3.2.	APLICAÇÃO DO QFD NA EMPRESA.....	101
5.3.3.3.	VANTAGENS DA APLICAÇÃO DO QFD.....	102
5.3.4.	INSERÇÃO DO QFD NO MODELO DE DESENVOLVIMENTO	103
5.4.	ESTUDO DE CASO nº 4 – EMPRESA D	105

5.4.1.	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	105
5.4.2.	MODELO DE DESENVOLVIMENTO.....	105
5.4.3.	QFD NA EMPRESA.....	107
5.4.3.1.	EXIGÊNCIAS PARA IMPLANTAÇÃO DO QFD	107
5.4.3.2.	APLICAÇÃO DO QFD NA EMPRESA.....	108
5.4.3.3.	VANTAGENS DA APLICAÇÃO DO QFD.....	109
5.4.4.	INSERÇÃO DO QFD NO MODELO DE DESENVOLVIMENTO	109
5.5.	ESTUDO DE CASO nº 5 – EMPRESA E	111
5.5.1.	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	111
5.5.2.	MODELO DE DESENVOLVIMENTO.....	111
5.5.3.	QFD NA EMPRESA.....	112
5.5.3.1.	EXIGÊNCIAS PARA IMPLANTAÇÃO DO QFD	113
5.5.3.2.	APLICAÇÃO DO QFD NA EMPRESA.....	114
5.5.3.3.	VANTAGENS DA APLICAÇÃO DO QFD.....	115
5.5.4.	INSERÇÃO DO QFD NO MODELO DE DESENVOLVIMENTO	116
5.6.	DIFICULDADES ENCONTRADAS NOS ESTUDOS DE CASO.....	117
5.7.	COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS ENCONTRADOS NOS ESTUDOS DE CASO.....	118
5.8.	DISCUSSÃO DOS CASOS	119
CAPÍTULO 6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....		121
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		125

FORMAGGIO, Ivan Antônio. ***Múltiplos Estudos de Caso Sobre a Inserção do QFD no Processo de Desenvolvimento de Produtos***. 2003. 132p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste.

RESUMO

A grande preocupação das empresas que desenvolvem produtos é conseguir colocar no mercado produtos que possibilitem atender as necessidades dos clientes e também atingir os lucros esperados. Atualmente, dentre as práticas de desenvolvimento que vêm sendo adotadas como estruturas para guiar o processo de desenvolvimento, estão o *Stage Gate System*, o processo do Funil e o APQP (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto). Um modelo estruturado permite às empresas maior segurança, controle e rapidez nas atividades exigidas durante o processo de desenvolvimento de um produto, procurando disponibilizar, no momento certo, o melhor produto. Entretanto, outros métodos e ferramentas são necessários para completá-lo, de forma que possam auxiliar eficientemente a conduta de cada uma das atividades que fazem parte dos estágios do processo de desenvolvimento. O Desdobramento da Função Qualidade (QFD), que vem sendo utilizado por diferentes tipos de empresas, tem sido um dos métodos inserido durante este processo, com o propósito de dar maior eficiência ao desenvolvimento de produtos, de acordo com as necessidades e desejos dos clientes. Devido ao QFD possuir esse propósito, o objetivo desse trabalho é compreender, através de múltiplos estudos de caso, como o QFD é inserido ao longo do processo de desenvolvimento, ou seja, da idealização até o lançamento do produto no mercado. Assim, será possível verificar se as empresas têm utilizado o QFD parcialmente, em algum momento no processo de desenvolvimento ou integralmente, robustecendo todo o processo.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento de Produto, Desdobramento da Função Qualidade, QFD, Planejamento da Qualidade, *Stage Gate*.

FORMAGGIO, Ivan Antônio. ***Multiple Case Study on the QFD role in Process of Product Development.*** 2003. 132p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste.

ABSTRACT

A great concern of the companies that develop products is to present to the market products that facilitate to fulfil the customers' needs as well as to achieve the expected profits. Currently, among the development practices that have been adopted as structures to guide the development process, there are the Stage Gate System, the process of the Funnel and the APQP (Advanced Product Quality Planning). A structured model allows the companies to have more assurance, control and velocity in the activities demanded during the process of product development, seeking for having the best product in the right moment. However, other methods and tools are necessary to complete the process, so that they can support activity within the stages of the development process. Quality Function Deployment (QFD), which is being used by different types of companies, has been one of the methods present in this process. One of its purposes is to offer better efficiency to the development of products in agreement with the customers' needs and desires. The objective of this work is to understand how QFD is applied along the development process, through a multiple case study. Thus, it will be possible to verify if the companies have used QFD partially, in some moment in the development process or throughfully, strengthening the whole development process.

KEYWORDS: *Product Development, Quality Function Deployment, QFD, Quality Plannig, Stage Gate.*

LISTA DE SIGLAS

APQP	<i>Advanced Product Quality Planning</i> – Planejamento Avançado da Qualidade do Produto
BOPP	<i>Bi Oriented Polypropilene</i> – Polipropileno Biaxialmente Orientado (Filmes Flexíveis)
CAD	<i>Computer Aided Design</i> – Projeto Auxiliado por Computador
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i> - Manufatura Auxiliada por Computador
CCQ	Círculos de Controle de Qualidade
CIM	<i>Computer Integrated Manufacturing</i> – Manufatura Integrada por Computador
DFMA	<i>Design for Manufacturing and Assembly</i> – Projeto para Fabricação e Montagem
DOE	<i>Design of Experiments</i> – Delineamento/Planejamento de Projeto de Experimentos
ECM	<i>Engineering Change Management</i> – Gerenciamento de Mudanças de Engenharia
FCO	Fundação Christiano Ottoni
FMEA	<i>Failure Mode And Effects Analysis</i> – Análise do Modo de Falha e seus Efeitos
FTA	<i>Fault Tree Analysis</i> – Árvore de Análise de Falhas
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i> – Planejamento-Execução-Verificação-Ação Corretiva
PPAP	<i>Production Parts Approval Process</i> – Processo de Aprovação de Peças de Produção
PTP	Padrão Técnico de Processo
QD	<i>Quality Deployment</i> – Desdobramento da Qualidade

QFD	<i>Quality Function Deployment</i> – Desdobramento da Função Qualidade
QFDr	<i>Narrowly Defined Quality Function Deployment</i> – Desdobramento da Função Qualidade no Sentido Restrito
QS	<i>Quality System Requirements</i>
R&D	<i>Research and Development</i>
RWTÜV	<i>Rheinisch Westfälischer Technischer Überwachungs Verein</i>
TQC	<i>Total Quality Control</i> – Controle da Qualidade Total

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 – MÉTODO DE ESTUDO DE CASO MÚLTIPLOS	7
FIGURA 3.1 – ESTRUTURA DO <i>STAGE GATE SYSTEM</i>	26
FIGURA 3.2 – ESTÁGIOS E FASES DE DESENVOLVIMENTO.....	37
FIGURA 3.3 – FUNIL IDEAL TEÓRICO.....	42
FIGURA 3.4 – MODELO 1 – FUNIL DIRIGIDO PELO P&D	42
FIGURA 3.5 – MODELO 2 – OVOS EM UMA CESTA.....	43
FIGURA 3.6 – MODELO 3 – MODELO PRÁTICO IDEAL	44
FIGURA 3.7 – PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DO APQP	47
FIGURA 3.8 – UNIDADES BÁSICAS DE TRABALHO DO QD	51
FIGURA 3.9 – MATRIZ DA QUALIDADE	57
FIGURA 3.10 – QFD DAS QUATRO FASES.....	58
FIGURA 3.11 – DESDOBRAMENTO DA QUALIDADE:TECNOLOGIA, CUSTO E CONFIABILIDADE..	59
FIGURA 3.12 – MODELO CONCEITUAL DO MACARRÃO INSTANTÂNEO.....	60
FIGURA 3.13 – MODELO CONCEITUAL DO PROJETO PILOTO	61
FIGURA 3.14 – MATRIZ DA QUALIDADE E CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE – VEÍCULOS DE 12T E 14T	63
FIGURA 3.15 – MATRIZ DA QUALIDADE	65
FIGURA 4.1 – ESTÁGIOS DO <i>STAGE GATE SYSTEM</i>	67
FIGURA 4.2 – FASES DO QFD	68
FIGURA 4.3 – DISTRIBUIÇÃO DAS METAS DO PRODUTO NO ESTÁGIO 1 DO <i>STAGE GATE SYSTEM</i>	69
FIGURA 4.4 – DISTRIBUIÇÃO DA IDENTIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES NO ESTÁGIO 2 DO <i>STAGE GATE SYSTEM</i>	70
FIGURA 4.5 – CONCEITO DO PRODUTO DO PONTO DE VISTA DO CLIENTE	71
FIGURA 4.6 – DISTRIBUIÇÃO DO CONCEITO DO PRODUTO NO ESTÁGIO 2 DO <i>STAGE GATE</i> ...	72
FIGURA 4.7 – DISTRIBUIÇÃO DO PROJETO DO PRODUTO NO ESTÁGIO 2 E 3 DO <i>STAGE GATE</i>	73
FIGURA 4.8 – DISTRIBUIÇÃO DO PROCESSO DO PRODUTO NO ESTÁGIO E DO <i>STAGE GATE</i> ..	74
FIGURA 4.9 – MODELO CONCEITUAL	74
FIGURA 4.10 – FASES DO QFD INSERIDO NO <i>STAGE GATE SYSTEM</i>	75
FIGURA 5.1 – MODELO DE DESENVOLVIMENTO REGRESSIVO.....	81
FIGURA 5.2 – MATRIZ PRINCIPAL	87
FIGURA 5.3 – INSERÇÃO DO QFD NO MODELO DE DESENVOLVIMENTO DA EMPRESA	87

FIGURA 5.4 – MODELO DE DESENVOLVIMENTO DA EMPRESA	90
FIGURA 5.5 – QUALIDADE PLANEJADA DA EMPRESA.....	92
FIGURA 5.6 – QUALIDADE PROJETADA DA EMPRESA	93
FIGURA 5.7 – MODELO CONCEITUAL DA EMPRESA	94
FIGURA 5.8 – EXEMPLO: PADRÃO TÉCNICO DE PROCESSO.....	96
FIGURA 5.9 – INSERÇÃO DO QFD NO MODELO DE DESENVOLVIMENTO DA EMPRESA	96
FIGURA 5.10 – MODELO DE DESENVOLVIMENTO DA EMPRESA	99
FIGURA 5.11 – MATRIZ PRINCIPAL DA EMPRESA	102
FIGURA 5.12 – INSERÇÃO DO QFD NO MODELO DE DESENVOLVIMENTO DA EMPRESA....	104
FIGURA 5.13 – MODELO DE DESENVOLVIMENTO DA EMPRESA	106
FIGURA 5.14 – MODELO CONCEITUAL DO PROJETO PILOTO	108
FIGURA 5.15 – INSERÇÃO DO QFD NO MODELO DE DESENVOLVIMENTO DA EMPRESA....	110
FIGURA 5.16 – MODELO DE DESENVOLVIMENTO DA EMPRESA	112
FIGURA 5.17 – INSERÇÃO DO QFD NO MODELO DE DESENVOLVIMENTO DA EMPRESA....	117

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 – EXEMPLOS DE ESTUDOS DE CASO	5
TABELA 2.2 – CRONOGRAMA DAS ETAPAS DOS ESTUDOS DE CASO	11
TABELA 2.3 – DADOS DAS ENTREVISTAS	13
TABELA 3.1 – ESTÁGIOS DO PDP.....	22
TABELA 5.1 – COMPARAÇÃO ENTRE CADA CASO INVESTIGADO.....	120

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a grande preocupação das companhias que desenvolvem produtos é conseguir colocar no mercado produtos que possibilitem atender as necessidades dos clientes e também atingir os lucros esperados. Assim, empresas e pesquisadores têm despendido considerável esforço para determinar quais são as melhores formas de desenvolvimento e quais são os requisitos verdadeiros para que produtos atinjam o sucesso esperado.

Para DIMANCESCU & DWENGER (1997), pesquisas mostraram que, na década passada, grande parte dos produtos lançados no mercado dos países industrializados fracassaram. Para esses autores, a realidade mostra que, entre centenas de milhares de produtos que surgem a cada ano, menos da metade sobrevive o suficiente para se transformar em sucesso comercial. Para *Group EFO*⁴, em uma pesquisa investigativa realizada em 1995, foi concluído que de, cada 100 idéias de produtos, somente quatro obtiveram o sucesso esperado, ou seja, uma taxa de 1 sucesso para cada 25 idéias surgidas (GRIFFIN, 1997).

Quando uma empresa necessita colocar um novo produto no mercado, as práticas de desenvolvimento têm tido um peso fundamental na condução eficiente das atividades que envolvem um produto. Desta forma, na busca da melhoria das práticas de desenvolvimento de produto, novos métodos e ferramentas têm sido desenvolvidos por acadêmicos e praticantes, e por algumas empresas, que têm trazido ganhos para aqueles que investem nessas novidades (GRIFFIN, 1997).

Atualmente, dentre as práticas de desenvolvimento, que vêm sendo adotadas para guiar o processo de desenvolvimento, estão o *Stage Gate System* (COOPER, 1993), o Processo do Funil (CLARK & WHEELWRIGHT, 1993) e o APQP (1997). Essas práticas buscam investigar as necessidades dos produtos durante todo o processo de desenvolvimento, estruturando este processo através de diversos estágios, geralmente denominados conceituação, desenvolvimento, testes e lançamento no mercado.

⁴ *Group EFO. 1995 Innovation Survey: Report on New Products, Group EFO Limited: Weston, CT (1995).*

Esses modelos adotados pelas empresas permitem maior segurança, controle e rapidez nas atividades que são exigidas durante o processo de desenvolvimento de um produto, procurando disponibilizar, no momento certo, o melhor produto, tendo em vista as necessidades dos clientes e os objetivos de ganhos da empresa. Quando uma empresa adota um modelo estruturado para desenvolver produtos, este necessitará que outros métodos e ferramentas venham a completá-lo, de forma que auxiliem eficientemente na condução de cada uma das atividades que fazem parte dos estágios no processo de desenvolvimento.

Um dos métodos que as empresas têm buscado como forma de interagir com o processo de desenvolvimento é o QFD (*Quality Function Deployment* - Desdobramento da Função Qualidade). O QFD é um método que busca auxiliar no desenvolvimento do produto de acordo com as necessidades dos clientes. GRIFFIN (1997) cita que a “satisfação dos clientes” tem sido incluída como exigência de atendimento para as empresas durante o processo de desenvolvimento, na busca do produto notável.

Segundo AKAO (1997), o QFD surgiu no Japão, no final da década de 60, e hoje está presente em vários países, entre eles o Brasil, no qual foi introduzido em 1989. Para este mesmo autor, as empresas têm buscado por meio do QFD os seguintes propósitos: definir o conceito e planejar a qualidade na fase do projeto, analisar os concorrentes de mercado, obter informações de mercado potenciais e melhorar a comunicação dos departamentos envolvidos no desenvolvimento. Para CHENG *et al.* (1995), o QFD também busca estabelecer a qualidade no projeto com base nas exigências feitas pelos clientes, ou seja, busca a “satisfação dos clientes” no processo de desenvolvimento de produtos.

A existência de uma metodologia que considere o cliente como uma parte de importância fundamental no processo de desenvolvimento de produtos, deve ser vista como de extrema valia nos dias atuais, já que, as mudanças de mercado, concorrência envolvida e disponibilidade de recursos podem restringir o sucesso de um produto.

1.1 Motivação para o Desenvolvimento do Trabalho

Para uma empresa, é importante a utilização de um processo estruturado de desenvolvimento de produto. Também é de muita utilidade a aplicação de métodos eficazes durante este processo, como o QFD, que valoriza as necessidades e desejos

dos clientes nesse processo e busca transformá-los em especificações de produtos. No entanto, a interação do QFD no processo de desenvolvimento ainda não se encontra plenamente definida. Desta forma, houve o interesse de investigar, na prática, como ocorre essa relação.

Assim, espera-se que os resultados obtidos ao final desse trabalho auxiliem de alguma forma as empresas e pesquisadores a aprofundar mais o tema em questão.

1.2 Objetivos do Trabalho

Devido à importância do processo estruturado de desenvolvimento de produtos e do QFD, o objetivo geral dessa dissertação é compreender melhor como o QFD deve ser inserido ao longo de um processo estruturado de desenvolvimento de produtos.

Por se tratar de um objetivo amplo, torna-se necessário destacar alguns aspectos mais específicos a serem investigados, tais como: os estágios do processo de desenvolvimento em que o QFD é utilizado, a intensidade com que o QFD é aplicado ao longo desse processo, tais como: o número de matrizes do QFD desenvolvidas e como são distribuídas ao longo do processo de desenvolvimento (em quais estágios); verificar se as empresas têm desenvolvido todos os desdobramentos (qualidade, tecnologia, custos e confiabilidade); verificar se o QFD amplo, que é formado pelo QD e também pelo QFD_r estão sendo utilizados. Além disso, investigar também quanto o nível de conhecimento sobre o QFD influencia em sua aplicação no processo de desenvolvimento.

Assim, investigando-se esses aspectos, por meio da realização de múltiplos estudos de caso (cuja metodologia é apresentada no capítulo seguinte), será possível verificar se as empresas têm utilizado o QFD parcialmente, em algum momento do processo de desenvolvimento ou integralmente, como um método para robustecer este processo, propiciando maior rapidez e segurança no desenvolvimento de produtos.

CAPÍTULO 2. METODOLOGIA DA PESQUISA

O objetivo deste capítulo é descrever a metodologia empregada para a condução das atividades de pesquisa e também procurar fazer uma descrição de cada fase do processo de investigação, bem como a condução das entrevistas para obter dados e informações para a construção dos estudos de caso. A fundamentação teórica do trabalho, como também o referencial necessário relativo ao processo de desenvolvimento de produtos e o método do QFD, são apresentados no Capítulo 3.

2.1 ESTUDO DE CASO

Os estudos de caso têm por objetivo pesquisar eventos que ainda são desconhecidos ou que necessitam de uma melhor compreensão de suas variáveis. Para YIN (2001), os estudos de caso representam a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo “como” e “por que”, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos inseridos em algum contexto da vida real. O estudo de caso é útil também nas investigações exploratórias onde as variáveis ainda são desconhecidas e os fenômenos não são totalmente entendidos (VOSS *et al.*, 2002). Esses autores complementam que os estudos de caso podem ainda ser úteis para propostas de construção de teorias, testes de teorias e refinamento/complemento destas. Este trabalho utiliza o conceito de múltiplos estudos de caso, segundo YIN (2001), dentro do âmbito de uma investigação exploratória.

Para MARCONI & LAKATOS (1996), as pesquisas exploratórias são úteis quando o objetivo é a formulação de questões que podem ter tripla finalidade, tais como: desenvolver hipóteses; aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno; para a realização de uma pesquisa futura mais precisa ou modificar e clarear conceitos. Para VOSS *et al.* (2002), as investigações exploratórias são importantes nos estágios iniciais de programas para investigar novas idéias e questões. Assim, muitas pesquisas são iniciadas com um ou mais casos para gerar uma lista de questões que serão investigadas no decorrer dos estudos.

Pelo fato desta pesquisa buscar evidências práticas que possibilitem compreender a inserção do QFD ao longo do processo de desenvolvimento de produtos, os estudos de caso se enquadram muito bem como técnica de pesquisa indicada para tornar possível verificar essa inserção. Entretanto, os estudos de caso deverão ter o caráter exploratório, já que o objetivo maior é possibilitar uma familiarização inicial de como ocorre realmente, na prática, essa interação.

VOSS *et al.* (2002) confirmam a utilização dos estudos de caso nesse tipo de investigação, salientando que os estudos de caso podem ser usados no campo da gestão de operações como excelentes meios para estudar práticas emergentes. Alguns exemplos podem ser citados, tais como, o estudo de produtos, envolvimento de clientes e informações para a qualidade. A Tabela 2.1 resume alguns dos recentes artigos no campo da gestão de operações usando estudos de caso.

TABELA 2.1: EXEMPLOS DE ESTUDOS DE CASO
FONTE: ADAPTADA DE VOSS et al. (2002, p. 200)

AUTORES	QUESTÕES INVESTIGATIVAS	No. CASOS	PROPOSTA
Lamming et al. (2000)	Como diferentes tipos de redes de fornecedores são criados e suas operações?	16	construção da teoria
McLachlin (1997)	Quais iniciativas gerenciais são necessárias para a implementação do JIT (just-in-time)?	6	construção da teoria
Meredith e Vineyard (1993)	Como entender melhor o papel da tecnologia da manufatura na estratégia de negócio da empresa.	3	refinamento da teoria

Sem dúvida, os estudos de caso assumem um papel muito importante como técnica de investigação de pesquisa. Entretanto, para YIN (2001), alguns pesquisadores demonstram certo desprezo por esta técnica, já que consideram que existe uma preocupação relacionada com a falta de rigor dirigida pelo pesquisador, levando-o muitas vezes a negligenciar ou aceitar evidências equivocadas, para influenciar o significado das descobertas e conclusões. Outra preocupação relacionada aos estudos de caso é a de que fornecem pouca base científica para fazer uma generalização científica. Este mesmo autor (YIN, 2001) fornece respostas para essas duas preocupações relacionadas aos estudos de caso. Em relação à primeira, o pesquisador deve trabalhar com afinco para expor todas as evidências, de forma justa e irrefutável. Em relação à segunda preocupação, os estudos de caso podem ser

generalizáveis a proposições teóricas e não a populações ou universos; desta forma, o objetivo do pesquisador é expandir e generalizar teorias e não enumerar freqüências.

Nos estudos de caso, muitas vezes, surgem dúvidas referentes ao número de casos ideal para ser determinado em uma pesquisa. Quando se quer estabelecer o número de casos a ser estudado, pode-se optar por projetos de caso único ou projetos de casos múltiplos. O estudo de caso único pode ser utilizado para testar uma teoria bem formulada e também em situações de fenômenos raros ou extremos, onde o número de casos a se investigar é tão raro que não existe possibilidade de se conseguir outros casos (YIN, 2001). Quando um projeto possui mais do que um caso único, então trata-se de um projeto de casos múltiplos, como nessa investigação.

Para YIN (2001), projetos de casos múltiplos possuem vantagens e desvantagens em comparação aos projetos de caso único. As provas resultantes a favor dos casos múltiplos é que são considerados mais convincentes, sendo vistos como mais robustos. Entretanto, o caso único pode ser mais indicado quando o caso é raro, ou quando o tempo e recursos são muito escassos para a investigação.

Como citado, se a escolha for dirigida para projetos de casos múltiplos, como é o caso dessa pesquisa, então o desafio é determinar o número de casos a ser estudado. A tomada dessa decisão não é uma tarefa que pode ser feita facilmente. Para YIN (2001), cada caso deve servir a um propósito específico dentro do escopo da investigação; deve-se considerar casos múltiplos como experimentos múltiplos e seguir a lógica da replicação² e não de amostragem.

No caso da amostragem, o caminho tradicional é identificar uma população e então selecionar, ao acaso, uma amostra dessa população. MARCONI & LAKATOS (1996) relatam que na amostragem existe a necessidade de escolhê-la de tal forma que ela seja a mais representativa possível do todo e, a partir dos resultados obtidos relativos, represente com legitimidade o total de uma população.

Porém, nos estudos de casos, freqüentemente, define-se as amostras de casos selecionando-os de acordo com diferentes critérios (VOSS *et al.*, 2002). De acordo com esses autores, cada caso deve ser selecionado de maneira que haja prognósticos

² Por exemplo, se um pesquisador tiver acesso a apenas três casos de uma rara síndrome, será adequado o projeto de pesquisa prever os mesmos resultados para cada um dos casos, produzindo, dessa forma, evidências que comprovem que os três relacionam-se com a mesma síndrome; se os resultados obtidos forem semelhantes, diz-se que ocorreu uma replicação (YIN, 2001).

similares de resultados e produza resultados contrários, mas por razões previstas. Segundo VOSS *et al.* (2002), um outro critério para a escolha é identificar casos significativos, casos que possuam características diferenciadas que serão importantes para serem estudadas. Este é o critério utilizado no desenvolvimento dessa dissertação, como citado mais a diante. Nesse sentido, MARCONI & LAKATOS (1996) e OLIVEIRA (1997) salientam que quando o pesquisador deseja escolher intencionalmente as amostras diz-se que é amostra não aleatória intencional.

A Figura 2.1 mostra uma estruturação de estudo de caso múltiplo, compondo-se da etapa inicial do projeto que consiste no desenvolvimento da teoria. A seguir, são selecionados os casos, onde, para cada caso escolhido, deve existir um estudo completo que deve ser realizado, no qual procuram-se provas convergentes com respeito aos fatos e às conclusões para o caso e, para cada caso individual, deve-se indicar “como” e “por quê” se demonstrou (ou não) uma proposição em especial.

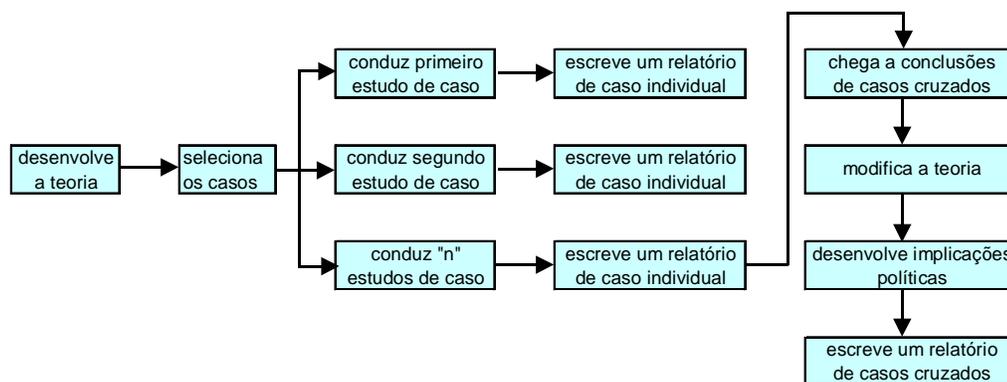


FIGURA 2.1: MÉTODO DE ESTUDO DE CASO MÚLTIPLO
 FONTE: ADAPTADA DE YIN (2001, p.73)

As fontes de evidências principais a serem coletadas para um estudo de caso podem ser: documentação, observação, entrevista e questionários. Cada uma dessas fontes é resumidamente descrita a seguir.

2.1.1 DOCUMENTAÇÃO

Para YIN (2001), as informações documentais podem assumir muitas formas e devem ser o objeto de planos explícitos da coleta de dados, como por exemplo: cartas, memorandos, *e-mails* e outros tipos de correspondência; agendas, avisos e minutas de reuniões e outros relatórios escritos de eventos em geral; documentos

administrativos, propostas, relatórios de aperfeiçoamentos e outros documentos internos; estudos ou avaliações formais do mesmo “local” sob estudo; recortes de jornais e outros artigos publicados na mídia.

Ainda segundo o autor supra citado, o uso mais importante em relação aos documentos é corroborar e valorizar as evidências oriundas de outras fontes, tais como verificar as grafias corretas, cargos e nomes de organizações que podem ter sido mencionados nas entrevistas, e também contradizer algum dado prévio, ao invés de corroborá-lo, permitindo ao pesquisador pesquisar um determinado tópico com mais profundidade.

2.1.2 OBSERVAÇÃO

A observação é uma fonte utilizada quando o pesquisador faz uma visita de campo ao local escolhido para realizar um estudo de caso. As provas observáveis são, em geral, úteis para fornecer informações adicionais sobre o tópico que está sendo estudado, como por exemplo, um pesquisador especializado pode fazer um estudo por observação do comportamento de compra de algum produto através dos consumidores, avaliando como o consumidor interage com o produto (SAMARRA & BARROS, 1996).

Para YIN (2001), a observação pode ser também participante, na qual o pesquisador pode assumir uma variedade de funções dentro de um estudo de caso, podendo participar dos eventos que estão sendo estudados, como, por exemplo, ser morador de um bairro que é objeto de estudo.

2.1.3 ENTREVISTA

A entrevista pode ser vista como o encontro entre duas ou mais pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de determinado assunto, mediante uma conversa de natureza profissional (MARCONI & LAKATOS, 1996). Para esses autores, as entrevistas podem ser de três tipos: padronizada ou estruturada, despadronizada ou não estruturada e painel:

- Padronizada: é aquela que o entrevistador segue um roteiro previamente estabelecido. Ela se realiza de acordo com um formulário elaborado e é

efetuada de preferência com pessoas selecionadas de acordo com um plano;

- Despadronizada: o entrevistador tem a liberdade para desenvolver cada situação em qualquer direção que considere adequada. O entrevistado fica a vontade para falar sobre determinado assunto sugerido;
- Pannel: consiste na repetição de perguntas, de tempo em tempo, às mesmas pessoas, a fim de estudar a evolução das opiniões dos entrevistados.

Segundo Yin (2001) e VOSS *et al.* (2002), as entrevistas constituem uma fonte essencial de evidências para os estudos de caso. Para YIN (2001), o registro das entrevistas pode ser por intermédio de gravadores, assim os registros acabam por fornecer uma expressão mais acurada que qualquer outro tipo de método utilizado.

2.1.4 QUESTIONÁRIO

O questionário é um instrumento que serve de apoio ao pesquisador para a coleta de dados, formado por um conjunto de perguntas. Essas perguntas são elaboradas pelo pesquisador e dispostas de forma ordenada. Segundo OLIVEIRA (1997), todo questionário deve ter uma extensão e um escopo limitado. Os questionários não devem ser muito longos, pois, caso contrário, pode tornar-se muito cansativo para a pessoa que responde a esse instrumento de coleta de dados. Para VOSS *et al.* (2002), os questionários são frequentemente utilizados na coleta de dados dentro de um estudo de caso. No caso dessa pesquisa, o questionário usado é, na verdade, um roteiro para a entrevista.

Para os estudos de caso apresentados nessa pesquisa, as fontes de evidências optadas foram a documentação, a observação, a entrevista semi-padrionizada³ e o questionário⁴. Assim, no próximo tópico, “Cronograma dos Estudos

³ Levando-se em consideração os tipos de entrevistas citadas por MARCONI & LAKATOS (1996), em relação a padronizada e a despadronizada, para os estudos de caso aqui investigados serão utilizadas as entrevistas semi-padrionizadas, que, apesar da existência de um formulário, o entrevistador tem a liberdade para desenvolver variantes das questões para a investigação.

⁴ Além do roteiro usado nas entrevistas, também foi utilizado o questionário da pesquisa “QFD: Práticas Atuais, Metodologia de Implantação, Dificuldades e Fatores de Sucesso”, cujos resultados globais foram publicados em CARNEVALLI *et al.*, 2002; CARNEVALLI, 2002 e MIGUEL, 2003.

de Caso”, será mostrado, com uma profundidade maior, como foram obtidas essas fontes de evidências para estes estudos de caso.

2.2 CRONOGRAMA DOS ESTUDOS DE CASO

O cronograma foi desenvolvido de forma a possibilitar compreender como os estudos de caso foram realizados, desde seu início, através da escolha das empresas participantes para os estudos de caso, até a finalização de cada caso. Inicialmente, a escolha das empresas participantes baseou-se em uma pesquisa já realizada, na qual foi feita uma pesquisa exploratória, tipo *survey*, sobre o uso do QFD em empresas. Logo a seguir, foram realizadas as entrevistas com as empresas escolhidas, com a finalidade de coletar informações investigativas relacionadas à presente pesquisa. Essas empresas consistiam de casos significativos identificados anteriormente no estudo realizado por CARNEVALLI (2002). Finalmente, as entrevistas foram transcritas e analisadas para que todas as informações importantes pudessem trazer contribuição para esta pesquisa.

Primeiramente, será descrito o desenvolvimento do instrumento de coleta de dados (roteiro) com base na literatura descrita no próximo capítulo. Posteriormente, são descritos os passos da pesquisa.

2.2.1 ELABORAÇÃO DO ROTEIRO

Visando atingir o objetivo principal desse trabalho, que é o de compreender a inserção do QFD no processo de desenvolvimento de produtos, a investigação dos estudos de caso baseou-se em uma proposta teórica (apresentada no Capítulo 4), na qual o autor insere o QFD em um dos modelos estruturados de desenvolvimento de produtos (*Stage Gate System*), que é apresentado em um dos tópicos do próximo capítulo. Essa proposta permitiu ao autor compreender como o QFD poderia interagir com o processo de desenvolvimento de produto e, ao mesmo tempo, auxiliar na condução dos estudos de caso, que serão vistos mais adiante no Capítulo 5.

Para conduzir eficientemente a investigação dos estudos de caso para que o resultado final da pesquisa pudesse, mesmo que de forma exploratória, atingir os objetivos propostos, seria importante que houvesse uma cronologia das etapas de investigação. Essa cronologia permite também ao leitor compreender como se

desenvolveu a estrutura dos estudos de caso. Após a apresentação da Tabela 2.2, que mostra as datas de execução de cada etapa, será apresentado, com maior profundidade, todo o seqüenciamento da investigação dos estudos de caso.

TABELA 2.2: CRONOGRAMA DAS ETAPAS DOS ESTUDOS DE CASO

ETAPAS DOS ESTUDOS DE CASO	EMPRESAS				
	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	EMPRESA D	EMPRESA E
ESCOLHA DAS EMPRESAS	abr/2002	jul/2002	jun/2002	fev/2002	jul/2002
ENTREVISTA	mai/2002	jul/2002	jul/2002	abr/2002	ago/2002
TRANSCRIÇÃO DA ENTREVISTA	ago/2002	ago/2002	jul/2002	set/2002	nov/2002
ANÁLISE GERAL DAS INFORMAÇÕES TRANSCRITAS	nov/2002	nov/2002	nov/2002	nov/2002	jan/2003
CONSTRUÇÃO INICIAL DO CASO	dez/2002	dez/2002	dez/2002	dez/2002	jan/2003
FINALIZAÇÃO DO CASO	dez/2002	dez/2002	dez/2002	dez/2002	jan/2003

1º Passo – Escolha das empresas: a escolha das empresas envolvidas nos estudos de caso, baseou-se em uma pesquisa já realizada por CARNEVALLI (2002), que faz um estudo exploratório tipo *survey* sobre o uso do QFD nas 500 maiores empresas do Brasil. De acordo com essa pesquisa, aproximadamente 19% das empresas utilizam ou estão implementando o QFD (9,43% utilizam o QFD regularmente e 9,43% estavam implementando na ocasião do estudo). Assim, as empresas que seriam escolhidas como estudos de caso estavam presentes dentro dos 19% divulgados na pesquisa realizada por CARNEVALLI (2002).

Uma dúvida, inicialmente surgida, em relação à escolha das empresas era a de conseguir determinar qual seria o número ideal de empresas a servirem como estudos de casos. Por se tratar de múltiplos estudos de caso exploratórios, o número de empresas escolhidas não necessariamente seria alto, mesmo por que existia a limitação de tempo para se completar a investigação, dentro do escopo de uma dissertação de mestrado.

O número inicialmente estabelecido foi de quatro empresas, aumentando posteriormente para cinco, sendo que estes foram escolhidos de forma que servissem como casos “modelos” de conhecimento referentes ao QFD, e também, que possuíssem algum tipo de estrutura de desenvolvimento de produtos.

Conforme já evidenciado anteriormente por VOSS *et al.* (2002), as escolhas podem ser através de casos significativos, casos que possuam características

diferenciadas e que são importantes para serem estudadas. Isso realmente ocorreu, pois essas empresas foram aquelas assim identificadas no estudo de CARNEVALLI (2002). Além disso, dos cinco casos que se encaixaram como modelo, quatro deles possuíam artigos, em que o QFD auxiliava de alguma forma o processo de desenvolvimento de produtos, publicados em revistas e seminários referentes ao QFD e também referentes a gestão e desenvolvimento de produtos.

As empresas escolhidas tiveram seus nomes colocados em anonimato devido a sua solicitação. Somente uma delas permitiu que seu nome fosse divulgado, mas que as informações importantes relativas aos interesses da empresa se mantivessem em sigilo. Assim, as empresas que foram estudadas assumiram nomes codificados como: Empresa A (caso n°1); Empresa B (caso n°2); Empresa C (caso n°3); Empresa D (caso n°4); e Empresa E (caso n°5).

Para estes cinco estudos de caso, o ideal seria que todos os nomes fossem revelados, o que permitiria ao leitor um entendimento maior do contexto. Segundo YIN (2001), a divulgação de nomes produz dois resultados úteis. Primeiro, o leitor pode recordar de qualquer outra informação anterior da qual pode ter tomado conhecimento sobre o mesmo caso, como pesquisas anteriores ou de outras fontes. Segundo, pode-se revisar o caso inteiro com muita facilidade, pois é possível se verificar, se necessário, notas de rodapé e citações, e pode-se fazer críticas adequadas ao caso já publicado. No entanto, segundo esse mesmo autor, há algumas ocasiões em que o anonimato se faz necessário; uma das razões é que a divulgação do relatório final pode interferir nas ações subseqüentes das pessoas (ou empresas) que foram estudadas.

2º Passo – Entrevista: as entrevistas foram preparadas e dispostas de forma a haver uma caracterização de dois tipos: um padronizado e outro semi-padronizado. Para a parte da entrevista padronizada, as perguntas foram dirigidas seguindo um roteiro (questionário) pré-estabelecido, referente ao QFD. Na realidade, essa parte da entrevista foi a de compreender melhor como alguns dados, respondidos anteriormente pela empresa no questionário da pesquisa tipo *survey*, foram determinados. A parte semi-padronizada consistia, basicamente, de duas perguntas: “Como é o modelo estruturado de desenvolvimento de produto da empresa?” e “Como o QFD é inserido nesse modelo?”.

Assim, através dessas duas perguntas, o entrevistador tinha a liberdade de aprofundar mais sobre uma determinada resposta dada pelo entrevistado, como, por exemplo, se a resposta para a primeira questão fosse a de que a empresa possuía um modelo estruturado, as perguntas seguintes poderiam ser: “O modelo é dividido em estágios?”, “Quais são esses estágios?”.

As entrevistas foram gravadas em fitas cassete, com um tempo de duração médio de 1h30min. Então, o tempo de cada entrevista ficou conforme mostrado na Tabela 2.3, que inclui também os cargos dos entrevistados. As entrevistas foram conduzidas por uma equipe onde um membro dirigia as perguntas aos participantes, outros dois dialogavam e um outro membro observava⁵.

TABELA 2.3: DADOS DAS ENTREVISTAS

EMPRESA	SETOR	PESSOAS ENTREVISTADAS	DURAÇÃO DA ENTREVISTAS (h)
EMPRESA A	AUTOMOBILÍSTICA	1 - GERENTE DA QUALIDADE 3 - ENGENHEIROS DA QUALIDADE	02:30
EMPRESA B	ALIMENTÍCIA	1 - CONSULTOR - DEPARTAMENTO DE P&D	01:30
EMPRESA C	MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	1 - GERENTE DE PROJETOS DE NOVOS PRODUTOS 1 - CONSULTOR DE ENGENHARIA E MATERIAIS	01:30
EMPRESA D	EMBALAGENS	1 - CONSULTORA DE DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS 2 - ANALISTAS DE PROCESSOS	01:30
EMPRESA E	METALURGIA	1 - CHEFE DE DIVISÃO DE TECNOLOGIA	01:10

Assim, o total de membros participantes foi quatro e, para cada entrevista, foi subdividida a direção das questões. Ao autor dessa dissertação, coube a parte referente ao QFD e ao processo de desenvolvimento de produto através de questões semi-padroneizadas.

3º Passo – Transcrição da entrevista: as entrevistas foram transcritas integralmente, redigidas para posterior estudo. Apesar de não ser genérico a todos os casos entrevistados, algumas das transcrições apresentaram dificuldades de interpretação dos resultados das informações geradas nas entrevistas, o que acabou por dificultar e atrasar a transcrição. Uma das dificuldades estava relacionada a alguns locais em que se realizaram as entrevistas, cujas informações geradas pelos

⁵ Exceção se faz à Empresa E que, por questões de distanciamento geográfico e recursos disponíveis, foi feita somente por um entrevistador.

entrevistados misturavam-se com ruídos externos ao ambiente da entrevista. A outra dificuldade estava relacionada com o número de pessoas que participavam da entrevista, que, devido à distância que algumas delas tinham com relação ao microfone do gravador, não se conseguia ouvir com clareza as suas respostas.

4º Passo – Análise geral das informações transcritas: na primeira análise feita da transcrição, foram selecionadas as informações mais importantes relativas ao QFD e ao modelo de desenvolvimento de produto para este projeto. Deve ser lembrado que nem todas as informações geradas na entrevista eram importantes, sendo que parte delas era dirigida a outro estudo, referente à complementação de uma *survey* de QFD, na qual se estudava a utilização do QFD em organizações brasileiras (CARNEVALLI *et al.*, 2002; CARNEVALLI, 2002; MIGUEL, 2003).

5º Passo – Construção inicial do caso: com todas as informações importantes evidenciadas na análise da transcrição da fita, foi gerada uma grande lista de informações que precisavam ser escritas em forma de texto, cuja principal preocupação era a de que o texto possuísse uma seqüência clara e de fácil compreensão pelo leitor, e que todas as informações presentes na lista estivessem presentes no texto. Assim, foi estabelecida uma seqüência para descrição dos casos apresentados no Capítulo 5.

6º Passo – Finalização do caso: após a criação inicial desse texto, houve uma nova leitura da transcrição da entrevista, para verificar se todas as informações geradas na entrevistas estavam presentes e completas no texto. Se ainda existissem dúvidas relativas a algumas informações da entrevista, era encaminhado um *e-mail* para a empresa entrevistada a fim de que estas dúvidas fossem respondidas. Algumas informações foram também completadas através das respostas de questionários, anteriormente respondidos pela pesquisa de CARNEVALLI (2002). Com o texto completado, a atividade final foi de corroborar as informações importantes do texto com a literatura.

2.3 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Baseado na condução do levantamento dos dados, como explicado no tópico anterior, à luz da metodologia de pesquisa utilizada, essa dissertação é estruturada da seguinte forma:

O Capítulo 1 mostrou a contextualização do trabalho, motivação para seu desenvolvimento e seus objetivos. No Capítulo 2, foi apresentada a descrição do processo de investigação e metodologia empregada para a condução das atividades de pesquisa, e também procurou-se fazer uma descrição de cada fase do processo de investigação.

O Capítulo 3 apresenta o referencial teórico do trabalho. Nele é descrito o processo de desenvolvimento de produtos, através de seu planejamento, e os conceitos dos modelos estruturados utilizados durante o desenvolvimento (*Stage Gate System*, Funil, APQP), além dos princípios do método do QFD. Este capítulo é a fundamentação teórica do trabalho, tanto para o desenvolvimento do roteiro de entrevistas, quanto para a condução dos estudos de caso.

No Capítulo 4 é apresentada a proposta teórica de estudo, na qual é escolhido um modelo de desenvolvimento e, através dele, é inserido o QFD. Uma proposta teórica tem por finalidade estabelecer prioridade às estratégias analíticas relevantes, ajudar a organizar todo o estudo de caso e a definir explicações alternativas a serem examinadas (YIN, 2001). Assim, a proposta teórica apresentada nessa dissertação tem por finalidade possibilitar que os estudos de caso tenham uma direção correta para aquilo que se deseja investigar.

No Capítulo 5 são descritos os estudos de caso, onde são investigadas cinco empresas, através das quais foram obtidas informações relevantes para o trabalho. Nesse capítulo, é apresentada a estrutura de cada caso, como também a forma com que foram analisadas as entrevistas com o objetivo de conseguir informações relevantes sobre o QFD e o processo de desenvolvimento de produtos. Desta forma, pode-se compreender, de maneira exploratória, como cada empresa insere o QFD no processo de desenvolvimento. Além disso, são apresentadas as dificuldades encontradas após a realização dos estudos de caso e uma comparação entre os resultados encontrados nos estudos de caso com a proposta descrita no Capítulo 4.

No Capítulo 6, são apresentadas as conclusões dos estudos de caso e as sugestões de trabalhos futuros para a continuidade da pesquisa.

CAPÍTULO 3. REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com uma investigação realizada por GRIFFIN (1997), as melhores práticas de desenvolvimento de produtos têm utilizado estágios estruturados para o processo desenvolvimento de produtos. Entretanto, este mesmo autor cita que muitas empresas adequam estas práticas de acordo com suas necessidades, cultura corporativa, tipo de produto e análise de mercado.

Segundo GRIFFIN (1997) e COOPER (2002), mais da metade das empresas pesquisadas utiliza algum tipo de *stage gate* para o desenvolvimento de produtos. Esta parece ser uma tendência de desenvolvimento a ser seguida. No Brasil, algumas empresas, como por exemplo, a Eaton Ltda – Divisão Transmissões (VALERI *et al.*, 2000) e a Natura (NASCIMENTO & MARX, 2001), já utilizam modelos similares como forma de estruturar o processo de desenvolvimento para os seus produtos.

Nesta seção, serão apresentados três modelos de estruturas de desenvolvimento: o *Stage Gate System*, o Funil e o APQP (*Advanced Product Quality Planning*). Estes modelos servirão para compreender como o processo de desenvolvimento de novos produtos deve ser estruturado a fim de se obter o melhor produto possível. Apesar de algumas diferenças presentes nestes modelos que serão apresentados, o ciclo de desenvolvimento do produto obedece alguns princípios básicos, que são: a geração da idéia ou conceituação, o projeto, a produção do produto e o lançamento.

Os modelos de desenvolvimento adotados para o estudo foram escolhidos devido a algumas diferenças de abordagem. A estrutura do *Stage Gate System*, definida por COOPER (1993), é uma abordagem cujo ângulo de visão é mais da área de *Marketing*, enquanto que a estrutura do Funil, abordada por CLARK & WHEELWRIGHT (1993), é uma abordagem para a área de Engenharia de Produção (CHENG, 2000).

O APQP, que está presente no sistema de qualidade QS 9000, foi criado pelas montadoras americanas Ford, General Motors e Chrysler, cujo objetivo principal era harmonizar as exigências relativas aos fornecedores das montadoras. Segundo GONZALEZ (1999), o APQP é uma metodologia estruturada para o gerenciamento do

desenvolvimento de produtos, para assegurar que o produto venha a satisfazer as necessidades dos clientes (montadoras).

Uma das ferramentas que são utilizadas durante o planejamento e desenvolvimento do produto é o QFD (Desdobramento da Função Qualidade). O QFD é caracterizado como uma série de atividades que engloba desde a identificação das exigências do cliente, até a completa introdução e formação destas exigências no produto (OHFUJI *et al.*, 1997). Segundo CHENG *et al.* (1995), a implantação do QFD objetiva duas finalidades específicas: a primeira é auxiliar o processo de desenvolvimento do produto, buscando e traduzindo as necessidades dos clientes, e a segunda é garantir a qualidade durante todo o processo de desenvolvimento.

Na Gestão de Desenvolvimento de Produto tem-se a importância do ciclo de desenvolvimento de produtos, conforme evidenciado através dos modelos estruturados, como também a importância do planejamento, através da definição estratégica e operacional (CHENG, 2000). Porém, dentro deste estudo, a importância maior será dada ao ciclo de desenvolvimento.

3.1 IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO

Segundo GRIFFIN & PAGE (1996), o sucesso e o fracasso no desenvolvimento de novos produtos dependem da estratégia elaborada para cada tipo de projeto, como, também, saber em qual tipologia de companhia a empresa se enquadra. Assim, para tipos de projetos têm-se “novo para o mundo”, “novo para a companhia”, “adições”, “melhorias”, “reposição” e “custos reduzidos” e para a tipologia de companhia: “prospectora”, “analista”, “defensora” e de “reação”. A seguir, são mostrados como são especificamente classificados os tipos de projetos e tipologia de companhias.

Tipos de projetos:

- Novo para o mundo: produtos (plataforma) que criam um mercado completamente novo;
- Novo para a companhia: produtos novos para uma companhia, mas que já existem no mercado;

- Adições de produtos para linhas existentes: produtos novos que complementam as linhas de produtos de uma companhia;
- Melhorias para produtos existentes: produtos novos que têm o seu desempenho melhorado e substituem produtos existentes;
- Reposição: produtos que buscam novos mercados ou novos segmentos;
- Custo reduzido: produtos que têm um desempenho semelhante a um custo mais baixo.

Tipologia de Companhia:

- Prospectora (*prospector*): o principal objetivo desse tipo de companhia é ser a primeira a desenvolver produtos para novos mercados e com novas tecnologias;
- Analista (*analyzer*): companhia que monitora o mercado em busca de produtos que podem ser rapidamente “copiados” com tecnologia similar com custo mais reduzido;
- Defensora (*defender*): companhia que procura proteger seus domínios oferecendo qualidade mais alta, serviços superiores ou preços mais baixos;
- Reação (*reactor*): é aquela que somente responde quando é forçada através de pressões circunstanciais.

Desta forma, por exemplo, uma empresa com uma tipologia prospectora, tem menor dificuldade de desenvolver projetos que visam inovação. Estas empresas possuem *know how* maior para desenvolver projetos “novo para o mundo”; já uma empresa com características de reação, teria maiores dificuldades para desenvolver projetos inovadores, pois sua característica tem por finalidade desenvolver projetos de menor complexidade e custo, como, por exemplo, adições de produtos para linhas existentes ou custos reduzidos.

Segundo GRIFFIN & PAGE (1996), a estratégia a ser adotada por uma empresa deve estar apoiada em três dimensões críticas de sucesso, que influenciam a forma como cada projeto é desenvolvido. Estas dimensões são: as baseadas no mercado, as baseadas nas questões financeiras e as baseadas em parâmetros

técnicos. BROWN & EISENHARDT (1995) complementam que a estratégia deve estar apoiada em três correntes distintas, que são: o planejamento racional, rede de comunicação e resolução sistemática de problemas.

Seguindo a estratégia de planejamento, TATIKONDA (1999) defende que, dependendo do tipo de projeto (plataforma⁶ ou derivativo⁷) a ser desenvolvido, este deve ter processamento de informações organizacionais diferenciadas. O processamento dessas informações envolve níveis de incertezas relacionadas a cada tipo de projeto. Projetos plataforma normalmente são caracterizados por maiores incertezas no processamento das informações organizacionais em relação aos projetos derivativos.

A forma como é realizado o processamento das informações organizacionais as divide em orgânicas e mecânicas. As abordagens organizacionais orgânicas (*organic*) são caracterizadas por fluência e flexibilidade no processo de execução de tarefas, comunicação rica e freqüente, decisões descentralizadas, alto nível de integração organizacional, poucos procedimentos formais e pessoal com maior grau de experiência e treinamento. As abordagens organizacionais que envolvem baixa incerteza requerem aproximações mecânicas (*mechanistic*), que são caracterizadas por hierarquias organizacionais que empregam regras e regulamentos para guiar as tomadas de decisões, as decisões são do tipo centralizadas, procedimentos formalizados e comunicações escritas (TATIKONDA, 1999).

O planejamento estratégico presente nas empresas é vital para que todos os requisitos que envolvem o processo de planejamento e desenvolvimento de novos produtos sejam disponibilizados no momento certo, com a eficiência e eficácia desejadas. Este planejamento deve ser contextualizado não apenas dentro do mercado atual, mas, também, dentro das próprias características da empresa, que permitirá desenvolver um produto de acordo com suas possibilidades.

⁶ Projetos Plataforma: são projetos que envolvem mudanças significativas, tanto no processo de fabricação, quanto no produto, ou em ambos. Eles fornecem uma base para uma família de produtos ou processos, cuja evolução levará esses produtos e processos a outro patamar por um longo tempo. Esses projetos requerem recursos significativamente maiores do que o desenvolvimento de projetos derivativos (CLARK & WHEELWRIGHT, 1993).

⁷ Projetos Derivativos: são projetos que incluem mudanças incrementais no produto com pouca ou nenhuma alteração no processo, mudanças incrementais de processo com pouca ou nenhuma alteração no produto, ou produtos que envolvem mudanças de projeto e de processo. Porém, tais projetos geralmente requerem menos recursos do que projetos que trazem avanços significativos, pois eles simplesmente melhoram produtos ou processos existentes através de uma extensão na sua aplicação (CLARK & WHEELWRIGHT, 1993).

Segundo BROWN & EISENHARDT (1995), a possibilidade de sucesso de um produto está ligada à sua superioridade no mercado, mas para ele ter esta superioridade, é necessário, antes, que a estrutura organizacional faça um cuidadoso planejamento de todas as atividades que antecedem o produto e que estas sejam executadas por um pessoal competente e bem coordenado, com significativo suporte da alta administração.

A estrutura organizacional deve definir qual a melhor estratégia a ser adotada. Normalmente, essa estratégia é realizada pelo topo da administração, que faz a projeção de acordo com a necessidade de moldar a maneira mais adequada de condução dos negócios da empresa, procurando promover, sempre, a satisfação dos clientes (THOMPSON JR & STRICKLAND III, 2002).

Assim, a administração decide sobre os possíveis caminhos a serem tomados durante o processo de desenvolvimento e busca, através de análise criteriosa, qual o melhor entre eles, procurando seguir na melhor direção. Sem a estratégia, não existe uma rota e rumo correto a ser seguido, levando a empresa, muitas vezes, a idealizar produtos fora do contexto da própria organização e dos clientes.

Apesar de, normalmente, a responsabilidade estratégica pertencer ao topo da administração, ela também envolve todas as funções e departamentos da empresa (compras, produção, financeiro, comercialização, recursos humanos, P&D, dentre outros), sendo que cada um tem seu papel nesse processo. O grande desafio da implementação da estratégia é moldar todas as decisões e ações da empresa em um padrão coeso, que permita à empresa buscar o que ela tem de melhor em benefício daquilo que foi pedido e exigido pelo cliente.

Durante os estágios de planejamento e desenvolvimento, a rede de comunicação também deve ser vista com profundidade em uma organização, principalmente na relação multifuncional, tanto a comunicação interna (integração entre o próprio grupo multifuncional), quanto a externa (participação de clientes e fornecedores). A rede de comunicação eficiente facilita o fluxo de informações entre os grupos de trabalho, fazendo com que os objetivos sejam alcançados de forma mais rápida e eficiente (BROWN & EISENHARDT, 1995).

Na realidade, quando não existe a participação coesa de grupos multifuncionais, com uma eficiente rede de comunicação, o planejamento e

desenvolvimento de um novo produto se torna cansativo e ineficiente, resultando em dificuldades durante o processo de desenvolvimento de produtos. Por exemplo, um departamento pode exigir um tipo de projeto que não seja possível a outro atender (OAKLAND, 1994).

Essas relações compartilhadas quebram rotinas, dividem responsabilidades e poupam esforços desnecessários. Além disso, aceleram o fluxo das informações, aumentando a velocidade de desenvolvimento. Este tipo de gerenciamento está relacionado com o conceito *market-in*, que consiste na eliminação da divisão do trabalho, exigindo da organização completo compartilhamento de tarefas, tanto funcional, quanto interfuncional das pessoas envolvidas diretamente no processo de planejamento e desenvolvimento de produtos (SHIBA *et al.*, 1997).

É importante que a alta administração controle e integre a equipe de projeto, assim como forneça a eles um objetivo tangível e visível para que, desta forma, todas as pessoas envolvidas possam compreender e executar corretamente suas responsabilidades, de forma que um ideal comum seja buscado e atingido (BROWN & EISENHARD, 1995; GRIFFIN, 1997; LYNN *et al.*, 1999).

A competência da composição da equipe, o processo de compreensão e execução das tarefas relacionado ao processo de desenvolvimento de um produto é relevante para o sucesso. Além disso, é muito importante que o cliente seja envolvido em todas as fases do processo de desenvolvimento e que suas necessidades sejam constantemente verificadas e atendidas (GRIFFIN, 1997). Sem esse *feedback* com o cliente e sem uma determinação de quais são as possibilidades da organização em desenvolver determinado produto, recursos e tempo poderão ser gastos de maneira errada em um projeto, resultando em desperdício financeiro e de tempo.

3.2 MODELOS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Uma das formas de estruturar o processo de desenvolvimento de produtos é subdividindo-o em estágios e fases. Essa forma de subdivisão permite uma maior clareza e organização do processo todo de desenvolvimento, permitindo uma melhor estruturação e maior facilidade de compreensão. A divisão do processo de desenvolvimento de produtos em estágios e fases contribui não somente para a eficácia competitiva da empresa, mas, também, permite interagir a estratégia da

empresa dentro daquilo que é possível desenvolver, tendo em vista os requisitos dos clientes. Estes estágios compõem uma seqüência lógica que assegura uma definição realista dos potenciais do projeto.

Cada estágio no desenvolvimento inclui um conjunto de atividades de trabalhos específicos com o objetivo de estabelecer um controle gerencial desejado sobre um determinado projeto. A intenção é assegurar que este projeto esteja seguindo um caminho ideal dentro daquilo que foi definido para cada estágio. Os estágios do processo de desenvolvimento de um produto podem ser divididos basicamente em: conceito, desenvolvimento e lançamento. A Tabela 3.1 mostra, a partir destes três estágios básicos de desenvolvimento, como o processo pode ser expandido em várias fases, de acordo com o grau de detalhamento que cada autor atribui ao processo de desenvolvimento do produto.

TABELA 3.1: ESTÁGIOS DO PDP
FONTE: ADAPTADO DE VALERI (2001, p. 15)

COOPER (1993)	CLARK & WHEELWRIGHT (1993)	APQP - FORD, CHRYSLER GENERAL MOTORS (1992)	CHENG (1995)	DUCAN (1996)
0. IDEALIZAÇÃO				0. EXPLORAÇÃO
1. INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR	1. CONCEPÇÃO DE DESENVOLVIMENTO	1. PLANEJAMENTO	1. IDENTIFICAR AS NECESSIDADES DOS CLIENTES	1. CONCEITO E DEFINIÇÃO
2. INVESTIGAÇÃO DETALHADA	2. PLANEJAMENTO DO PRODUTO	2. DESENVOLVIMENTO E PROJETO DO PRODUTO	2. ESTABELECE O CONCEITO DO PRODUTO	2. DEMONSTRAÇÃO E VALIDAÇÃO
3. DESENVOLVIMENTO	3. ENGENHARIA DO PRODUTO/PROCESSO	3. DESENVOLVIMENTO E PROJETO DO PROCESSO	3. PROJETAR O PRODUTO E O PROCESSO	3. DESENVOLVIMENTO DE ENGENHARIA E FABRICAÇÃO
4. VALIDAÇÃO E TESTE	4. PRODUÇÃO PILOTO/RAMP-UP	4. VALIDAÇÃO DO PRODUTO E DO PROCESSO	4. ESTABELECE OS PADRÕES-PROPOSTA	4. PRODUÇÃO
5. PRODUÇÃO E LANÇAMENTO		5. FEEDBACK, AVALIAÇÃO E AÇÃO CORRETIVA	5. FABRICAR E TESTAR O LOTE PILOTO	
			6. VERIFICAR A SATISFAÇÃO DO CLIENTE	
			7. ESTABELECE A PADRONIZAÇÃO FINAL	
			8. REFLETIR SOBRE O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO	

Segundo Cooper (1993), o processo de desenvolvimento de produtos em estágios tem sido muito eficiente devido à possibilidade de envolvimento de clientes durante as fases. Os modelos do *Stage Gate System*, *Funil* e *APQP*, que serão

apresentados neste capítulo, possibilitarão observar esta relação, além de permitir compreender as características próprias de cada modelo.

Além disso, outras vantagens podem ser conquistadas pelo processo de estágios, como visto por ESTEVES (1997):

- Organização do projeto em passos lógicos;
- Proporcionar pontos de avaliação e decisão após cada estágio;
- Estabelecer antecipadamente as tarefas;
- Estabelecer antecipadamente critérios para cada revisão.

GRIFFIN (1997) também descreve que as melhores práticas de desenvolvimento de produtos estão apoiadas na implementação do processo do *stage gate*. Além disso, as maiores atenções devem ser dadas principalmente nos estágios iniciais, devido à complexidade do processo de desenvolvimento, que tende a aumentar com o decorrer do tempo (GRIFFIN, 1997; BAXTER, 2000).

A seguir, serão mostradas as características de cada um dos três modelos, para que seja possível identificar suas semelhanças e diferenças ao longo do processo de desenvolvimento de novos produtos. Deve ser salientado que, ao longo do processo de desenvolvimento de produtos, existe uma série de métodos e ferramentas da qualidade, que permitem que cada estágio seja realizado de forma mais completa e com menor propensão a falhas.

Algumas das ferramentas e métodos que podem estar presentes durante o processo de desenvolvimento de produtos são: Custeio Alvo, Projeto Auxiliado por Computador (CAD), Manufatura Auxiliada por Computador (CAM), Engenharia Simultânea, Projeto para Fabricação e Montagem (DFMA), Projeto de Experimentos (DOE), Gerenciamento de Mudanças de Engenharia (ECM), Manufatura Integrada por Computador (CIM), Sistema de Classificação e Tecnologia de Grupo, Análise de Modo e Efeito de Falhas (FMEA), Árvore de Análise de Falhas (FTA), dentre outros. Esses métodos e ferramentas citados anteriormente, assim como muitos outros, são muito importantes durante o processo de desenvolvimento de um produto. Entretanto, para essa dissertação, as maiores atenções serão dadas apenas para o QFD, que faz parte

do escopo, sendo que, quando necessário a inclusão de outras ferramentas, a abordagem não será aprofundada.

3.2.1 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO ATRAVÉS DO *STAGE GATE SYSTEM*

O processo de desenvolvimento denominado *Stage Gate System*, segundo COOPER (1993), possui um mapa conceitual de cinco estágios que guiam o desenvolvimento de um produto, desde a idealização, até seu lançamento no mercado.

Uma característica clara neste tipo de processo é que cada estágio é muito bem definido e entre cada um dos estágios existe uma revisão periódica, chamada de *gate*, que avalia cada estágio do processo de desenvolvimento. Se o estágio avaliado estiver completo, ele é aprovado, caso contrário, o estágio deve ser novamente realizado para corrigir as imperfeições. Então, cada *gate* é um ponto de decisão tipo passa/não-passa (*go/no-go*), administrando corretamente a seqüência do processo de desenvolvimento do produto.

Para COOPER (1993) cada *gate* possui um critério próprio para verificar cada estágio, que basicamente inclui: verificação de que todas as fases de um determinado estágio foram completadas e verificação se o projeto atende o orçamento e o tempo previsto. Normalmente, um *gate* somente autoriza o início de um próximo estágio se o estágio anterior cumpriu aquilo que estava previsto. Se acaso o estágio avaliado não for aprovado, o processo de desenvolvimento não deve prosseguir. Esse estágio deve receber as devidas correções e somente após nova análise e aprovação realizada pelo *gate* é que o processo de desenvolvimento de produto deve continuar.

O processo todo de desenvolvimento pode possuir, por exemplo, 5 *gates* que, apesar de terem basicamente os mesmos critérios, possuem características próprias obedecendo cada etapa do desenvolvimento. Esses *gates* são resumidamente descritos a seguir (COOPER, 1993):

- *Gate 1*: leva em consideração um leve esboço e alguns critérios que devem e podem ser buscados durante o processo de desenvolvimento do produto. Estes critérios estão distribuídos no alinhamento estratégico, possibilidades do projeto, atrativos de mercado, vantagem diferencial e sinergias com os

recursos próprios da empresa. Os critérios financeiros normalmente não fazem parte desse primeiro *gate*;

- *Gate 2*: basicamente repete as exigências do *gate 1*, porém, esse *gate* avalia também outras considerações resultantes no estágio 1, como força de venda e reação dos clientes para a proposta do produto, potencial técnico, regulamentações, e aspectos preliminares de retorno financeiro do projeto;
- *Gate 3*: antecede o estágio de desenvolvimento; assim, esse *gate* tem um papel importante para o aspecto financeiro do projeto. Quando acionado, esse *gate* autoriza que recursos mais elevados possam ser gastos durante os estágios posteriores, pois é a partir desse *gate* que o projeto começa a ser transformado em produto. Esse *gate* avalia todas as atividades realizadas no estágio 2 e verifica se estão em conformidade com aquilo que foi programado;
- *Gate 4*: verifica o progresso e atrativos do produto, assegurando que todas as atividades foram completadas dentro da qualidade especificada, e que o desenvolvimento do produto de fato é consistente com a definição original especificada anteriormente. Este *gate* também revisa questões econômicas, através de uma revisão da análise financeira baseada em valores mais precisos;
- *Gate 5*: praticamente abre a porta para a comercialização do produto, ou é o último ponto onde se pode interromper o lançamento do produto. Este *gate* tem seu foco na qualidade das atividades resultantes no estágio de teste e validação do produto. Os critérios para passar de *gate* estão, em grande parte, apoiados nas expectativas de retorno financeiro do produto e na conveniência da produção do produto e seu lançamento no mercado.

A Figura 3.1 mostra toda a seqüência dos estágios do *Stage Gate System*, evidenciando, também, a presença de cada ponto de revisão periódico (*gate*). Cada um desses estágios é resumido a seguir, após a referida figura.

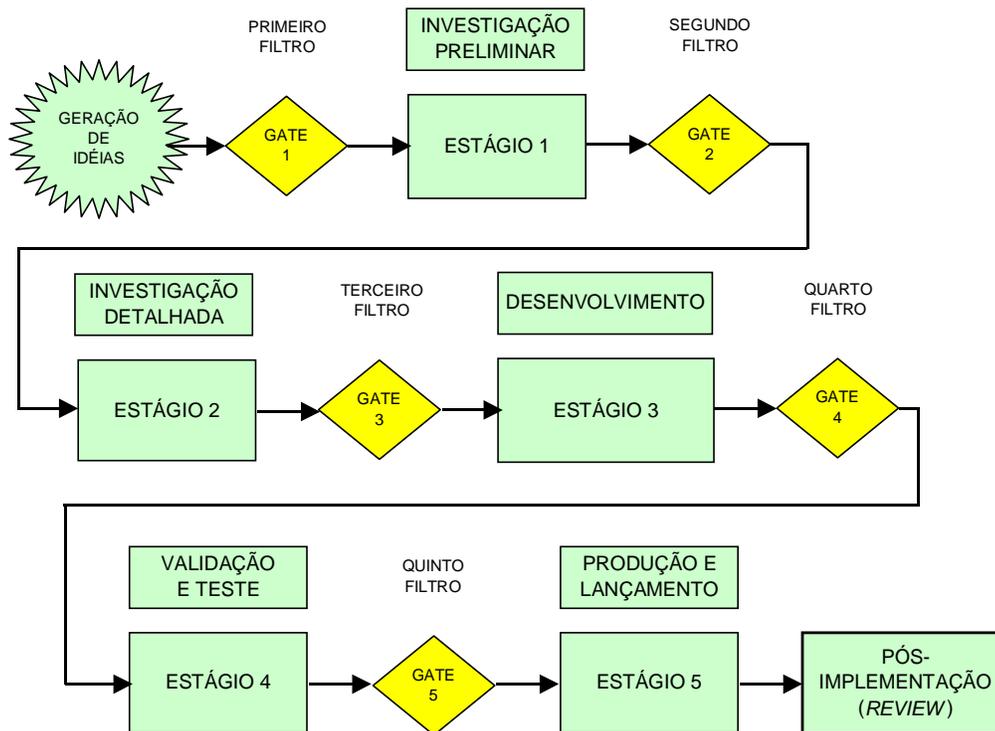


FIGURA 3.1: ESTRUTURA DO STAGE GATE SYSTEM
 FONTE: COOPER (1993, p.108)

3.2.1.1 GERAÇÃO DE IDÉIAS

As possíveis idéias relacionadas a novos produtos podem vir de várias fontes, podendo ser internas e externas. As fontes internas são aquelas que são geradas dentro da própria companhia, de todos os possíveis setores. As fontes externas são aquelas que não estão ligadas diretamente à companhia, como clientes, universidades, fornecedores, consultores, inventores privados, etc. (COOPER, 1993).

Uma das técnicas utilizadas para a geração de idéias é o *brainstorming*, que pode ser descrito como um método para gerar uma torrente de novas idéias através de um grupo de pessoas que opinam, através de suas experiências profissionais vivenciadas, formas de estimular o desenvolvimento de novos produtos (PAHL & BEITZ, 1993). Para esses autores, o *brainstorming* pode ser indicado quando existe uma percepção geral de que se alcançou um impasse e também quando um produto ou um processo inovador deve ser requerido.

Segundo BAXTER (2000), o *brainstorming* possui o risco de que novas idéias fiquem girando em torno de uma única inicial. Já a técnica do *brainwriting* tenta superar essa deficiência, pois em vez das pessoas falarem sobre as idéias, elas escrevem sobre as mesmas, individualmente.

3.2.1.2 INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR – ESTÁGIO 1

Quando a empresa possuir algumas idéias potenciais, a tarefa a seguir será separá-las, selecioná-las de acordo com sua importância e verificar se realmente essa idéia deve ser conduzida para o desenvolvimento. Este é o passo inicial para o estágio 1, e a partir dele será realizada a investigação preliminar.

Um aspecto relevante do estágio 1 é que para este estágio deve ser destinado uma quantidade baixa de recursos financeiros e descobrir algumas informações iniciais necessárias para que o projeto possa ser completado durante o estágio 2, com informações mais detalhadas, sob aspectos de mercado, técnico e financeiro (COOPER, 1993).

Apesar das despesas financeiras desse estágio serem muito pequenas, o estágio 1 é o primeiro estágio onde recursos são formalmente alocados para o desenvolvimento de novos projetos de produtos. Este estágio por ser o início de todo o processo de desenvolvimento do produto, e que todos os outros estágios estarão ligados a ele, deve ser realizado com bastante critério. A investigação preliminar é subdividida em avaliação preliminar de mercado, avaliação técnica preliminar e avaliação financeira preliminar.

A) AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE MERCADO

Este tipo de avaliação envolve um estudo inicial de mercado. O objetivo é determinar se existe alguma proposta para um produto que tenha perspectiva comercial, para avaliar mercados atrativos e potenciais, medir a possível aceitação de produtos e medir a situação competitiva. A tarefa é descobrir como está posicionado o mercado nas questões de distribuição, crescimento, interesse de compradores e concorrentes, para uma determinada linha de produtos. Dependendo do tipo de produto e tamanho do mercado, podem ser realizadas conversas informais com clientes para verificar satisfação, aceitação e preferências com relação a novos

produtos. Para TSCHOHL & FRANZMEIER (1996), o molde da pesquisa informal é através de discussão simples com grupos potenciais de clientes para obter algumas informações de interesse.

Um exemplo deste tipo de avaliação foi realizado por uma empresa aérea, que buscava produzir um novo modelo de avião, mas possuía dúvidas em relação ao melhor tipo de modelo (um motor turbo-hélice ou a jato). Pela avaliação inicial de mercado, foi verificado que o principal concorrente produziu um modelo a jato CRJ-100⁸, obtendo muito sucesso no mercado; além disso, o mercado norte americano, que é um mercado muito respeitado pela companhia, estava mostrando aversão para os modelos turbo-hélice, um pânico chamado de “*turbo proper avoidance factor*”⁹ (YU *et al.*, 2001).

Para esta fase, devem ser fornecidos limitados recursos financeiros e um curto espaço de tempo para a duração do estudo. No início, podem ser coletadas informações disponíveis dentro da própria empresa (por exemplo, obtendo informações de vendas, distribuidores, pessoas de serviços técnicos), examinando fontes secundárias (por exemplo, relatórios e artigos publicados por revistas especializadas, associações, agências governamentais, e firmas de consultoria) e contatando usuários potenciais (por exemplo, via telefone ou grupos de foco).

B) AVALIAÇÃO TÉCNICA PRELIMINAR

A avaliação técnica preliminar é a segunda fase do Estágio 1. Ela consiste em sujeitar a proposta do produto a alguns setores da empresa (P&D, engenharia de produto e engenharia de processo) para apreciação. A intenção é estabelecer um esboço técnico preliminar, objetivos da performance do produto e verificar, também, as possibilidades dos possíveis riscos técnicos presentes neste produto (COOPER, 1993).

Deve ser nomeada uma força tarefa para discussão, que inclui os setores técnicos da empresa (pode-se utilizar pessoas de fora da companhia) para verificação

⁸ Modelo CRJ-100 a jato de 50 lugares, lançado em 1992, é fabricado pela Bombardier, fabricante canadense de aeronaves civis, sendo a única empresa com projetos e operações de produção em três países.

⁹ *Turbo proper avoidance factor*: espécie de pânico causado em passageiros por viajar em aviões turbo-hélice, principalmente nos Estados Unidos da América.

preliminar das potencialidades técnicas do produto. A empresa deve procurar investigar quais são os aspectos e requisitos técnicos que o produto deverá atender, e ainda, quais são os custos de projeto e tempo estimado de desenvolvimento, assim como equipamentos necessários para a sua fabricação.

Um exemplo desse tipo de investigação foi realizado pela empresa aérea EMBRAER¹⁰ que, através de informações técnicas exploratórias, coletou de seus próprios funcionários as principais características e elementos presentes no desenvolvimento de um novo modelo (YU *et al.*, 2001). De acordo com esta avaliação, as idéias amadurecidas para esse modelo eram trabalhadas por uma equipe de 10 engenheiros bastante experientes, chamada de Ante Projeto. Conforme o autor, essa equipe optou pelo desenvolvimento do modelo a jato ERJ-145¹¹, cujo programa inicial obteve informações preliminares conceituais para o “projeto intuitivo” desse modelo, através de seus clientes potenciais (comandantes, mecânicos, diretores de companhias aéreas, etc.).

C) AVALIAÇÃO FINANCEIRA PRELIMINAR

Depois da avaliação técnica preliminar, a avaliação financeira preliminar também deve estar contida no primeiro estágio. Na avaliação financeira preliminar, a empresa deve estimar expectativas de vendas, custos e investimentos requeridos. Deve haver um equilíbrio financeiro para verificar se a organização não gastará muito dinheiro com o referido projeto (COOPER, 1993).

Está análise financeira é para verificar se haverá o retorno esperado em relação ao investimento requerido para o projeto e qual o tempo estimado deste retorno. O objetivo da avaliação financeira preliminar é verificar se a empresa não irá utilizar recursos elevados para um determinado projeto que ela não tenha condições de desenvolver. Algumas empresas fazem uma análise financeira preliminar em relação ao produto, chamada de Custo Alvo, que consiste em estabelecer um custo máximo para produzir determinado produto, já que o mercado muitas vezes

¹⁰ EMBRAER: Empresa Brasileira de Aeronáutica S/A. Esta empresa está classificada entre os quatro maiores fabricantes de aeronaves comerciais do mundo. Além disso, essa empresa desempenha um papel estratégico no sistema de defesa brasileiro, com mais de 50% da frota da Força Aérea Brasileira constituída de produtos da empresa.

¹¹ Modelo ERJ-145 a jato com capacidade para 50 lugares, lançado em 1995, é fabricado pela EMBRAER.

estabelece o preço final do produto e, dentro desse custo alvo, a empresa deve construir e produzir seu produto (GUNN, 1993). Quanto menor for esse custo alvo, maior será o lucro da empresa e maiores as possibilidades de estabelecer o preço final mais baixo para o produto.

Após o objetivo alcançado da avaliação preliminar de mercado, técnica e financeira, a empresa deve agora acionar o *gate 2* e mover-se para o estágio 2. O estágio 1 mostra algumas recomendações superficiais para o estágio 2. Neste estágio, será dada maior ênfase e atenção às avaliações de mercado, técnica e financeira para o projeto proposto.

3.2.1.3 INVESTIGAÇÃO DETALHADA – ESTÁGIO 2

Na investigação detalhada é onde o projeto deve ser claramente definido; é a última fronteira antes de iniciar o trabalho de desenvolvimento do produto. Neste estágio, as avaliações, iniciadas no estágio anterior (técnica, financeira e de mercado), devem ser complementadas. Este é, talvez, o mais difícil e, certamente, o mais caro dos estágios de pré-desenvolvimento; além disso, é o mais crítico estágio do trabalho de casa (COOPER, 1993).

MORAES FILHO & WEINBERG (2002) descrevem que um dos métodos que podem ser utilizados nesta investigação é a pontuação por índices econômicos, que permite empregar índices como: Taxa de Retorno, Valor de Retorno, Valor Presente e Tempo de Retorno do Investimento, calculados a partir do fluxo de caixa de cada projeto, e, também, a Análise de Risco, que se constitui basicamente na aplicação de índices de probabilidade (técnico, mercado e financeiro) sobre quociente benefício/custo.

Ainda nesta investigação, a empresa estabelece um estudo detalhado sobre qual o mercado alvo para o futuro produto, quais serão os investimentos exigidos e quais os requisitos técnicos mais importantes a serem priorizados, de acordo com as necessidades dos clientes.

Uma pesquisa realizada por POLIGNANO & DRUMOND (2001) mostra a importância deste tipo de investigação para definir qual o melhor produto a ser desenvolvido. Nesta pesquisa, foram levantadas informações sobre produtos similares existentes, previsão de demanda, e quais as características dos produtos

concorrentes. Todas estas informações foram levantadas através de ferramentas apropriadas de avaliações, como, por exemplo, análise descritiva, análise fatorial, análise de correspondência, etc.

Uma das ferramentas muito utilizadas neste tipo de investigação é o QFD, que pode transformar informações de mercado em características técnicas de produtos (COOPER, 1993; CHENG *et al.*, 1995; AKAO, 1996). Um exemplo da utilização do QFD pode ser visto através de SARANTOPOULOS *et al.* (1999), que possibilitou transformar as informações de mercado (qualidade exigida) em parâmetros técnicos (características da qualidade) para a conceituar o produto, até a fabricação do primeiro protótipo do produto.

Ao final da investigação detalhada, deve ser criado um projeto conceitual que possibilite verificar que, de fato, as necessidades dos clientes foram totalmente compreendidas. Para BAXTER (2000), um projeto conceitual deve demonstrar como os produtos deverão atender as necessidades dos consumidores e como serão diferenciados dos concorrentes, quais seus princípios funcionais e de estética. Dependendo do tipo de produto, um projeto conceitual pode ser realizado através da criação de modelos virtuais em computadores.

As fases do estágio 2 se classificam em análise financeira, análise de mercado, *needs-and-wants*, análise competitiva, avaliação técnica detalhada, projeto conceitual.

- Análise financeira: detalhada análise financeira para justificar o projeto;
- Análise de mercado: o objetivo é detalhar o mercado através da medida de seu crescimento, qual sua tendência, comportamento do comprador e posicionamento do concorrente no mercado;
- *Needs-and-wants*: detalhada investigação de mercado que pode estar baseada em entrevistas e questionários para determinar quais são as necessidades dos clientes com relação a um determinado produto;
- Análise competitiva: detalhado estudo para determinar quem são os principais concorrentes, quais são seus pontos fortes e fracos, e suas estratégias em relação ao mercado;

- Avaliação técnica detalhada: tradução das informações de mercado para um produto tecnicamente possível de ser fabricado;
- Projeto conceitual: teste final para se determinar que o conceito do produto de fato corresponde às necessidades e desejos dos clientes.

3.2.1.4 DESENVOLVIMENTO – ESTÁGIO 3

No estágio 3, inicia-se o desenvolvimento conforme destacado por COOPER (1993); aqui é traduzido o plano de negócio¹² dentro de algo físico para ser entregue. Deve ser lembrado que ao final do estágio 3, deve estar um protótipo de produto que deve ter sido pelo menos parcialmente validado com clientes e também via testes laboratoriais (COOPER, 1993).

O protótipo é a representação física do produto final, que será produzido em escala industrial, inclusive passando por todos os testes de funcionamento. Pode ser classificado em protótipo de pré-produção (tamanho, forma e função) e protótipo para a produção (materiais e processos prontos para a produção) (BAXTER, 2000).

Porém, algumas vezes, alguns problemas podem ocorrer em relação à definição do produto. Normalmente, dois problemas ocorrem em projetos durante este estágio de desenvolvimento. Um dos problemas está relacionado à definição de como deve ser o projeto final. Às vezes, ocorre que o conceito do produto realizado no estágio anterior não possui consistência dentro daquilo que o cliente exigiu, devido à empresa ignorar alguns requisitos feito pelo cliente. Alguns problemas técnicos encontrados durante o desenvolvimento podem ter forçado um relaxamento de certos requisitos de performance ou omitidos certos aspectos desejados pelos clientes.

Outro problema ocorre devido ao mundo ser dinâmico, ou seja, estar em constantes modificações. É possível notar que as entradas da definição de projeto devem ter sido definidas e justificadas nos estágios prévios de desenvolvimento. Entretanto, o desenvolvimento pode comprometer meses, e às vezes anos, e muitos imprevistos nestas definições e justificações podem ocorrer durante o tempo de

¹² Plano de negócio (*business case plan*): os resultados alcançados nos estudos de mercado, técnico e financeiro definem como devem ser produto e o projeto, incluindo a justificação e atividades para o projeto (PDMA, 2002).

estruturação. O mercado pode mudar no meio do caminho durante o desenvolvimento, fazendo as estimativas e aceitações originais de mercado inválidas.

Segundo COOPER (1993), para superar estes dois problemas, este estágio deve garantir que o protótipo do produto, de fato, encontre os verdadeiros atributos exigidos pelos clientes. Para que isto ocorra, testes com clientes potenciais devem ser realizados dentro de ambientes reais de uso. A outra solução está na redução no ciclo de desenvolvimento do produto; esta redução diminui o impacto das mudanças circunstanciais relacionadas ao produto. O QFD também vem contribuir nessas atividades citadas por COOPER (1993).

3.2.1.5 VALIDAÇÃO E TESTE – ESTÁGIO 4

O propósito do estágio 4 é proporcionar uma validação total para o projeto sob âmbitos comerciais, ou seja, relacionado à produção e comercialização. As atividades típicas devem incluir extensos testes do produto na fábrica, testes em campo com clientes ou usuários, testes de mercado e produção piloto.

Em um teste preferencial, o cliente, individualmente ou em grupo, é exposto para finalizar o produto dentro de seus interesses, gostos e preferências. Isto é muito útil, pois proporciona uma leitura mais acurada e provável da aceitação do mercado do que em relação ao conceito teste do pré-desenvolvimento ou algum outro teste com o cliente durante o desenvolvimento.

Durante os testes preferenciais, no estágio 4, os clientes são expostos a um produto real, o qual eles podem tocar, experimentar e avaliar. Muito mais informações estão presentes para eles. Com isso, os clientes têm condições de responder e reagir melhor às questões relacionadas a aceitação de mercado. Os testes preferenciais podem proporcionar melhorias e correções relacionados ao produto que está sendo testado. A finalidade do teste preferencial está em determinar a aceitação do cliente em relação ao produto. Um exemplo desse tipo de teste, para a verificação da aceitação de um novo produto, pode também ser realizado por revistas especializadas, que além de fazer o marketing do produto, têm condições de verificar a reação de aceitação de futuros compradores com o referido produto. Um exemplo desse tipo de teste foi realizado pela revista científica Galileu (GALILEU, 1999) que, a

pedido do fabricante Toyota¹³, realizou alguns testes com um modelo híbrido denominado Prius¹⁴. Esse veículo já havia sido lançado no mercado japonês, mas no Brasil, o veículo não havia sido lançado e o teste foi o feito com exclusividade.

Outro tipo de teste relacionado, que deve ser adotado, é o teste de campo. O teste ou prova de campo permite aos clientes usar o produto através de um longo período, inclusive em suas instalações. Assim, as reações e intenções dos clientes podem ser baseadas em informações mais detalhadas.

Esse tipo de teste pode também ser feito dentro das próprias instalações da empresa fabricante do produto, desde que ela reproduza perfeitamente o ambiente ao qual o produto será exigido e que o teste envolva um cliente potencial. Um exemplo foi realizado pela empresa automotiva Mitsubishi¹⁵, que construiu uma pista de *test-drive*¹⁶, que simula as dificuldades enfrentadas por seus modelos que são expostos. Um cliente, então, pode escolher um dos modelos apresentados e fazer o teste pela pista. Os clientes são acompanhados por instrutores da empresa que, além de dar instruções de formas a dirigir pelo tipo de terreno podem, também, ouvir dos clientes sugestões e críticas relacionadas ao produto testado (ALVES, 2002).

Um outro tipo de teste de prova de campo que pode ser realizado, no caso de veículos automotores, é a participação em eventos competitivos, como, por exemplo, o Rally Paris Dakar¹⁷. Neste tipo de competição, os veículos são colocados a prova em um terreno com altíssima dificuldade, exigindo o máximo de suas características, através da pilotagem de profissionais experientes. Estas competições servem para avaliar o desempenho dos veículos e, também, para a verificação de possíveis inovações e melhorias em modelos futuros.

¹³ Toyota Motor Corporation Ltda é um fabricante de veículos japonês que produz uma gama variada de modelos, entre os quais estão o Celica, Matrix, Corolla, Land Cruiser e o Prius (TOYOTA MOTOR CORPORATION, 2002).

¹⁴ Prius é um veículo sedã híbrido (um motor a gasolina e outro elétrico) produzido pela Toyota.

¹⁵ Mitsubishi Motors Corporation é um fabricante de veículos japonês que possui unidades espalhadas ao redor do mundo, inclusive no Brasil, representado pela Mitsubishi Corporation do Brasil S.A. que produz os modelos L200R, L, GL, e GLS, Cabine Dupla para o mercado brasileiro (MITSUBISHI MOTORS CORPORATION, 2002).

¹⁶ Pista de *test-drive* foi montada pela Mitsubishi em Ilhabela, no litoral de São Paulo, possui uma área de 2400m², na praia de Engenho D'Água.

¹⁷ Rally Paris Dakar é uma competição que possui de 8500 km à 15000 km, conforme a edição. O percurso nunca é repetido, mudando a cada edição. Sua característica é *off-road*, ou seja, existem obstáculos naturais a serem transpostos (PETROBRÁS LUBRAX, 2002).

Segundo COOPER (1993), testes de campo são particularmente apropriados para produtos complexos, para produtos que requerem um período de aprendizagem e quando requerem do cliente um tempo maior para avaliar as potencialidades dos produtos. Este tipo de teste também é útil para descobrir deficiências relacionadas ao produto, que não foram apresentadas nos testes laboratoriais e outros tipos de testes.

Para empreender uma prova de campo, uma amostra potencial de clientes deve ser identificada e quantificada para que, em seguida, o produto seja cedido ao cliente. Os clientes podem utilizá-lo em casa, no trabalho e na fábrica. Os clientes, então, avaliam estes produtos sobre as questões usuais de interesse.

Um exemplo de prova de campo foi realizado com clientes usuários de tratores de coleta de árvores, conforme COOPER (1993). Inicialmente, todos os testes laboratoriais relacionados ao produto foram realizados com sucesso na empresa. Após isto, este produto foi enviado ao cliente de uma determinada região, e mais uma vez, o produto foi aprovado. Porém, um outro cliente, que também participava da prova de campo, não aprovou. Como a região deste último cliente era úmida e chuvosa, as máquinas acabavam enalmando devido à pouca potência de seus motores. A mudança foi necessária e custosa, mas muito melhor do que possuir uma série de máquinas enalhadas pelo país devido à falta de potência dos motores.

Os testes realizados com o cliente devem ter os seguintes objetivos (COOPER, 1993):

- Determinar se o produto trabalha bem nas condições usuais;
- Indicar se o produto é aceitável pelo cliente;
- Medir o nível de interesse do cliente e intenção de compra;
- Calcular a sensibilidade de preço, quanto ele estaria disposto a pagar por este produto;
- Determinar os atributos, benefícios e aspectos que o cliente responde com maior força.

Depois de o produto ter sido testado e aprovado pelo cliente, o plano de *marketing* e de produção deve também ser finalizado, simultaneamente. Para o

mercado, devem estar prontos o preço, a publicidade, a promoção, força de vendas, etc. Ao mesmo tempo, o produto deve ser produzido em uma quantidade limitada, ou seja, uma produção piloto. O objetivo é verificar se a estratégia e programa visualizados garantirão as vendas e lucros esperados. Se o resultado obtido não for o esperado, então deve-se escolher entre modificar a estratégia ou “matar” (interromper) o projeto.

Os caminhos existentes para avaliar o plano de *marketing* e produção são os testes de mercado. Em um teste de mercado, o produto é exposto a alguns clientes através de lojas autorizadas, e então, verifica-se a possível aceitação do produto através dos consumidores. Apesar desse tipo de teste ser direcionado a alguns clientes, ele permite uma velocidade rápida de retorno das informações desejadas e confiabilidade e sigilo, já que existe menos risco do concorrente obter informações sobre o produto.

3.2.1.6 LANÇAMENTO NO MERCADO – ESTÁGIO 5

A avaliação final da decisão de seguir para o lançamento e produção final dependerá dos resultados encontrados nos testes de mercado e provas de vendas e na produção piloto. Neste momento, a empresa deve estimar os custos de produção e *marketing*, volumes de vendas, preço final e a margem de lucro esperada. Antes que o produto seja movido para uma escala comercial, uma minuciosa análise financeira deve ser realizada, de forma a definir um valor mínimo percentual de retorno que o produto pode trazer. Para que o produto possa ter sucesso, mesmo em um mercado pessimista, a expectativa de retorno do produto deve exceder a esse mínimo percentual anteriormente calculado.

3.2.2 ESTRUTURA DE DESENVOLVIMENTO DO FUNIL

Uma outra estrutura de desenvolvimento de produto é o processo do funil. O desenvolvimento de novos produtos e processos, descrito por CLARK & WHEELWRIGHT (1993), possui quatro estágios, iniciando no conceito do produto e

finalizando no *ramp-up*¹⁸. A Figura 3.2 mostra cada um dos estágios e fases do desenvolvimento.

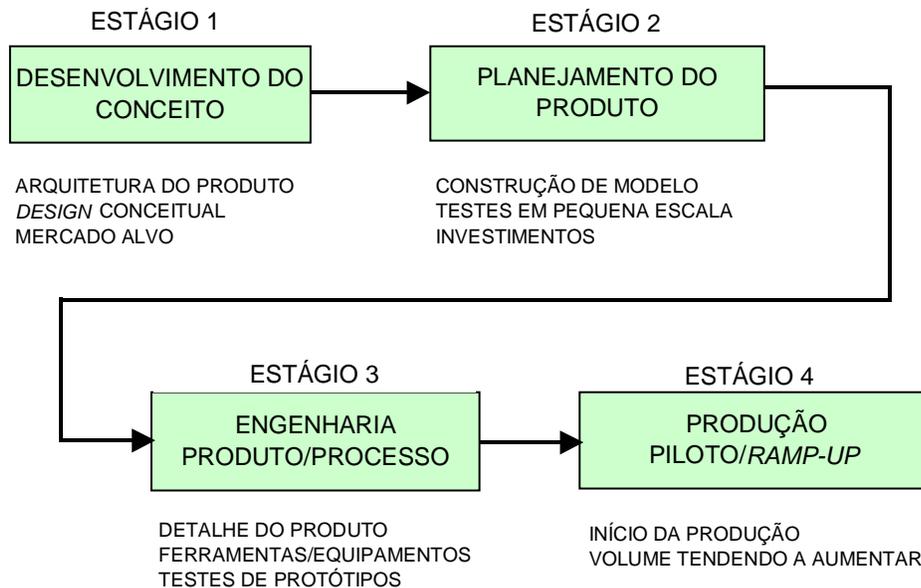


FIGURA 3.2: ESTÁGIOS E FASES DE DESENVOLVIMENTO

Nos dois primeiros estágios, desenvolvimento do conceito e planejamento do produto, informações sobre oportunidade de mercado, ação competitiva, possibilidades técnicas e de produção devem ser combinadas para colocar em ação a arquitetura de novos produtos (CLARK & WHEELWRIGHT, 1993). Isto inclui a concepção conceitual, mercado alvo, níveis técnicos desejados, investimentos requeridos e impacto financeiro exigido.

Nos dois últimos estágios, o produto toma forma, com a conversão de todos os detalhes de produção e vendas esperadas. Ferramentas de produção e comercial devem ser afinadas a fim de que seja possível, ao final, atender ao mercado através de altos volumes de produtos (CLARK & WHEELWRIGHT, 1993).

O desenvolvimento de um novo produto deve atender pelo menos dois objetivos básicos, vitais para o sucesso do produto. O primeiro é a velocidade durante o desenvolvimento, ou seja, tornar o produto acessível ao cliente em um menor tempo

¹⁸ No *ramp-up*, a empresa inicia a produção comercial com níveis baixos de produção, tendendo a aumentar a produção conforme houver aumento de vendas do produto (CLARK & WHEELWRIGHT, 1993).

possível e, o segundo ter capacidade de produzir produtos que satisfaçam as necessidades e expectativas dos clientes (CLARK & WHEELWRIGHT, 1993). Portanto, é através da realização eficiente destes estágios que será possível disponibilizar um produto que possa obter sucesso no mercado.

3.2.2.1 DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO – ESTÁGIO 1

Segundo TAKAHASHI (1999), conceito do produto é a definição das características do produto originadas através da perspectiva do consumidor. Neste estágio, os projetistas e planejadores têm a função de criar um conceito através das pesquisas futuras de mercado, técnicas e outras condições, como engenharia avançada.

Todo o projeto de produto é baseado na identificação de uma necessidade que muitas vezes não se apresenta de maneira clara em meio às diversas situações que envolvem o mercado. Portanto, é necessário uma série de investigações para que as dúvidas e incertezas relacionada ao futuro projeto venham a ser sanadas e que as reais necessidades de mercado sejam supridas. Neste estágio, o planejamento estratégico em relação ao conceito do produto deve ser especificado através de três dimensões críticas, que são aquelas baseadas no mercado, nas questões financeiras e parâmetros técnicos (GRIFFIN & PAGE, 1996).

3.2.2.2 PLANEJAMENTO DO PRODUTO – ESTÁGIO 2

O planejamento do produto tem a função de traduzir o conceito do projeto em especificações detalhadas de projeto. A questão central deste estágio é desenvolver um plano que concilie supremacia desse projeto em relação aos concorrentes e que também satisfaça as necessidades dos clientes (CLARK & FUJIMOTO, 1991).

Para conciliar objetivos competitivos e necessidades, pode ser utilizado o QFD, que transforma as necessidades de mercado em características técnicas de produtos (CLARK & WHEELWRIGHT, 1993; CHENG *et al.*, 1995; AKAO, 1996). Neste estágio, o produto real ainda não foi desenvolvido, mas, através da interpretação das necessidades de mercado, pode ser transformado em parâmetros técnicos de tecnologia, componentes, custos e confiabilidade.

Neste estágio, os projetistas podem definir modelos conceituais que mais representem o produto, como, por exemplo, modelos virtuais que possibilitem ao cliente reais condições para avaliar se suas exigências foram transferidas para o produto. Segundo CLARK & WHEELWRIGHT (1993), se o modelo não representar as necessidades que o cliente especificou, então os engenheiros devem rever o projeto, estabelecer novos conceitos para que o projeto encontre os requisitos exigidos pelo cliente.

3.2.2.3 ENGENHARIA PRODUTO/PROCESSO – ESTÁGIO 3

Depois que o produto for definido através dos requisitos técnicos exigidos pelos clientes, é necessário tornar este produto algo possível de ser fabricado. A definição de um produto está diretamente vinculada à sua forma de produção; assim, pequenas mudanças no projeto do produto podem ter profundas conseqüências na forma em que a produção irá trabalhar. Essas mudanças podem afetar não somente o custo final do produto, mas, também, o tempo total do ciclo de desenvolvimento (SLACK *et al.*, 1997).

A organização deve se preocupar com todo o sistema de produção, incluindo os equipamentos tecnológicos utilizados para o processamento do produto e componentes (BLACK, 1998). Assim, neste estágio, os setores de engenharia de produto e processo devem estar perfeitamente harmonizados, de forma que o melhor produto seja produzido através de meios coerentes, a fim de que seja possível à organização disponibilizar os melhores meios de produção para produzir o produto no menor tempo possível.

3.2.2.4 PRODUÇÃO PILOTO/RAMP-UP – ESTÁGIO 4

Este é o último estágio antes de se iniciar a produção seriada relacionada a este produto. Segundo CLARK & WHEELWRIGHT (1993), durante a produção piloto são produzidas unidades limitadas de produtos, e testes de produção e comercialização são realizados. Neste estágio, todas as ferramentas de produção e comerciais devem estar prontas e corretas para atender a volumes altos de produção.

No *ramp-up*, a empresa inicia a produção comercial com níveis baixos de volume, tendendo a aumentar conforme a habilidade de vendas e capacidade de produção.

3.2.2.5 APRESENTAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO POR MEIO DO FUNIL

Segundo CLARK & WHEELWRIGHT (1993), o desenvolvimento pode atravessar obstáculos que tornam complexo o processo de desenvolvimento, diminuindo sua capacidade de obtenção de sucesso. Entre os problemas que podem ser evidenciados em um processo de desenvolvimento estão (CLARK & WHEELWRIGHT, 1993):

- Lentidão para resolver problemas: toda atividade de um novo produto envolve incertezas e conflitos técnicos que exigem recursos para a sua solução. Entretanto, às vezes, recursos escassos são destinados ao projeto e as soluções dos problemas acabam sendo parciais;
- Comunicação ineficiente entre funções: às vezes, o que ocorre é que, devido à falta de uma comunicação mais interativa entre as funções, um projeto pode ter falhas que poderiam ser evitadas. Por exemplo, a engenharia pode projetar um novo item que, devido à sua complexidade, a fábrica não tem condições de executar com seus equipamentos atuais; além disso, este item poderia não ter tanta importância aos olhos do cliente;
- Alvo móvel: devido ao fato do mercado ser dinâmico, as mudanças tecnológicas estão em constante modificação. Assim, pode ocorrer que o produto, que foi projetado em um determinado momento, talvez não reflita a realidade do mercado quando este estiver sendo lançado.

A fim de atender a esses pontos problemáticos, o QFD pode ser utilizado para auxiliar no primeiro e segundo pontos levantados por CLARK & WHEELWRIGHT (1993).

Para resolver os problemas que ocorrem durante o desenvolvimento de produtos, CLARK & WHEELWRIGHT (1993) conceituaram a estrutura do funil. O conceito do funil consiste na definição do modo como a organização identifica,

seleciona, revisa e converge o conteúdo de um projeto durante seu desenvolvimento. Isso também é observado por BROWN & EISENHARD (1995), que salientam que o essencial no desenvolvimento de um produto não está somente nas mudanças de mercado e técnicas, mas, também, em um cuidadoso planejamento de desenvolvimento, que seja bem coordenado através de grupos funcionais, e que a administração superior se envolva em todos os momentos, alocando recursos e disponibilizando as melhores pessoas para o desenvolvimento.

O Funil enfoca a organização, o conceito do projeto e as questões financeiras. Segundo TAKAHASHI (1999), o objetivo é criar um pacote de projetos compatíveis com os objetivos de negócios da empresa. Assim, a idéia básica da estrutura do Funil é a de que podem existir várias alternativas de projeto para o desenvolvimento, mas somente as melhores idéias serão realmente conduzidas para o processo de desenvolvimento.

Segundo CLARK & WHEELWRIGHT (1993), o funil envolve, basicamente, três dimensões: (1) processo de desenvolvimento para criar projetos; (2) processo para alcançar convergência de qualquer projeto conceitual para um projeto detalhado; (3) compromisso para o mercado. Para estes mesmos autores, os principais desafios que uma organização enfrenta com a estrutura do funil são: alargar sua boca, estreitar o pescoço do funil e selecionar as melhores idéias possíveis de projeto de produto.

Quando a organização alarga a boca do funil, ela amplia a base de conhecimento, possibilitando ter acesso a informações pertinentes a projetos de produtos. Existem várias formas de obter estas informações, como laboratórios de pesquisas, relacionamentos com universidades, informações de clientes.

O segundo desafio é estreitar o pescoço do Funil; assim, depois de gerar várias idéias alternativas, a organização deve filtrá-las e focar recursos nas oportunidades mais atraentes. A parte difícil é saber identificar quais as oportunidades tecnológicas da empresa e quais são os recursos exigidos pelo projeto.

O terceiro desafio é assegurar que as idéias selecionadas encontrem os objetivos propostos para cada projeto. Esta tarefa considera como e quando devem ser desenvolvidos os produtos. A Figura 3.3 mostra o modelo teórico apropriado para um funil de desenvolvimento de projetos de produtos.

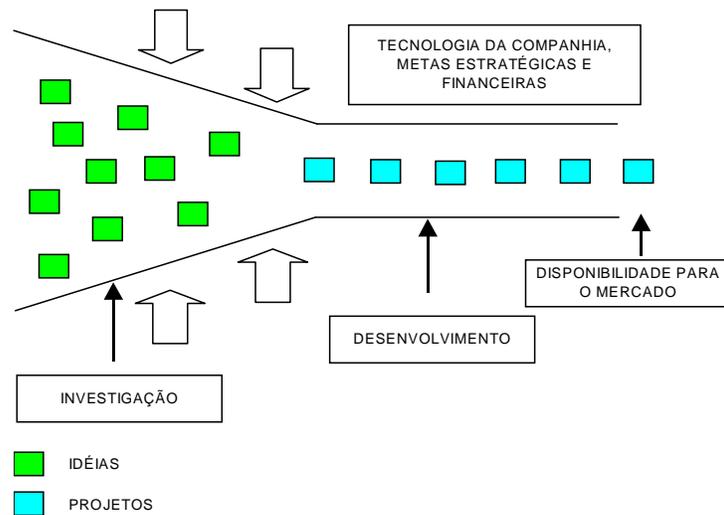


FIGURA 3.3: FUNIL IDEAL TEÓRICO
FONTE: CLARK & WHEELWRIGHT (1993, p. 294)

Segundo TAKAHASHI (1999), existem três modelos básicos de funil: o modelo 1 dirigido pelo P&D, o modelo 2 para projetos simples e o modelo 3, que enfoca as melhores características dos modelos anteriores.

O modelo 1, mostrado na Figura 3.4, é comum em grandes empresas de tecnologia intensiva. As empresas aderem a este modelo em seus grupos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) para gerar idéias em tecnologia e para novos processos. Este modelo envolve projetos complexos e de alto custo. Este modelo pode utilizar uma série de filtros para a seleção eficiente de projetos de produtos até a introdução no mercado (TAKAHASHI, 1999).

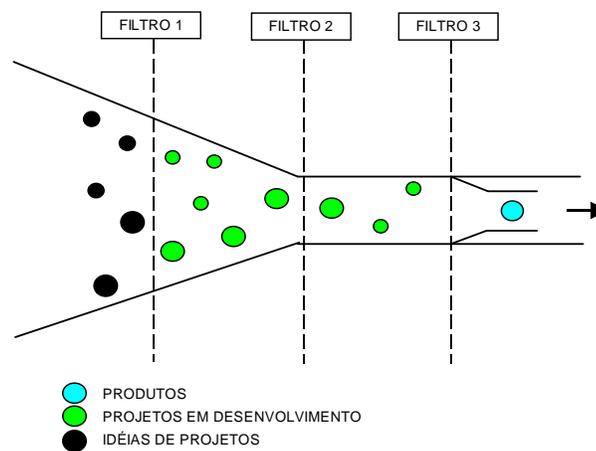


FIGURA 3.4: MODELO 1 – FUNIL DIRIGIDO PELO P&D
FONTE: CLARK & WHEELWRIGHT (1993, p. 301)

Segundo CLARK E WHEELWRIGHT (1993), os filtros iniciais tendem a ser técnicos em sua natureza, enfocando o conceito e a viabilidade, os filtros intermediários enfatizam a viabilidade de fabricação e as possibilidades econômicas, e os filtros finais incluem as necessidades específicas dos clientes e interesses dos canais de distribuição, antes da introdução comercial do produto.

Para TAKAHASHI (1999), o modelo 2, ao contrário, é originado de uma variedade de fontes da empresa. Estas fontes são rapidamente filtradas e combinadas em um projeto único que encontre perspectivas de mercado. Neste modelo, a alta gerência estabelece limites para o projeto; os critérios para a seleção do projeto são os potenciais de mercado e financeiro. Normalmente, são as pequenas empresas que seguem este modelo.

A Figura 3.5 mostra o modelo 2, também chamado de “ovos em uma cesta”. Entretanto, para este modelo, um dos problemas que ocorre é a maneira única de desenvolvimento como linha guia para outros projetos. Assim, produtos podem surgir no mercado de forma muito similar, sem atrativos para o cliente (CLARK & WHEELWRIGHT, 1993).

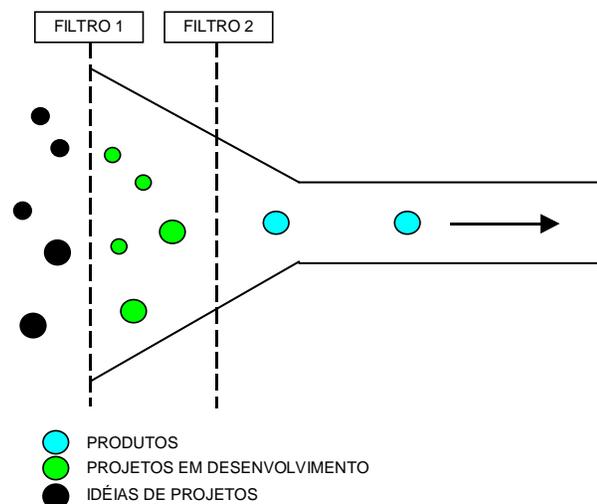


Figura 3.5: Modelo 2 – Ovos em uma Cesta
 FONTE: CLARK & WHEELWRIGHT (1993, p. 301)

O modelo 3, ilustrado na Figura 3.6, combina e integra as melhores características dos modelos 1 e 2 (TAKAHASHI, 1999). Esse modelo está dividido em três fases, que são: a geração de idéias do projeto, detalhamento da proposta do projeto, e revisão do desenvolvimento e seleção dos melhores projetos.

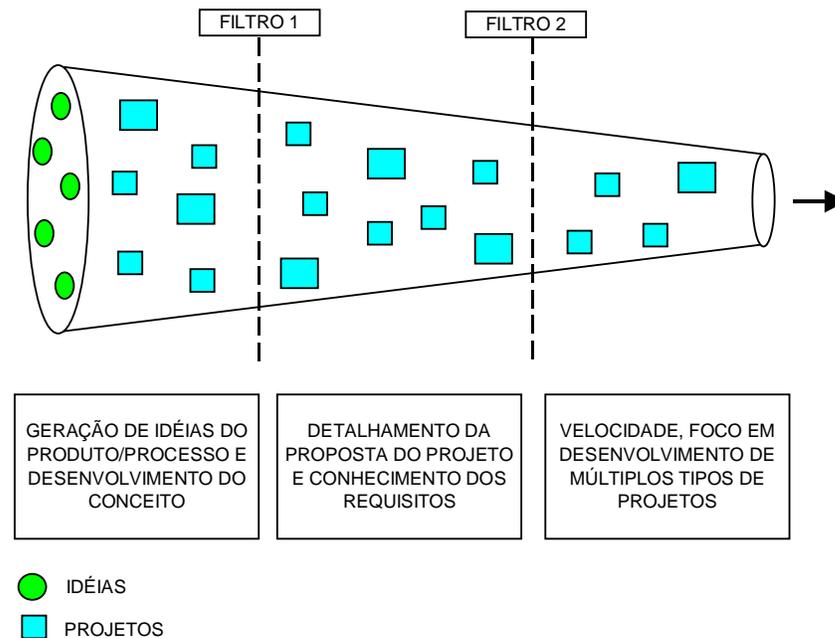


FIGURA 3.6: MODELO 3 – MODELO PRÁTICO IDEAL
 FONTE: CLARK & WHEELWRIGHT (1993, p. 306)

Para CLARK & WHEELWRIGHT (1993), este modelo se aproxima bastante do modelo teórico, e os meios para aumentar a boca do funil (fase 1) podem vir das mais variadas fontes de informações, tanto internas quanto externas. Segundo CLARK & WHEELWRIGHT (1993), para a fase 1 estar completa, devem ser identificadas idéias potenciais que podem ser atribuídas tanto a projetos plataforma, quanto a projetos derivativos, e a escolha do tipo de projeto a ser adotado influenciará em toda a forma de condução organizacional do processo de desenvolvimento.

Para TATIKONDA (1999), projetos plataformas e derivativos devem ter seu processo de desenvolvimento tratado de forma separada, pois representam formas diferentes de estratégias organizacionais. Segundo o autor, se estes tipos de projetos forem tratados de forma semelhante, seu desenvolvimento pode ser deficitário e levar, inclusive, ao fracasso do projeto.

Após a fase 1 chegar ao final, ela deve passar através do filtro 1, que analisa as idéias quanto a sua adequação com as estratégias tecnológicas e de produto/mercado, seu potencial na execução do plano agregado e sua adequação como uma aplicação dos recursos de desenvolvimento da empresa (TAKAHASHI, 1999).

Na próxima fase, ocorre um detalhamento das características técnicas do conceito do produto dentro daquilo que é possível para a empresa desenvolver, criando uma seqüência apropriada de desenvolvimento para os projetos definidos (CLARK & WHEELWRIGHT, 1993). Este meio de funil define tanto as características de projeto, quanto as estratégias de mercado.

O filtro 2 revisa as opções de desenvolvimento do produto e processo e seleciona aquelas que se tornarão projeto de desenvolvimento (TAKAHASHI, 1999). Assim, é um ponto de decisão, que consolida ou não o projeto; se o projeto passar através dele, então será consolidado e provido de recursos que levarão ao mercado um produto completo sob as expectativas esperadas.

Na fase 3, a administração revisa o desenvolvimento do produto e as opções de processo e seleciona quais serão as melhores para a execução do projeto (CLARK & WHEELWRIGHT, 1993).

3.2.3 SISTEMA APQP – *ADVANCED PRODUCT QUALITY PLANNING* – PLANEJAMENTO AVANÇADO DA QUALIDADE DO PRODUTO

O conjunto de requisitos e manuais de referência do Sistema da Qualidade QS 9000 foi desenvolvido para harmonizar os sistemas da qualidade de montadoras automotivas, facilitando e simplificando a comunicação com a base de fornecedores. Isto tornou-se necessário devido ao fato de que muitos fornecedores utilizavam padrões diferentes que não atendiam aos procedimentos exigidos pelos clientes.

Os requisitos de certificação QS 9000 adotam integralmente a norma ISO 9001, incorporando, ainda, novas interpretações e adições à série ISO 9000, que são essenciais para o planejamento, garantia e melhoria da qualidade de produtos e processos da cadeia produtiva do setor automobilístico (QS 9000, 1998). Assim, enquanto os requisitos da série ISO 9000 são generalistas, os requisitos da QS 9000 são deterministas (BARRELA, 1997).

A QS 9000 foi lançada em 1994 pelas montadoras americanas Ford, General Motors e Chrysler, e, até 1998, foram realizadas duas revisões, sendo a primeira em 1995 e a segunda em 1998 (QS 9000, 1998). Segundo GONZALEZ & MIGUEL (2000), esta norma está dividida em três secções: a primeira enfoca os 20 elementos da ISO 9000, e mais alguns requisitos adicionais em 18 deles; a segunda, engloba requisitos

de sistematização do desenvolvimento de produto, através do *Advanced Product Quality Planning* (APQP) e o *Production Parts Approval Process* (PPAP), requisitos de gerenciamento de um processo de melhoria contínua através do monitoramento de indicadores, buscando reduzir os custos de produtos e enfocando a avaliação da capacidade dos processos de manufatura. Na sua terceira seção, que pode ser considerada a parte “restrita” da norma, são apresentados, de maneira separada, os requisitos específicos de cada uma das montadoras.

A QS 9000 fornece, através do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP), um modelo de planejamento da qualidade e um conjunto de ferramentas a serem utilizadas em cada fase do desenvolvimento do produto. ROZENFELD *et al.* (1998) definem que o objetivo do APQP é enfatizar o planejamento adiantado da qualidade, através de um método estruturado para definir e estabelecer as etapas necessárias para assegurar a qualidade exigida pelo cliente.

Algumas vantagens encontradas com o uso do APQP são (APQP, 1997):

- Proporcionar uma efetiva comunicação com todos os setores envolvidos durante o desenvolvimento do produto;
- Direcionar recursos para satisfazer o cliente;
- Oferecer um produto de qualidade, dentro do prazo, ao custo mais baixo;
- Evitar alterações de última hora.

O APQP é uma metodologia muito importante dentro do sistema da qualidade da QS 9000, pois gerencia todo o desenvolvimento do produto, desde o fechamento do contrato, até a aprovação das peças de produção. ROZENFELD *et al.* (1998) salientam que, no planejamento da qualidade, devem ser determinadas as fases, que são delimitadas por eventos. Esses eventos podem variar de acordo com as características da empresa.

No APQP (1997), as principais fases são: planejar e definir o programa; desenvolver e projetar o produto; desenvolver e projetar o processo; validar o produto e o processo; e obter *feedback*, avaliação e ações corretivas. Para ROZENFELD *et al.* (1998), os eventos principais especificados na norma da APQP são: 1 – Concepção do produto; 2 - Aprovação do programa; 3 – Protótipo; 4 – Lote piloto; 5 – Lançamento do

produto. A Figura 3.7 ilustra o cronograma de planejamento do APQP, com suas principais fases e eventos.

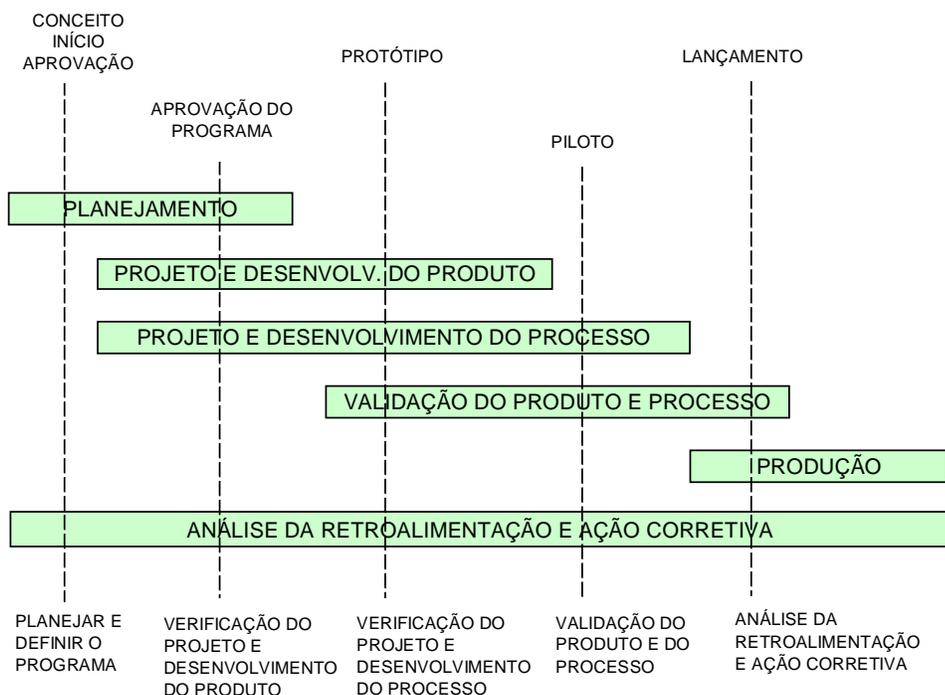


FIGURA 3.7: PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DO APQP
 FONTE: APQP (1997, p. 6)

Todo o cronograma de planejamento do APQP será resumidamente descritos a seguir. Deve ser salientado que, para cada fase, existe uma série de recomendações que devem ser cumpridas pelos fornecedores. Nas recomendações dessas fases podem, ainda, estar incluídos métodos e ferramentas que auxiliam a atender os objetivos do cronograma. Entretanto, dentro desse tópico, esses métodos e ferramentas não estarão incluídos.

3.2.3.1 PLANEJAMENTO E DEFINIÇÃO DO PROGRAMA

O Planejamento e Definição do Programa é a seção que descreve como determinar as necessidades e expectativas dos clientes, de forma a planejar e definir um programa de qualidade. São descritas as seguintes recomendações: a voz do cliente; plano de negócios (estratégia de *marketing*); dados de *benchmark* do produto e processo; premissas do produto/processo; estudos sobre a confiabilidade do

produto; *inputs* do cliente; objetivos do projeto; metas de confiabilidade e de qualidade; lista preliminar de materiais; fluxograma preliminar do processo; lista preliminar de características especiais de produto e processo; plano de garantia do produto; suporte da gerência.

3.2.3.2 PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

Esta é a seção que discute os elementos do processo de planejamento, durante o qual as características de projeto são desenvolvidas próximas à fase final. Nesta seção, são descritos: FMEA de projeto; projeto para a produção e montagem; verificação do projeto; análises críticas de projeto; construção do protótipo; desenhos da engenharia; especificações da engenharia; especificações de material; alterações de desenhos e especificações; requisitos para novos equipamentos, ferramental e instalações; características especiais do produto e do processo; requisitos para meios de medição (equipamentos de teste); comprometimento de viabilidade da equipe; suporte da gerência.

3.2.3.3 PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO

Esta é a seção que discute as principais características para se desenvolver um sistema de manufatura e seus respectivos planos de controle para obter produtos com qualidade. Nesta seção, estão contidos: padrões de embalagem; análise crítica do sistema da qualidade do produto/processo; fluxograma do processo; *lay-out* das instalações; matriz de características; FMEA de processo; plano de controle de pré-lançamento; instruções do processo; plano de análise dos sistemas de medição; plano de estudo preliminar da capacidade do processo; especificações de engenharia; suporte da gerência.

3.2.3.4 VALIDAÇÃO DO PRODUTO E DO PROCESSO

Esta é a seção que discute as características principais de validação do processo de manufatura através de avaliação de uma corrida piloto de produção. Nesta seção, estão contidos: corrida piloto de produção; avaliação de sistemas de medição; estudo preliminar da capacidade do processo; aprovação da peça de produção; testes de validação da produção; avaliação de embalagem; plano de controle de produção e aprovação do planejamento da qualidade; suporte da gerência.

3.2.3.5 RETROALIMENTAÇÃO, AVALIAÇÃO E AÇÃO CORRETIVA

O planejamento da qualidade finaliza com a avaliação da efetividade do esforço do planejamento da qualidade do produto, através da descrição dos seguintes pontos: variação reduzida; satisfação do cliente e assistência técnica.

A meta da QS 9000 é o desenvolvimento de sistemas básicos da qualidade que promovam a melhoria contínua, enfatizando a prevenção de defeitos e a redução de variações e desperdícios em toda a cadeia de fornecimento (QS 9000, 1998). Assim sendo, apesar desta norma ser cumprida por fornecedores específicos de montadoras, ela também pode ser seguida por outros segmentos de empresas que buscam estruturar seu sistema da qualidade, quantificando e buscando melhorias em todo o processo de desenvolvimento de produto.

Quando existem certas tendências negativas ou de pontos degenerados em certos indicadores, são tomadas ações corretivas buscando o enquadramento destes na direção das metas desejadas. Nestas ações, nota-se a importância da aplicação dessa metodologia estruturada na análise e solução de problemas dentro da empresa, pois ela fornece uma direção correta a ser seguida e possibilita a utilização de diversas ferramentas que permitem quantificar os indicadores que visam melhorias (GONZALEZ, 1999).

Além disso, a QS 9000 favorece a interfuncionalidade organizacional, permitindo que exista uma conscientização maior e uma linguagem de melhor interpretação entre os setores funcionais participantes, tornando o processo de desenvolvimento de produtos mais equilibrado e formalizado, pois todas as tarefas passam a ser melhor documentadas e avaliadas.

Para GONZALEZ (1999), o APQP é a “viga mestra” da QS 9000 para o desenvolvimento de produtos, demonstrando, em cada uma de suas etapas, o cumprimento de tarefas pertinentes e prazos, melhoria significativa da qualidade e redução de custos do produto e do processo.

3.3 DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE - QFD

O método QFD começou a se destacar quando, em 1973, o estaleiro de Kobe da Mitsubishi Heavy Industry consolidou o Desdobramento da Função Qualidade

através da junção do Desdobramento da Função Qualidade no sentido restrito com o Desdobramento da Qualidade (AKAO, 1996), descritos na seqüência.

Segundo OHFUJI *et al.* (1997), o Desdobramento da Função Qualidade no sentido amplo (QFD) é constituído pelo Desdobramento da Qualidade (QD) e Desdobramento da Função Qualidade no sentido restrito (QFD_r). O QD é definido como: conversor das exigências dos usuários em características da qualidade; definição da qualidade do projeto do produto acabado; desdobramento da qualidade em qualidade de outros itens (qualidade de cada uma das peças funcionais, qualidade de cada parte, elementos do processo).

Segundo CHENG *et al.* (1995), no QD são definidas as metas do produto, os desdobramentos sucessivos e o sistema de padrões. As metas do produto estão relacionadas com a própria estratégia da empresa em relação ao mercado disponível; por exemplo, uma empresa prospectora deve ter uma estratégia de produto voltada para a inovação (GRIFFIN & PAGE, 1996).

Uma vez estabelecidas as metas do produto, o próximo passo é o estabelecimento dos desdobramentos sucessivos. Para operacionalizar estes desdobramentos, são utilizadas tabelas, matrizes e modelos conceituais (CHENG *et al.*, 1995).

Segundo AKAO (1996), a união da “Tabela de Desdobramento da Qualidade Exigida” com a “Tabela de Desdobramento das Características da Qualidade” forma a Matriz da Qualidade. É considerada uma matriz porque os itens de qualidade exigida têm relação com algumas características da qualidade.

As relações entre as duas tabelas podem ser de três tipos: extração (qualitativa), conversão (quantitativa) e de correlação (intensidade). A extração acontece quando os elementos de uma tabela são obtidos a partir de outra; a correlação consiste em identificar o grau de influência (forte, média, fraca ou inexistente) que um item de uma tabela exerce sobre a outra; e a conversão consiste em transferir a importância, ou seja, o peso relativo a cada item de uma tabela para os itens de outra tabela, através das correlações identificadas no interior da matriz (CHENG *et al.*, 1995).

Para a matriz da qualidade ser finalizada, é necessário estabelecer a qualidade planejada e a qualidade projetada. Segundo AKAO (1996), existem dois pontos de vista para determinar a qualidade planejada: um é o ponto de vista do cliente, ou seja, quais são as qualidades mais importantes para ele, e o segundo é o da própria empresa, que a compara com os concorrentes. A qualidade projetada deve ser considerada como o plano de melhoria para as características da qualidade do produto.

Segundo CHENG *et al.* (1995), o plano de melhoria significa definir novos valores para as características da qualidade ou manter os valores atuais, com o objetivo de superar os concorrentes naqueles itens de maior importância segundo o mercado.

A partir da qualidade projetada para o produto, a próxima fase do desenvolvimento é projeto do produto e do processo, ou seja, é o estabelecimento de outras matrizes para se atingir o objetivo geral do QFD. Estas outras matrizes podem ser, além do desdobramento da qualidade, o desdobramento da tecnologia, desdobramento de custos e desdobramento da confiabilidade. Este seqüenciamento forma o modelo conceitual.

O Modelo Conceitual é um conjunto de tabelas e matrizes seqüenciadas que permite dar visibilidade das relações existentes entre os componentes, mecanismos, processos, matérias-primas, etc., com a Qualidade Projetada para o produto (CHENG *et al.*, 1995). A Figura 3.8 esquematiza as unidades básicas de trabalho para o QD.

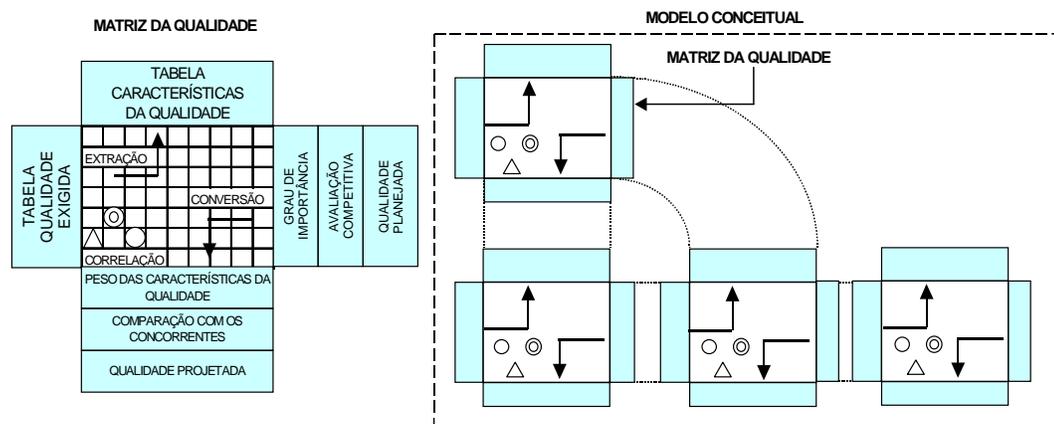


FIGURA 3.8: UNIDADES BÁSICAS DE TRABALHO DO QD

Assim, o conjunto das tabelas, matrizes e desdobramentos sucessivos forma o QD. Entretanto, é necessário o QFDr para completar o QFD no sentido amplo. Para CHENG *et al.* (1995), o QFDr é um processo sistemático de desdobramento do trabalho da ação gerencial de planejamento da qualidade em procedimentos gerenciais e técnicos para serem cumpridos pelas áreas funcionais da empresa. O desdobramento do trabalho se divide em dois importantes documentos descritivos: um é o Padrão Gerencial do Desenvolvimento de Produtos e o outro é o Plano de Atividades do Desenvolvimento do Produto.

Como observado, o QFD visa auxiliar o estabelecimento de um mecanismo de duas partes. A primeira parte do mecanismo é o Desdobramento da Qualidade (QD), em que a voz do cliente é desdobrada até chegar ao estabelecimento do valor dos parâmetros de controle dos processos. O segundo mecanismo é o desdobramento do trabalho através do QFDr.

Entre os vários benefícios da utilização do QFD encontrados na literatura pode-se citar:

- Visualização rápida e compartilhamento das informações de profissionais de diversas áreas e funções (DRUMOND *et al.*, 1999);
- Diferentes tipos de decisões estão conectadas; por exemplo, decisões de engenharia de produto e engenharia de processos são compatíveis e consistentes (CLAUSING, 1994);
- Os membros dos times desenvolvem um entendimento comum sobre suas decisões e implicações (CLAUSING, 1994);
- Possibilidade de realizar o desenvolvimento de um novo produto em menor espaço de tempo, resolvendo os problemas simultaneamente (OHFUJI *et al.*, 1997);
- Redução do tempo de desenvolvimento (PAIVA & CHENG, 2001);
- Redução do número de mudanças de projeto e reclamações de clientes (CHENG *et al.*, 1995);

- Aumento de comunicação entre departamentos funcionais e crescimento das pessoas envolvidas através do aprendizado mútuo (CHENG *et al.*, 1995);
- Estabelecer a qualidade do projeto, capaz de obter a satisfação do cliente, efetuar o desdobramento das metas do referido projeto e dos pontos prioritários, em termos de garantia da qualidade, até o estágio de produção (AKAO, 1996);
- Ênfase na voz do cliente através de um método sistemático que assegure que as exigências do cliente ou mercado são traduzidas para requisitos técnicos precisos e ações através de todos os estágios de desenvolvimento do produto (ABDUL-RAHMAN *et al.*, 1999).

MIGUEL (2001) contextualiza o processo de aplicação do QFD em cinco etapas, que são:

1. Determinação dos objetivos do QFD;
2. Escolha da equipe multifuncional de trabalho;
3. Obtenção das informações do cliente;
4. Construção da Matriz da Qualidade;
5. Realização do Desdobramento da Função Qualidade.

A seguir, será melhor detalhada cada uma destas etapas descritas.

1 – Determinação dos objetivos do QFD

Os objetivos que o QFD deve atingir dependem da forma com que a empresa organiza a estratégia para o produto dentro de um determinado mercado. A escolha do tipo de produto envolve as novidades tecnológicas que influenciam o processo de desenvolvimento. Assim, pode-se obter um produto novo para o mundo, novo para a companhia, adições de linha, melhorias ou revisões, reposições e custos reduzidos (GRIFFIN & PAGE, 1996).

Para se identificar qual o tipo de produto a ser desenvolvido, é necessário identificar quais as metas que o produto deve atingir e quais são as possibilidades da

empresa desenvolver este produto. Desta forma, são necessárias muitas atividades que identificam as oportunidades de mercado (tamanho de mercado, taxa de crescimento), fatores de competitividade (intensidade da concorrência), fatores financeiros (investimentos necessários, tempo de retorno) e fatores tecnológicos (maturidade e complexidade tecnológica) (COOPER, 1993).

A meta que um produto deverá atingir deve sempre estar focada na visão *market-in*, que enfoca a informação de mercado e prioriza as necessidades do cliente. Este conceito inclui um processo contínuo de melhoria para ajustar o trabalho e o produto produzido da forma especificada pelas necessidades e satisfação do cliente (SHIBA *et al.*, 1997; OHFUJI *et al.*, 1997). Entretanto, muitas empresas, apesar de entenderem as necessidades objetivas de mercado, não possuem *know how* adequado para o desenvolvimento de certos produtos. Sendo assim, talvez a empresa necessite de associações com outras empresas a fim de adquirir os conhecimentos necessários para vencer este desafio. Confirmando isso, LEWIS (1992) expõe que uma empresa pode se tornar mais eficiente adaptando o *know how* de outra companhia. Assim, empresas pequenas podem competir em igualdade com empresas maiores dentro de um mesmo mercado.

2 – Escolha da equipe multifuncional de trabalho

A interação interdepartamental tem uma relação benéfica com o sucesso no desenvolvimento de novos produtos. Essa integração possibilita à companhia desenvolver um produto que obtenha os requerimentos do cliente e seja tecnicamente possível de construí-lo. A atuação interdepartamental infunde objetivos coletivos, respeito mútuo e troca de informações e experiências (KAHN, 2001).

Como o QFD é uma ferramenta que atua no desenvolvimento de novos produtos buscando a informação de mercado e traduzindo-as para um produto tecnicamente possível, a participação de equipes multifuncionais é vital para o sucesso. Segundo CLAUSING (1994), o inverso também é verdadeiro; o QFD auxilia a equipe multifuncional a traduzir a voz do cliente em operações de produção no chão de fábrica.

Esta participação poderá envolver várias áreas funcionais, tais como: *marketing*, engenharia, P&D, qualidade, produção, e outras que, através de trocas de

informações técnicas e experiências, podem atingir satisfatoriamente os resultados esperados.

Segundo OHFUJI *et al.* (1997), o número de pessoas que poderá trabalhar com o QFD deve ser de 5 a 6 pessoas. Segundo os mesmos autores, quanto aos setores participantes, existe uma necessidade de mudá-los conforme o andamento do desenvolvimento; entretanto, como um todo, o QFD exige a participação de vários setores como *marketing*, P&D, engenharia e outros.

A participação e profundidade de cada um dos setores organizacionais dependerá da complexidade envolvida em cada projeto, ou seja, o nível de tecnologia (novo para o mundo, extensão de linha). Segundo OLSON *et al.* (2001), os setores de *Marketing*, P&D e Produção são os que estão envolvidos de forma mais profunda durante um processo de desenvolvimento de novos produtos. De acordo com estes autores, de maneira global, estudando pares setoriais de envolvimento durante o desenvolvimento, os setores de *Marketing* e P&D têm uma participação mais profunda nos momentos iniciais, pois envolvem informações de mercado e criação conceitual; já os setores de P&D e Produção têm uma participação mais profunda nos momentos finais, pois o conceito deve ser transformado em produção de produto.

3 – Obtenção das informações do cliente

A base do QFD é a obtenção das informações do cliente e a tradução destas informações em características técnicas que possibilitem a construção do produto. A obtenção destas informações exige um contato estreito com o mercado para que estas informações representem as reais necessidades dos clientes, expressas ou latentes.

As informações sobre as necessidades e desejos dos clientes, também chamadas de “voz do cliente”, são encontradas no setor comercial, mas, em geral, são transmitidas de forma parcial e desorganizada para o setor de desenvolvimento de produtos (MIGUEL, 2001).

É importante que as empresas se esforcem para obter estas informações da maneira mais organizada possível e utilizem métodos e técnicas ideais para isto (OHFUJI *et al.*, 1997). Por exemplo, o tamanho da amostra dependerá da complexidade de cada projeto e tempo despendido para o levantamento e análise desta amostra.

As técnicas qualitativas produzem bons resultados com amostras relativamente pequenas, enquanto que a pesquisa quantitativa exige amostras maiores para obter dados precisos (CHENG *et al.*, 1995). As respostas adequadas garantirão uma base muito eficiente para as tomadas de decisão relacionadas ao projeto.

Na pesquisa junto ao cliente, deverão ser investigadas informações que serão transformadas em itens que, além de representar suas necessidades, também representam uma avaliação do grau de importância para cada uma destas necessidades. Numa escala de 1 a 5, para atribuição do grau de importância das qualidades exigidas pelos clientes, esta poderá variar de nenhuma importância (1) até muito importante (5). Para cada um destes itens, a empresa também deve avaliar sua importância perante os concorrentes (MIGUEL, 2001).

4 – Construção da matriz da qualidade

As informações obtidas junto aos clientes, através de pesquisas, devem converter os dados originais em necessidades, denominadas itens exigidos (OHFUJI *et al.*, 1997). É importante notar que, para cada necessidade expressa vagamente pelo cliente, obtém-se uma grande quantidade de necessidades concretas. Estas necessidades concretas são o desdobramento de cenas, em que a equipe de trabalho cria possíveis exigências além daquelas indicadas pelos clientes. Os itens exigidos, que se referem à qualidade intrínseca do produto, são denominados qualidade exigida.

A Matriz da Qualidade, também referida como “Casa da Qualidade”, é uma matriz que relaciona os requisitos desejados pelos clientes com as características ou especificações de projeto que sejam mensuráveis, necessárias para satisfazer os requisitos dos clientes. A partir das informações dos clientes, obtidas anteriormente, constrói-se a matriz, através do cruzamento entre as tabelas de qualidade exigida e a tabela das características da qualidade.

Alguns autores, entre eles CLAUSING (1994) e COHEN (1995), utilizam, mais acima da Matriz da Qualidade (mostrado na Figura 3.9 na forma de um triângulo), símbolos para indicar correlações existentes entre as especificações de projeto. Estes podem ser “fortemente positiva”, “positiva”, “negativa” e “fortemente negativa”. Entretanto, geralmente, essa parte pode ser omitida e descrita como uma matriz a parte.

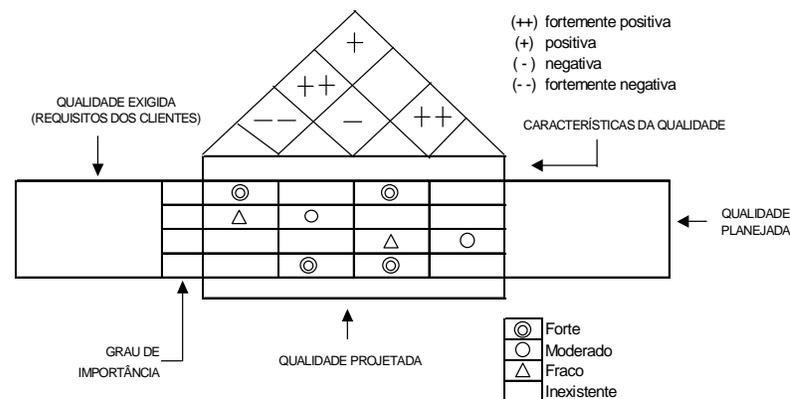


FIGURA 3.9: MATRIZ DA QUALIDADE (ADAPTADA DE MIGUEL, 2001, p. 195)

5 – Realização do Desdobramento da Função Qualidade

Para se projetar um produto, é necessário conhecer bem todo o seu processo de fabricação, desde a matéria-prima, até o produto final. O detalhamento do projeto do produto consiste na definição dos componentes, mecanismos, produtos intermediários, matéria-prima e processos que serão importantes para construí-lo.

Dentro do QFD, podem existir outras etapas de desdobramento da qualidade, onde se incluem tecnologia, confiabilidade e custos, para completar o desenvolvimento ideal para cada projeto de produto (AKAO, 1996). Assim, obtém-se o modelo conceitual de matrizes seqüenciadas para as quatro fases: Desdobramento da Qualidade, Desdobramento da Tecnologia, Desdobramento de Custos e Desdobramento da Confiabilidade.

Existem várias versões de metodologia do QFD, entre as quais destacam-se o modelo das Quatro Fases (CLAUSING, 1994; EUREKA & RYAN, 1993;) e o modelo das Quatro Ênfases (AKAO, 1990; AKAO, 1996; CHENG *et al.*, 1995). Uma descrição dessas versões e também do QFD-Estendido e da versão da Matriz das Matrizes podem ser encontradas no trabalho realizado por PEIXOTO (1998). O modelo das Quatro Fases é caracterizado por quatro desdobramentos principais, que são o planejamento do produto, desdobramento dos componentes, planejamento do processo e planejamento da produção. Esta versão teve sua origem no trabalho de Makabe, que ensinou o método para a Fuji/Xerox através de Don Clausing (CHENG *et al.*, 1995). Esse modelo, conforme mostrado na Figura 3.10, inclui apenas o QD que, de acordo com a divisão do professor Akao, é uma versão simplificada, nas quais as

melhorias e avanços da prática do QFD não foram integralmente incorporadas. É possível observar que o resultado obtido de uma matriz passa ser a entrada de outra.

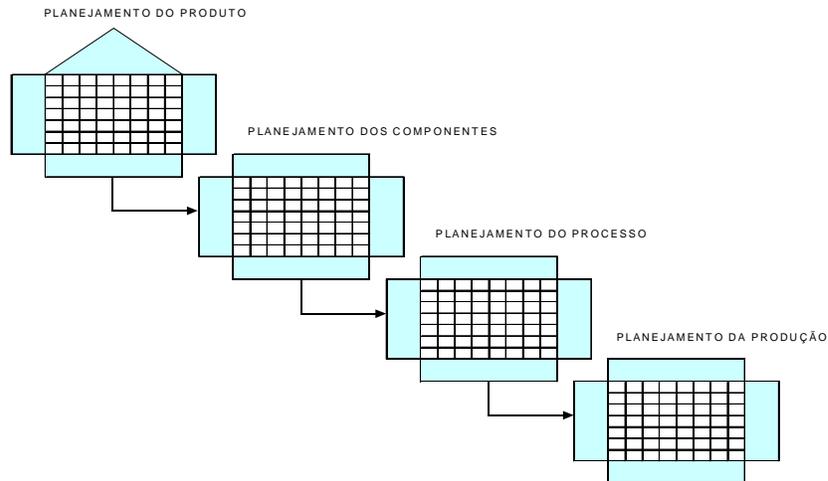


FIGURA 3.10: QFD DAS QUATRO FASES
 FONTE: MIGUEL (2001, p. 197)

O modelo das Quatro Ênfases, que também é chamado de QFD amplo, é formado pelo Desdobramento da Qualidade (QD) e o Desdobramento da Função Qualidade Restrito (QFDr), desenvolvido por AKAO (1990; 1996), e que é a base utilizada por CHENG *et al.* (1995).

A Figura 3.11 mostra as etapas de Desdobramento da Qualidade, onde se incluem tecnologia, confiabilidade e custos. As partes I, II, III e IV mostram, respectivamente, desdobramento da qualidade, desdobramento da tecnologia, desdobramento de custos e desdobramento da confiabilidade. Cada uma dessas partes deve ser desdobrada na seqüência 1, 2, 3 e 4, de cima para baixo.

O QFD é um método operacional que garante o estabelecimento da qualidade de projeto, capaz de obter a satisfação do cliente através de todos os estágios de desenvolvimento do produto. Apesar disso, ele apresenta algumas dificuldades (CARNEVALLI, 2002):

- Falta de comprometimento dos membros do grupo de trabalho do QFD;
- Falta de experiência com o uso da metodologia do QFD;
- Trabalhar com matrizes muito grandes.

3.3.1 CASOS DE APLICAÇÃO DE QFD

O sucesso do QFD no planejamento de produtos é observado através da literatura. A seguir, serão exemplificados casos com a utilização do QFD dentro do processo de desenvolvimento de produtos em empresas de diversos segmentos, tais como: de alimentos (PAIVA & CHENG, 2001), de embalagens - filmes flexíveis (TELFER *et al.*, 2002), automotivo (QUERICHELLI & GRADIM, 2002) e outras aplicações, como o uso em planejamento estratégico (FORMAGGIO & MIGUEL, 2002^a).

No primeiro caso, o de uma indústria alimentícia de pequeno porte, existiam muitas dificuldades na área financeira e administrativa, dificuldades na delegação de funções, na comunicação interna, no processamento de tomadas de decisão, no controle e planejamento de suas atividades administrativas e de produção e, inclusive, no desenvolvimento de produtos (PAIVA & CHENG, 2001).

Conforme detalhado por PAIVA & CHENG (2001), o produto conceituado durante estudos e consultas ao mercado foi um novo macarrão de cozimento rápido, tipo instantâneo e direcionado a um público infante-juvenil. Com a utilização do QFD, a empresa pode desenvolver um produto com as características recomendadas através da pesquisa junto aos clientes. A Figura 3.12 mostra o modelo conceitual final para o macarrão instantâneo.

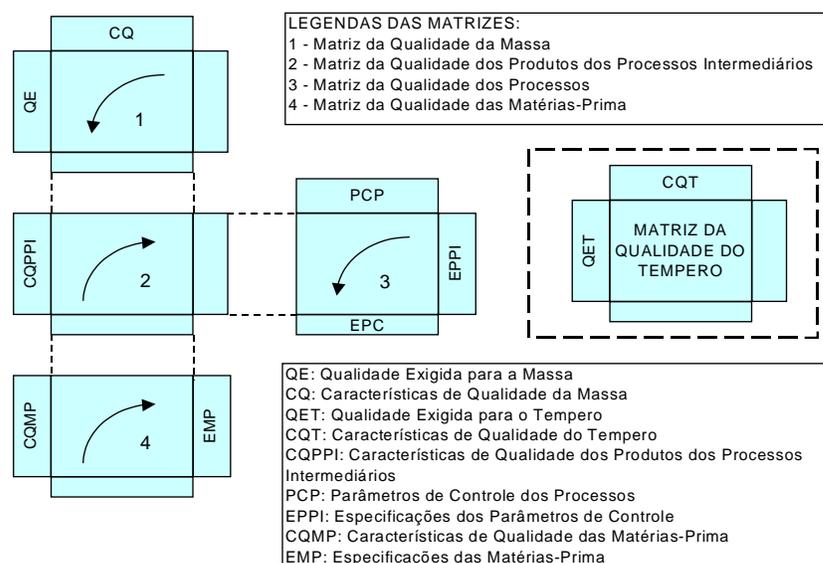


FIGURA 3.12: MODELO CONCEITUAL DO MACARRÃO INSTANTÂNEO
 FONTE: PAIVA & CHENG (2001)

O resultado final da implantação do QFD não somente auxiliou no desenvolvimento do produto proposto, mas também em outros aspectos dentro da empresa, tais como: organização do trabalho, infra-estrutura necessária ao processo, disponibilidade e difusão das informações, conhecimento de novas técnicas e melhor percepção da necessidade da Gestão da Qualidade.

O próximo exemplo é de um processo de implantação do QFD para o desenvolvimento de filmes flexíveis de polipropileno, utilizados em embalagens de alimentos e produtos de consumo, rótulos, etiquetas, etc. Entre os objetivos esperados no projeto piloto estavam (MIGUEL *et al.*, 2001):

- Redução de não conformidades e reclamações de mercado (qualidade);
- Otimizar os atributos básicos do produto (tecnologia);
- Identificar aspectos que agregam custo, mas não agregam valor (custo);
- Padronização da fabricação do produto em todas as linhas (confiabilidade);
- Aumentar a base de clientes (mercado).

O modelo conceitual elaborado para o projeto é mostrado na Figura 3.13.

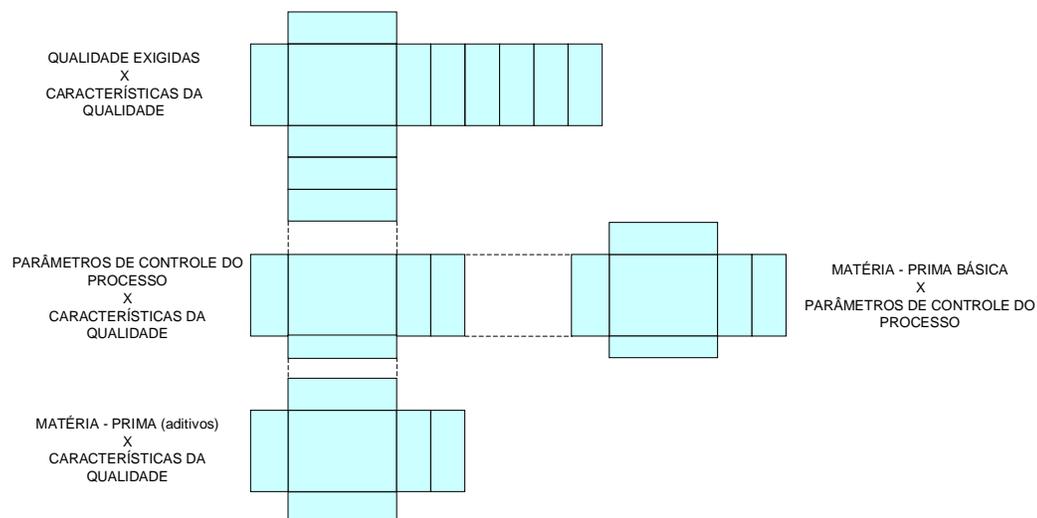


FIGURA 3.13: MODELO CONCEITUAL DO PROJETO PILOTO
FONTES: TELFSE et al. (2002, p. 30)

Entre os benefícios alcançados com a utilização do QFD por esta empresa estão (TELFSER *et al.*, 2002):

- Aprendizado sobre o processo de desenvolvimento em outras áreas;
- Registro centralizado do *know how* e *know why* da empresa;
- Maior comprometimento com o desenvolvimento;
- Melhoria da comunicação entre as áreas funcionais;
- Motivação dos envolvidos no projeto;
- Base estruturada para os próximos projetos.

Em outro caso, a fábrica de veículos de transporte urbanos Daimler Chrysler tinha o objetivo inicial de verificar qual tipo de veículo atenderia melhor as necessidades de mercado. A proposta era a substituição de dois tipos de veículos, um de 12t (Toneladas) e outro de 14t, por um veículo de 13t. Os principais concorrentes neste tipo de segmento, Ford e Volkswagen, possuíam os veículos de 12t e 14t, que concorriam por faixa de preço. Com a utilização do QFD foi elaborada uma matriz principal, e, através dela, obteve-se duas outras matrizes, como ilustra a Figura 3.14, cujo resultado definiu a necessidade dos dois tipos de veículos (12t e 14t).

A conclusão para a necessidade de dois tipos de veículos foi devido aos principais parâmetros mostrarem diferenças de prioridade e de desempenho. Além disso, o trabalho com o QFD obteve outras informações tais como: 30 dados de entrada de clientes (comuns 12t e 14t), 300 características da qualidade (comuns 12t e 14t) e 53 itens selecionados de grande importância para o cliente (comuns 12t e 14t).

Para o último exemplo, foi desenvolvido um estudo teórico através da utilização do QFD sob o âmbito estratégico no processo de desenvolvimento de produtos. O objetivo era realizar um estudo exploratório voltado para o planejamento e desenvolvimento de novos produtos.

Para o QFD apresentado, gerou-se apenas uma matriz, a matriz da qualidade, na qual estavam presentes a tabela das qualidades exigidas, representada pelos fatores críticos de sucesso, e a tabela das características da qualidade, a qual estava

representada pelos medidores de desempenho. Esse estudo foi importante como contribuição na definição dessa pesquisa.

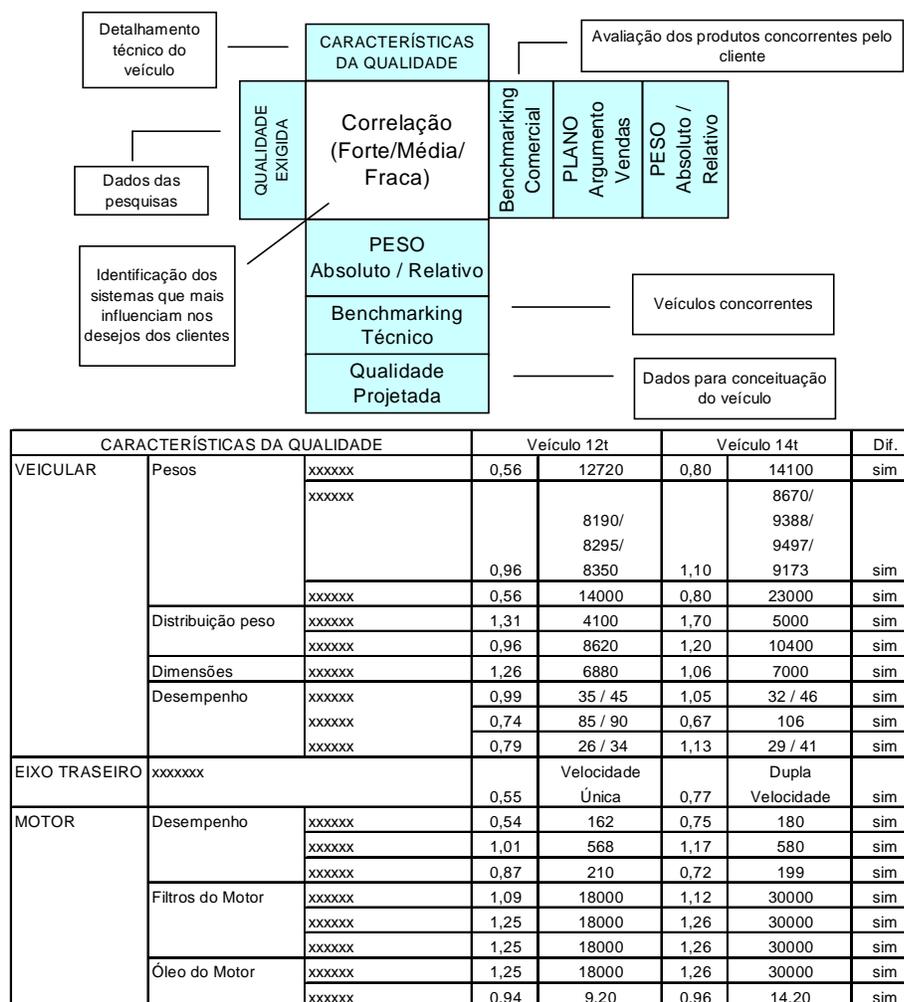


FIGURA 3.14: MATRIZ DA QUALIDADE E CARACTERÍSTICAS DA QUALIDADE - VEÍCULOS DE 12T E 14T

FONTE: QUERICHELLI & GRADIM (2002, p. 36)

Através dessa matriz, pode-se direcionar quais setores da empresa seriam os mais exigidos, dependendo do tipo de estratégia de produto adotada inicialmente. Na Figura 3.15 é mostrada a matriz da qualidade.

A matriz mostrou que, através da definição da estratégia de planejamento para um determinado produto, é possível definir quais são os pontos prioritários para que a organização possa atingir o objetivo proposto. Assim, se para um determinado produto

o objetivo for de inovação, a empresa poderá saber quais serão os pontos mais exigidos da organização, como indicado na tabela de desdobramento “Medidores de Desempenho” na referida figura (FORMAGGIO & MIGUEL, 2002^a). Uma melhoria desse trabalho é mostrada em FORMAGGIO & MIGUEL (2002^b).

Se, por exemplo, para um determinado produto inovador, o objetivo for obter vantagens técnicas, talvez os pontos mais relevantes para o seu desenvolvimento sejam: “aumentar o grau de modernização”, “estimativas da capacidade instalada”, “tempo de desenvolvimento”. Assim, a empresa saberá em quais setores investir, possibilitando uma adequação melhor de recursos durante o desenvolvimento do produto.

A contextualização do QFD, descrito até aqui, demonstra o quanto o QFD pode interagir durante o desenvolvimento de um produto, servindo como um método capaz de tornar certos valores desconhecidos em valores possíveis de mensuração. Além disso, o QFD permite o trabalho multifuncional, delegando responsabilidades setoriais e até mesmo individuais, tornando o processo de desenvolvimento mais rápido e com menos possibilidades de erros habituais, que normalmente ocorrem durante o processo de desenvolvimento de produtos.

O próximo capítulo descreve uma proposta teórica de inserção das atividades do QFD no processo estruturado de desenvolvimento de produtos (*Stage Gate System*), cujo objetivo é verificar como o QFD pode interagir no processo de desenvolvimento, como também, auxiliar na condução dos estudo de caso, que serão realizados mais adiante.

Capítulo 4. Proposta de Inserção das Atividades do QFD no *Stage Gate System*

Neste capítulo, será apresentada uma proposta teórica na qual o QFD (modelo das Quatro Ênfases) será inserido ao longo do processo de desenvolvimento de produto. O objetivo dessa proposta é desenvolver uma teoria que tenha dupla finalidade: a primeira é a de compreender, com maior profundidade, como o QFD pode atuar no processo de desenvolvimento e a segunda, devido a dissertação ter um caráter exploratório, a proposta poderá auxiliar na condução dos estudos de caso a serem investigados.

Na proposta teórica, a inserção do QFD ocorrerá no modelo de desenvolvimento *Stage Gate System*, que é um processo estruturado de desenvolvimento de produto. Esse modelo será utilizado como referência, devido ao fato de possuir uma estrutura bem definida através de seus estágios, permitindo uma maior compreensão a forma como o QFD pode interagir com o processo de desenvolvimento.

O processo de desenvolvimento de produtos baseado na estrutura do Funil e do APQP, explanado anteriormente, também são estruturas importantes para serem utilizadas. Na realidade, todos os modelos estruturados de desenvolvimento de produtos inclusos nesse trabalho têm o objetivo de auxiliar o leitor num entendimento maior das diversas formas estruturadas de desenvolvimento, cada uma com suas características próprias.

Deve ser entendido também que, apesar desses três modelos terem sido apresentados nesse trabalho, existem vários outros como aqueles desenvolvidos pelas próprias empresas interessadas. Então, apesar da proposta nesse capítulo usar como referência o modelo estruturado do *Stage Gate System* para a inserção do QFD, os outros modelos não devem, de forma alguma, ser ignorados, pois podem haver casos em que as empresas inserem o QFD em um outro modelo estruturado de desenvolvimento que pode ser tanto do Funil, quanto do APQP, e ainda em um outro modelo não descrito aqui.

Para a proposta apresentada a seguir, apenas os cinco estágios, com suas respectivas fases do processo de desenvolvimento do *Stage Gate System* serão

explorados, como mostrado na Figura 4.1. Isso se deve ao fato de que, os estágios formam um conjunto de atividades pré-definidas, que possibilitam uma melhor visibilidade da forma como o QFD poderá ser inserido no processo, de acordo com cada momento do desenvolvimento.

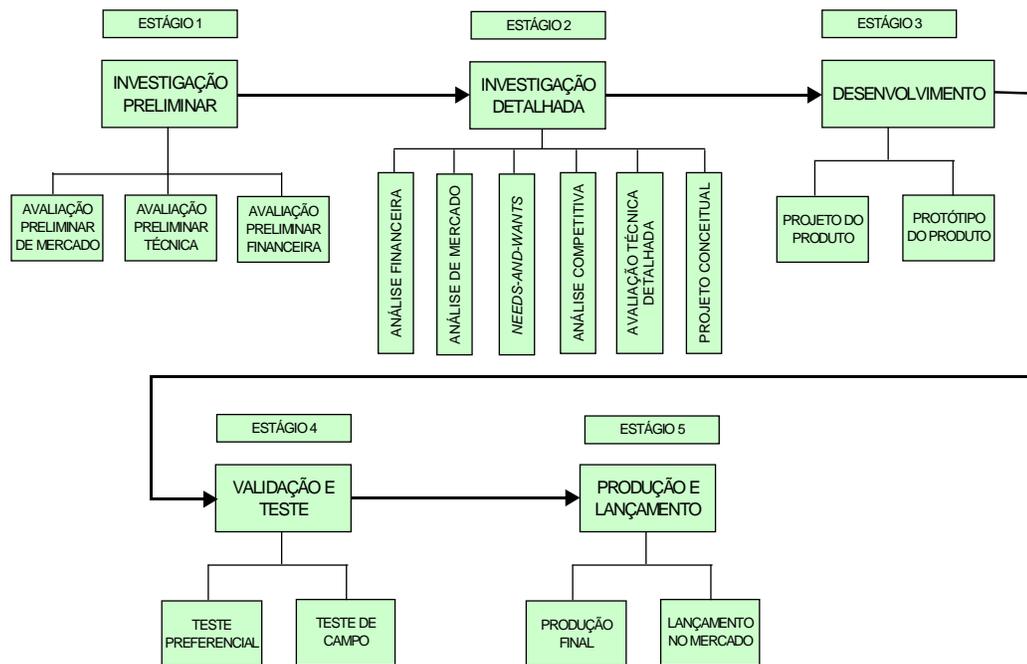


FIGURA 4.1: ESTÁGIOS DO STAGE GATE SYSTEM

Como citado anteriormente, o QFD foi criado para auxiliar o processo de gestão de desenvolvimento do produto, denominada ação gerencial do planejamento da qualidade (CHENG *et al.*, 1995). Para CHENG *et al.* (1995), esta ação pode ser seqüenciada em quatro etapas: finalidade do produto; identificação das características do produto; identificação dos processos; plano tentativo de fabricação. Entretanto, estas etapas podem ser visualizadas de outra maneira, conforme seqüenciadas abaixo:

- 1 – Definir as metas para o produto;
- 2 – Identificar as necessidades dos clientes;
- 3 – Estabelecer o conceito do produto;
- 4 – Projetar o produto;

5 – Estabelecer o processo do produto.

O desafio será distribuir cada uma dessas fases do processo de desenvolvimento do QFD ao longo do processo de desenvolvimento do *Stage Gate System*. A Figura 4.2 mostra a seqüência de fases do processo do QFD.

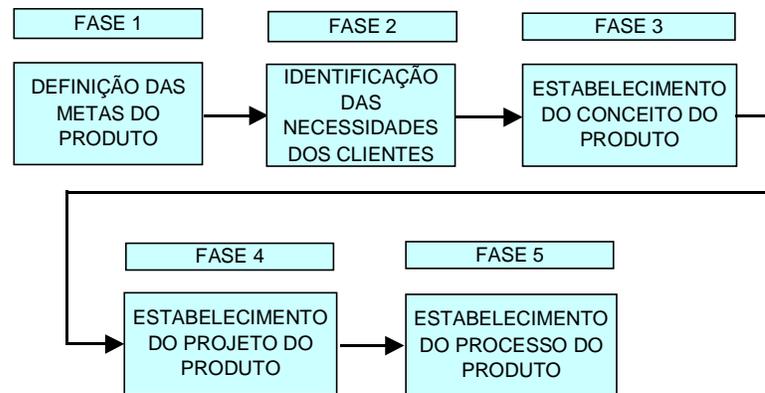


FIGURA 4.2: FASES DO QFD (BASEADO EM CHENG *et al.*, 1995)

A seguir, será discutida cada uma dessas fases e sua relação com o processo de desenvolvimento do *Stage Gate System*.

4.1 METAS DO PRODUTO

Na definição das metas do produto, a empresa deve buscar, através de uma estratégia eficaz, a definição de um perfil adequado para o produto, que esteja dentro de suas possibilidades e das expectativas do cliente. A empresa deve abordar qual a melhor definição de tipo de produto, de acordo com sua maturidade tecnológica e recursos disponíveis, identificar as oportunidades de mercado para o perfil do produto e analisar o mercado competitivo.

A meta estratégica para um produto definido pela organização pode ser: aumentar em 10% a fatia de mercado em um período de três anos, para um tipo de produto extensão de linha, ou desenvolver um novo produto em um período de cinco anos que represente uma nova linha tecnológica no mercado (CHENG *et al.*, 1995).

Quando uma empresa define o tipo de produto a ser projetado como, por exemplo, “novo para o mundo”, “extensão de linha”, “reposição” ou “custo reduzido”,

esta deve planejar a estratégia dentro de fatores competitivos, econômicos e tecnológicos, que estão atrelados ao tipo de produto especificado na estratégia (GRIFFIN & PAGE, 1996).

Assim, a organização deve se preocupar em determinar os investimentos requeridos, taxa de lucratividade, expectativas de vendas, intensidade da concorrência, forças e fraquezas dos concorrentes, capacidade instalada (quantidade de pessoal qualificado e treinado, máquinas e equipamentos). Então, na definição das Metas do Produto, a empresa deve buscar o melhor tipo de produto, sob o ponto de vista do cliente, que seja possível a empresa atender de acordo com suas possibilidades financeiras, tecnológicas e de mercado. A Figura 4.3 mostra a fase 1 do QFD e sua relação com o estágio 1 do *Stage Gate System*.

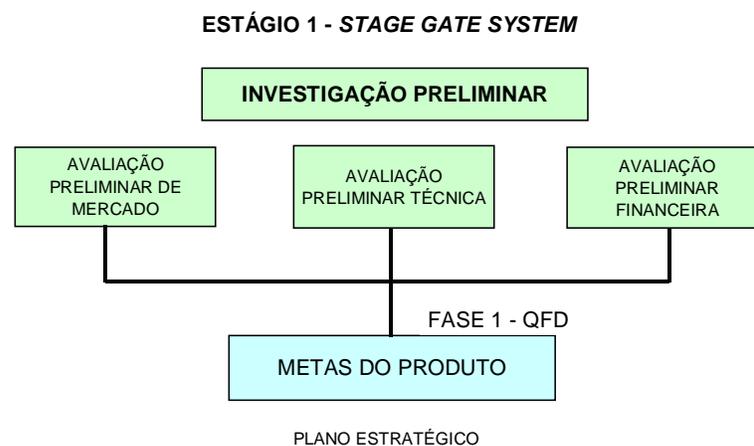


FIGURA 4.3: DISTRIBUIÇÃO DAS METAS DO PRODUTO NO ESTÁGIO 1 DO STAGE GATE SYTEM

4.2 IDENTIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES

Nesta etapa, se define qual produto deve ser realmente aquele a ser desenvolvido, de acordo com as metas do tipo de produto realizada na fase anterior. Uma vez definido o produto e o mercado, a empresa deve investigar quem são os clientes potenciais, qual será o tamanho da amostra necessária e qual a técnica utilizada para a obtenção das informações dos clientes.

Muitas informações sobre as necessidades e desejos dos clientes são encontradas no setor comercial, mas, em geral, são transmitidas de forma parcial e desorganizadas para o setor de desenvolvimento de produto (CHENG *et al.*, 1995). É

importante que as empresas coletem as informações da forma mais precisa possível, como requisito de entrada, pois, esses dados terão importância fundamental para que seja possível compreender a realidade do mercado, permitindo dessa forma desenvolver um produto que possibilitará conquistar o sucesso esperado.

As informações obtidas junto aos clientes por meio das pesquisas produzem uma grande quantidade de informações que são denominadas de dados originais ou dados primitivos (OHFUJI *et al.*, 1997). Esses dados originais são as informações reais expressas pelos clientes como, por exemplo, para um produto tipo isqueiro, as informações dos clientes poderiam ser do tipo: não ter vazamento de gás, poder alterar a altura da chama, etc.

Em geral, os clientes não expressam suas necessidades diretamente, mas por meio de descrição sobre seus desejos. Tomando como referência os produtos existentes, expressam aspectos que gostam ou não, sugerem contramedidas para melhorar o produto ou falam muito genericamente como deveria ser o produto. Estes dados precisam, então, ser trabalhados para se transformarem em informações úteis para o desenvolvimento do produto. A Figura 4.4, mostra a fase 2 distribuída no estágio 2 do modelo.



* FASES NÃO PARTICIPAM NESTA ETAPA DO PROCESSO.

** FASE NÃO PARTICIPA EM MOMENTO ALGUM DA INTERAÇÃO COM O QFD, DEVIDO AO FATO DESTA FASE SER CONSIDERADA DE MELHOR INTERAÇÃO COM OUTRO TIPO DE FERRAMENTA.

FIGURA 4.4: DISTRIBUIÇÃO DA IDENTIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES NO ESTÁGIO 2 DO STAGE GATE SYSTEM

4.3 ESTABELECIMENTO DO CONCEITO DO PRODUTO

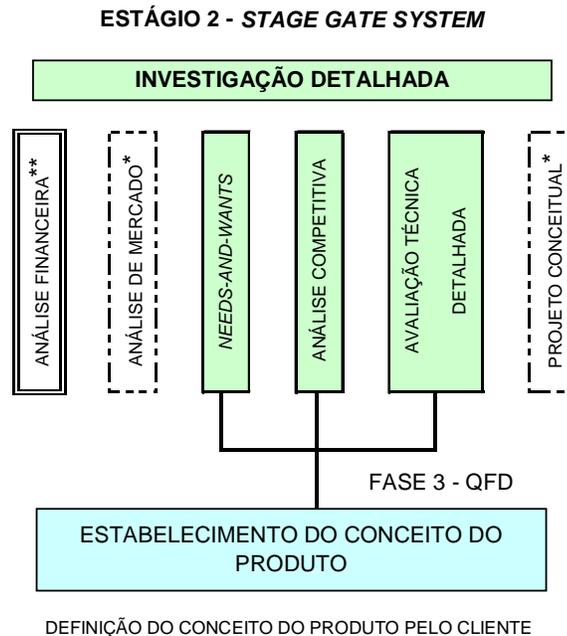
Uma vez estabelecidos os dados originais, o grupo de trabalho de QFD da empresa transforma estes dados originais em qualidade exigida e, então, os clientes as classificam de acordo com o grau de importância que atribuem a cada item de qualidade exigida.

A Tabela Qualidade Exigida é a representação da lista completa das necessidades dos clientes e deve ser complementada com a avaliação que os clientes têm dos produtos existentes, medida pela avaliação do desempenho do produto atual da empresa e produtos dos principais concorrentes. Nesta fase, a empresa também estabelece a qualidade planejada para o novo produto. A Figura 4.5 apresenta dados que podem ser usados para o estabelecimento do conceito do produto, feito pelo cliente.

QUALIDADE EXIGIDA	GRAU DE IMPORTÂNCIA	AVALIAÇÃO COMPETITIVA			QUALIDADE PLANEJADA				
		NOSSA EMPRESA	EMPRESA X	EMPRESA Y	PLANO	ÍNDICE DE MELHORIA	ARGUMENTO DE VENDA	PESO ABSOLUTO	PESO RELATIVO

FIGURA 4.5: CONCEITO DO PRODUTO DO PONTO DE VISTA DO CLIENTE (ADAPTADA DE CHENG et al., 1995)

Após a definição do conceito do produto dentro do QFD, pode-se então distribuir esta fase no processo de desenvolvimento do *Stage Gate*, conforme mostrado na Figura 4.6.



* FASES NÃO PARTICIPAM NESTA ETAPA DO PROCESSO.

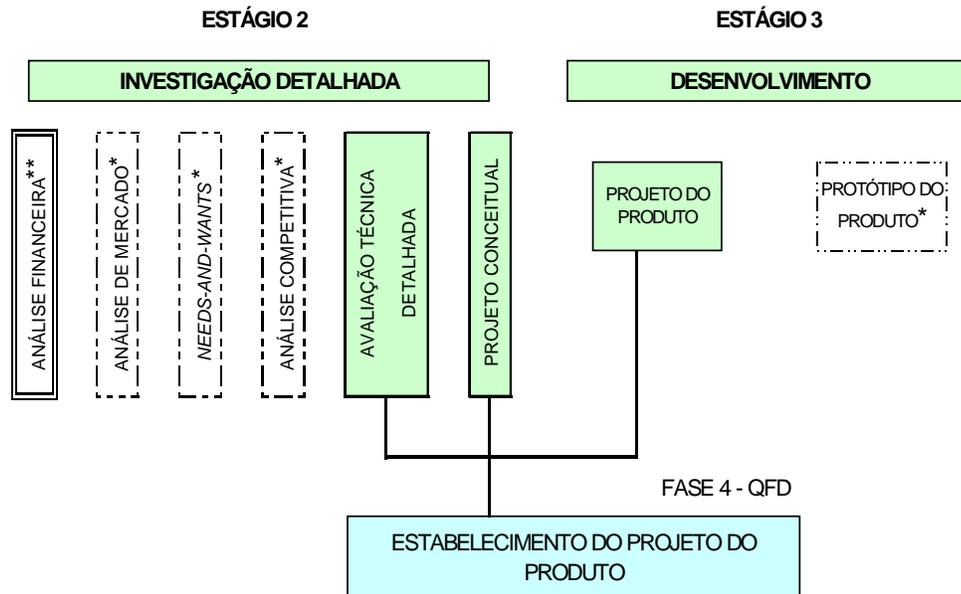
** FASE NÃO PARTICIPA EM MOMENTO ALGUM DA INTERAÇÃO COM O QFD, DEVIDO AO FATO DESTA FASE SER CONSIDERADA DE MELHOR INTERAÇÃO COM OUTRO TIPO DE FERRAMENTA.

FIGURA 4.6: DISTRIBUIÇÃO DO CONCEITO DO PRODUTO NO ESTÁGIO 2 DO STAGE GATE

4.4 ESTABELECIMENTO DO PROJETO DO PRODUTO

Nesta fase, o grupo de trabalho formará a Matriz da Qualidade, que permitirá transformar as informações de mercado (qualidades exigidas) em informações técnicas de produtos (características da qualidade), através dos processos de extração, correlação e conversão. Em seguida, a empresa deverá estabelecer a qualidade projetada para o futuro produto.

Quando a Matriz da Qualidade estiver pronta, a empresa poderá desenvolver um modelo conceitual do produto, a fim de confirmar se as necessidades expressadas pelos clientes estão de fato inseridas no produto, caso contrário a matriz deverá ser novamente realizada até que os clientes aprovem o modelo conceitual do produto. A Figura 4.7 mostra o projeto do produto do QFD distribuído no *Stage Gate*, definindo como realmente deve ser o produto.



* FASES NÃO PARTICIPAM NESTA ETAPA DO PROCESSO.

** FASE NÃO PARTICIPA EM MOMENTO ALGUM DA INTERAÇÃO COM O QFD, DEVIDO AO FATO DESTA FASE SER CONSIDERADA DE MELHOR INTERAÇÃO COM OUTRO TIPO DE FERRAMENTA.

FIGURA 4.7: DISTRIBUIÇÃO DO PROJETO DO PRODUTO NO ESTÁGIO 2 E 3 DO STAGE GATE

4.5 ESTABELECIMENTO DO PROCESSO DO PRODUTO

Uma vez aprovado o modelo conceitual do produto, a empresa deve se preocupar agora com os parâmetros preliminares do processo de fabricação, de acordo com o que se definiu para a qualidade projetada para o produto. Esta será a seqüência do QFD, que inclui o Desdobramento da Tecnologia, Desdobramento de Custos e Desdobramento da Confiabilidade do produto.

O estabelecimento da qualidade projetada, definida anteriormente, permite garantir as entradas corretas para as demais etapas dos desdobramentos da qualidade, confiabilidade, custo e tecnologia. Durante esses trabalhos, são definidos, por exemplo, quais os valores das características das partes, qual o processo mais adequado para produzir o produto, quais parâmetros de processos devem ser controlados, quais são os valores meta, etc. A Figura 4.8 mostra a última fase do QFD, sendo distribuída no estágio 3 do *Stage Gate System*.

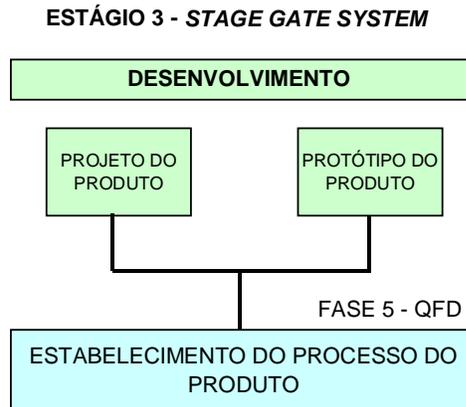


FIGURA 4.8: DISTRIBUIÇÃO DO PROCESSO DO PRODUTO NO ESTÁGIO 3 DO STAGE GATE

Quando os desdobramentos sucessivos tiverem sido realizados corretamente, forma-se o Modelo Conceitual do Produto do QFD. Na Figura 4.9, é mostrado um exemplo de uma parte de um Modelo Conceitual de QFD considerando a Tecnologia, Custos e Confiabilidade.

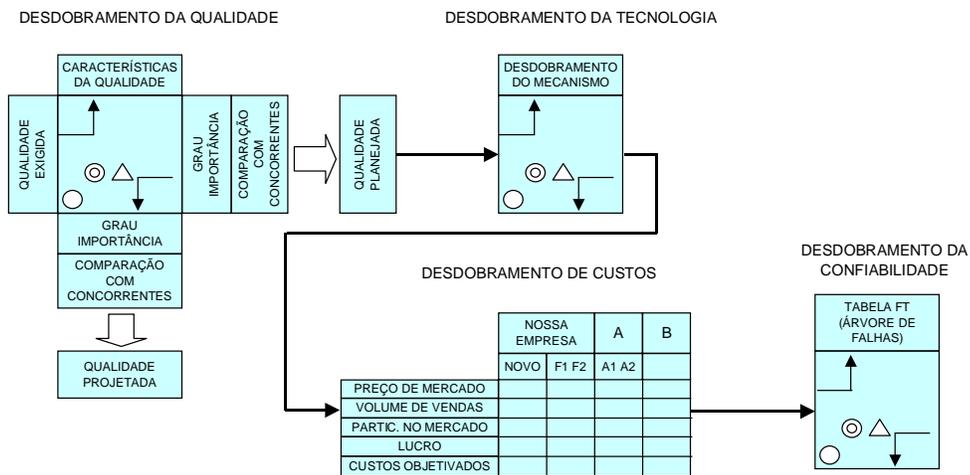


FIGURA 4.9: MODELO CONCEITUAL (ADAPTADA DE AKAO, 1990)

Uma vez concluídas todas as etapas de desdobramento, ou seja, o Modelo Conceitual, o QFD será finalizado com a construção do protótipo e a devida aprovação deste pelo cliente.

A Figura 4.10 apresenta a proposta teórica através da distribuição das fases do QFD dentro do processo de desenvolvimento do produto *Stage Gate System*.

Capítulo 5. Estudos de Caso

Os estudos de caso descritos nesse capítulo estão baseados em cinco casos práticos que possuíam características diferenciadas importantes para serem analisadas. Cada estudo de caso foi explorado sob a forma de entrevista, onde, através dela, buscou-se investigar a inserção do QFD no processo de desenvolvimento de produto da empresa investigada. A entrevista permitiu uma familiarização mais profunda com o tema em questão, através das informações fornecidas pelos entrevistados. Entretanto, após a análise inicial de algumas das entrevistas, foi verificado que algumas das informações apresentadas necessitavam de uma explanação mais detalhada. Assim, foi encaminhado, para cada uma dessas empresas, um *e-mail* a fim de que houvesse esse esclarecimento. Além disso, outras informações foram obtidas de questionários respondidos pelas empresas em uma outra pesquisa e também buscou-se confirmar e complementar outras informações de interesse através de visitas aos *sites* eletrônicos dessas empresas. A seguir, é apresentada a seqüência de apresentação de cada um dos estudos de caso:

- 1) Caracterização da Empresa
- 2) Modelo de Desenvolvimento de Produto: Descrição do Modelo
- 3) QFD na Empresa: Exigências para a Implantação do QFD; Aplicação do QFD na Empresa; Vantagens da Aplicação do QFD
- 4) Inserção do QFD no Modelo de Desenvolvimento

Na seqüência, é descrita uma síntese de cada um desses tópicos.

1) Caracterização da Empresa: nesse item é descrito o perfil geral da empresa, bem como sua tipologia e tipos de produtos fabricados, seguindo a classificação descrita por GRIFFIN & PAGE (1996). A tipologia da empresa é a classificação de perfil em que a empresa se enquadra, podendo ser prospectora, analista, defensora e de reação. Para o tipo de produto, sua classificação pode ser: “novo para o mundo”, “novo para a companhia”, “melhoria” e “custo reduzido”. Essa classificação de empresa e tipo de produtos descritos por GRIFFIN & PAGE (1996) estão detalhadas no Capítulo 3, tópico 3.1 “Importância do Planejamento”.

2) Modelo de Desenvolvimento de Produto: para os estudos de caso investigados, buscou-se determinar através das entrevistas, qual seria o modelo de estrutura de desenvolvimento de produtos seguido pela empresa e se esse modelo se enquadrava aos apresentados no referencial teórico dessa dissertação. Além disso, procurou-se investigar a descrição básica desse modelo apresentado pela empresa, sua estrutura e necessidades de cada estágio de desenvolvimento. Entretanto, durante a entrevista, observou-se uma certa dificuldade em conseguir uma descrição exata do modelo estruturado. Assim, após uma análise geral da entrevista, foi encaminhado para algumas delas um pedido, através de *e-mail*, para que houvesse uma descrição melhor a respeito do modelo seguido pela empresa. Enquanto alguns *e-mails* retornaram com a estrutura completa das características e necessidades de cada estágio do modelo seguido, outros retornaram com informações simplificadas, possivelmente devido a questões de sigilo. Então, para os estudos de caso que retornaram com informações simplificadas (caso Empresa B, Empresa D, Empresa E), o tópico “Descrição do Modelo” não será apresentado. Entretanto, mesmo com a falta da descrição detalhada para estes casos, a investigação buscará outras informações necessárias para verificar como estas empresas inserem o QFD no modelo de desenvolvimento de produto, conforme item 4.

3) QFD na Empresa: para este tópico, buscou-se compreender como a empresa se preparou para absorver o método, quais foram as dificuldades encontradas para a implantação e benefícios advindos do QFD no processo de desenvolvimento.

4) Inserção do QFD no Modelo de Desenvolvimento: este tópico tem grande importância para esse trabalho, pois buscou-se, através dele, compreender como o QFD interagia com o processo estruturado de desenvolvimento de produtos. Nesta investigação, procurou-se verificar se o QFD interagia de forma contínua ou parcial durante o processo de desenvolvimento, com que intensidade ou se o QFD não tinha nenhuma relação com esse processo. A investigação também procurou verificar se o QFD era desenvolvido integralmente, através de seus desdobramentos sucessivos (qualidade, tecnologia, custo e confiabilidade), se possuía um modelo conceitual, ou se o QFD estava restrito apenas como uma ferramenta simplificada, que buscava conceituar um produto de acordo com as necessidades do mercado, através apenas da Matriz Principal (qualidades exigidas pelos clientes x características da qualidade do produto).

A seguir, será apresentado, na íntegra, cada um dos estudos de caso investigados.

5.1 ESTUDO DE CASO N° 1 – EMPRESA A

5.1.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A Empresa A é uma indústria fabricante de veículos pesados, com característica prospectora, segundo uma análise feita a partir da classificação de GRIFFIN & PAGE (1996). A empresa é sediada na Alemanha, e a filial brasileira possui uma participação de 95% de mercado interno e 5% de mercado externo, sendo o número de funcionários de aproximadamente dez mil¹⁹. Para atender as variadas condições e necessidades de transporte de bens e cargas em geral, essa empresa desenvolve uma linha extensa de modelos de caminhões fabricados no Brasil. Nesta unidade, são fabricados mais de 30 modelos (leves, médios, semi-pesados, pesados e extra-pesados) com múltiplas opções de motores. Além disso, essa empresa produz chassis e plataformas para ônibus, eixos, motores, peças e componentes para aplicações industriais.

A empresa possui o sistema da qualidade QS 9000, buscando promover a melhoria contínua, enfatizando a prevenção de defeitos e a redução de variações e desperdício de toda a cadeia de fornecimento. Os requisitos da QS 9000 definem as expectativas básicas das indústrias Chrysler, Ford, General Motors, fabricantes de caminhões e outras companhias participantes para os sistemas da qualidade de fornecedores internos e externos de peças de produção e de reposição de materiais (QS 9000, 1998).

5.1.2 MODELO DE DESENVOLVIMENTO

A empresa possui um modelo estruturado de desenvolvimento de produtos, criado em sua matriz alemã, baseado em estágios e *gates*, utilizado tanto para projetos plataformas, quanto para projetos derivativos, e é caracterizado por dez

¹⁹ Dados individuais extraídos do questionário n° 21 da pesquisa “QFD: Práticas Atuais, Metodologia de Implantação, Dificuldades e Fatores de Sucesso”. Os resultados dessa pesquisa foram publicados em CARNEVALLI *et al.* (2002), CARNEVALLI (2002) e MIGUEL (2003).

estágios estruturados. Além disso, possui uma característica especial por ser regressivo, ou seja, inicia-se no estágio 10 e finaliza-se no estágio 1. Este modelo de desenvolvimento busca atender pelo menos dois requisitos básicos: o primeiro é tornar o produto acessível ao cliente em um menor tempo possível e o segundo é ter a capacidade de produzir produtos que satisfaçam as necessidades e expectativas dos clientes. Esses requisitos estão claros no APQP da QS 9000 através dos planos referentes ao cronograma de planejamento da qualidade do produto (APQP, 1997) e também são evidenciados por CLARK & WHEELWRIGHT (1993) na estrutura do Funil. Esses requisitos, ao qual o modelo visa atender, também estão relacionados com o fator determinante no atendimento ao mercado na data mais conveniente chamada de *fast to market*²⁰ e com o produto inovador e esperado no momento, *best in class*²¹, conforme demonstrado por BARROCO (2002).

O modelo Regressivo foi desenvolvido pela própria empresa na matriz alemã; entretanto, esse modelo é muito similar ao modelo *Stage Gate System*, devido a dois fatores essenciais. O primeiro é a definição clara das exigências de cada estágio e, o segundo, a existência dos *gates*, ou seja, a revisão periódica que analisa se o estágio anterior cumpre aquilo que foi programado, através dos critérios de aprovação, segundo COOPER (1993). Entretanto, durante a entrevista, foi salientado que os *gates* desse modelo podem permitir a aprovação de estágios incompletos sob certas condições especiais de avaliação (análise dos riscos)²².

Um exemplo de critério de avaliação de *gates* pode ser visto em BARROCO (2002). Entretanto, aqui será descrita apenas uma síntese desse critério de avaliação, que tem por base uma lista de entrega que deve ser concluída e apresentada durante o *gate*.

Barroco (2002) descreve da seguinte forma cada critério de avaliação de *gates*:

1 – Todo o conteúdo da lista de entrega foi atendido sem diferenças substanciais quanto à expectativa para o programa.

²⁰ *Fast to market*: rapidez no lançamento do produto para atender demanda identificada; fator de concorrência entre montadoras.

²¹ *Best in class*: empresa que melhor atende o cliente no seu nicho de mercado pela percepção do cliente.

²² Análise dos riscos: em uma empresa automotiva, a maioria dos riscos diz respeito a prazos, custos, novas tecnologias, qualidade e desempenho, e são classificados como alto, moderado e baixo. O gerenciamento dos riscos é suportado por planos de qualidade assegurada, relatório de gerenciamento de riscos, que mostra as áreas envolvidas e as implicações inerentes aos riscos.

Nota: desenvolvimento sob controle; programa passa pelo *gate* e pode prosseguir para o próximo.

2 – Atendimento acima dos 80% das entregas listadas, ou 100% com resultados considerados alcançáveis, sujeitos a correções. A análise dos riscos demonstra que não haverá efeitos nocivos nos prazos, custos, objetivos de qualidade e desempenho. As entregas e suas pendências poderão ser concluídas e atendidas até o próximo *gate*.

Nota: desenvolvimento sob controle; programa passa pelo *gate*, lista de ações pendentes para fechamento no próximo *gate*, elaborada e distribuída pela organização; prosseguir para o próximo *gate*.

3 – Entregas atendidas acima de 50% e inferior a 80%. A análise dos riscos demonstra que as datas críticas poderão ser afetadas, e/ou custos alterados fora dos objetivos estratégicos, objetivos de qualidade não atingidos, e objetivos de desempenho fora dos requisitos mínimos estratégicos. As entregas e suas pendências, total ou parcialmente, não poderão ser concluídas até o próximo *gate*.

Nota: desenvolvimento fora de controle; programa com *gate* rejeitado; objetivos estratégicos devem ser revistos, confirmados pela diretoria e redistribuídos. O *gate* deve ser repetido para nivelar o entendimento sobre novos objetivos estratégicos.

4 – Entregas atendidas abaixo de 50%. A análise dos riscos demonstra que existem efeitos nocivos em custos, nos objetivos da qualidade ou nos objetivos de desempenho e nos prazos, e/ou datas críticas poderão ser afetadas. A essência dos objetivos estratégicos ainda não foi atingida. As entregas e suas pendências não poderão ser concluídas e atendidas até o próximo *gate*.

Nota: desenvolvimento fora de controle; programa com *gate* rejeitado, lista de ações pendentes para fechamento no próximo *gate* elaborada e distribuída pela organização. O *gate* deve ser repetido para nivelar as ações interdepartamentais.

5 - Mesma condição anterior com agravantes e reincidência.

Nota: o desenvolvimento deve ser descontinuado, todo o programa deve ser refeito ou abandonado e um novo produto deve ser desenvolvido.

A Figura 5.1 mostra as características básicas de cada um dos estágios do modelo de desenvolvimento regressivo.

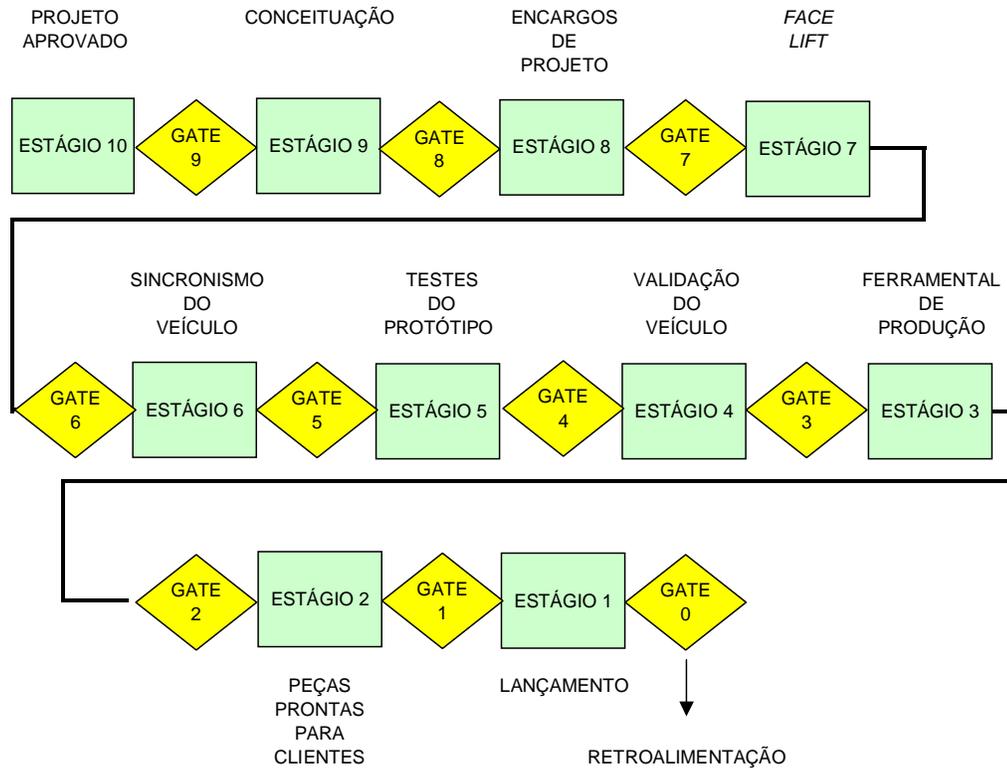


FIGURA 5.1: MODELO DE DESENVOLVIMENTO REGRESSIVO

5.1.2.1 DESCRIÇÃO DO MODELO

Pelas informações concedidas durante a entrevista, no estágio 10, a empresa elabora o plano estratégico para o novo produto e, posteriormente, a alta administração analisa e, dependendo dos resultados, aprova o projeto. No próximo estágio, denominado de conceituação, são definidos os objetivos aos quais o projeto deverá atender (especificações financeira, de mercado e técnica), sendo descritos no caderno de conceito de projeto. No estágio 8, a empresa realiza o detalhamento do projeto através da identificação das especificações finais, denominada de encargos do projeto. No próximo estágio, é definido o estilo do veículo, ou seja, quais as linhas/*face lift* do novo produto destinado ao mercado.

A partir do estágio 6, ocorre o sincronismo entre veículo e agregado. O agregado são os componentes (motor, eixo, câmbio, cardan, etc.) que formam o

veículo; nesse estágio, esses componentes devem estar pré-testados a fim de iniciar os testes no veículo. Entre os estágios 6 ao 4, inicia-se a fase de montagem, testes do protótipo e validação do produto através de sua certificação.

A partir do estágio 3, a empresa começa a se preocupar com questões relativas à produção do produto. Nesse estágio, é construído o protótipo para a produção, definindo-se os processos e ferramental de produção. As peças confeccionadas com os ferramentais de produção devem estar com a qualidade assegurada ao cliente.

No estágio 2, o produto deve estar totalmente pronto para o cliente. As preocupações, nesse momento, devem estar focadas na capacidade do processo e controle de variabilidade. Neste estágio, todas as ferramentas de produção devem estar prontas e corretas para atender aos volumes iniciais de produção, ou seja, o lote-piloto.

No estágio 1, a empresa faz o lançamento do produto no mercado, através da produção em pequenas escalas (*ramp-up*). Entretanto, o processo de desenvolvimento não é encerrado no estágio 1. De acordo com a entrevista, um ano após o lançamento no mercado é realizada a última avaliação, através do *gate 0*, que tem como objetivo verificar a retroalimentação do sistema de desenvolvimento, analisando a margem de lucro da empresa e a verificação das metas definidas inicialmente para o projeto.

5.1.3 QFD NA EMPRESA

O QFD foi introduzido na empresa em 1998, com o objetivo de auxiliar o processo de desenvolvimento de produtos, já que existia a necessidade de materializar o produto de acordo com as necessidades e expectativas do mercado. Isso é evidenciado na literatura por ABDUL-RAHMAN *et al.* (1999), através da ênfase na voz do cliente na busca de um método sistemático que assegure que as informações dos cliente ou mercado sejam traduzidos para requisitos técnicos precisos e ações através de todos os estágios de desenvolvimento do produto.

Segundo a empresa, a adoção do QFD foi necessária devido a empresa ignorar certos requisitos técnicos relacionados ao produto que o cliente considerava essencial para a sua escolha. Além disso, muitas vezes existiam ocorrências de conflitos entre os profissionais envolvidos no desenvolvimento do produto, quanto à

questão das exigências de certos requisitos, que mais tarde o cliente considerava irrelevante. CLAUSING (1994) cita que o QFD tem auxiliado as conexões das informações entre departamentos e estas se tornam compatíveis e consistentes dando aos grupos envolvidos um entendimento comum sobre suas decisões e implicações. As afirmações desse autor confirmam a decisão da empresa em adotar o QFD.

A empresa considerou que esse método poderia possibilitar grandes avanços na área de desenvolvimento. Entretanto, para que isso se materializasse, seria necessário que os profissionais envolvidos compreendessem integralmente a importância e a forma correta de utilizá-lo. Para confirmar essa necessidade de compreensão, OHFUJI *et al.* (1997) salientam que o QFD é um método que envolve toda a empresa e é preciso criar na empresa as estruturas que identificam a exigência do cliente no projeto e saber transmitir os propósitos do projeto para a produção, como também preparar as pessoas para acreditarem na metodologia do QFD.

Dada a importância, buscou-se, através da consultoria da Fundação Christiano Ottoni (FCO), o aprendizado e treinamento na área. A Fundação Christiano Ottoni é uma entidade de direito privado, sem fins lucrativos, instituída em 1974 para agilizar o desenvolvimento da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Essa entidade impulsiona o ensino, a pesquisa e a extensão, presta serviços de interesse da comunidade organizada na forma pública ou privada, mobilizando os esforços do pessoal técnico empenhado na consecução dos objetivos, para solucionar os problemas técnico-econômicos-sociais de nossa sociedade (FCO, 2002).

Durante o aprendizado, foi discutida a importância do QFD, não somente sobre a questão metodológica, mas também como tornar possível sua operacionalização na fábrica e quais seriam os resultados possíveis a serem alcançados, assim como, as principais dificuldades. Além disso, a consultoria auxiliou no desenvolvimento dos primeiros produtos da empresa através da utilização do QFD.

Quanto à aprendizagem sobre o método, a empresa considerou eficaz. Entretanto, quanto à parte operacional, apresentou-se algumas dificuldades, já que a utilização do método poderia trazer grandes impactos no processo de desenvolvimento e, com isso, dificultar e alongar o ciclo total de desenvolvimento do produto. Para BARROCO (2002), nas atividades atreladas a um projeto, o cronograma pré-estabelecido deve ser cumprido num chamado *timing is sacred*, que é uma

expressão atribuída à cultura japonesa, que enfatiza a necessidade do cumprimento de prazos relacionados ao desenvolvimento do produto.

Para a empresa, a adoção deste método somente traria benefícios se ela se tornasse flexível o bastante para possibilitar sua integração no modelo de desenvolvimento e facilitasse a produção do produto.

5.1.3.1 EXIGÊNCIAS PARA IMPLANTAÇÃO DO QFD

Para que o QFD fosse implantado com sucesso na empresa, seria vital o apoio da alta administração. CHENG *et al.* (1995) salientam que o envolvimento e comprometimento da alta administração é um dos três pré-requisitos básicos necessários durante o processo de introdução do QFD. OHFUJI *et al.* (1997), argumentam que para o QFD tornar-se possível é imprescindível a compreensão da alta administração.

Além disso, outros fatores foram considerados preponderantes para a implantação do método:

- Assessoria externa que tivesse uma visão profunda do método, fornecendo treinamento adequado através de exemplos práticos vivenciados na empresa, inclusive durante os primeiros projetos. Além disso, a adoção de uma boa assessoria pode facilitar a movimentação interna das informações;
- Comprometimento de todas as pessoas envolvidas;
- Possuir conhecimento prévio do método, assim como os benefícios e dificuldades que ele pode trazer, para que a empresa esteja preparada culturalmente para a assimilação posterior.

5.1.3.2 APLICAÇÃO DO QFD NA EMPRESA

A empresa considera o QFD como mais um dos vários métodos e ferramentas utilizados durante o processo de desenvolvimento de produto, trazendo benefícios, tanto para o cliente, quanto para a empresa. Entretanto, a empresa não realiza todos os desdobramentos relativos ao QFD, como custos e confiabilidade. Pelas informações levantadas na entrevista, a parte de custos e confiabilidade do produto

acabam sendo realizadas por outras ferramentas, presentes no modelo de desenvolvimento, que a empresa julga mais adequado.

Na realidade, apenas o desdobramento da qualidade parece estar sendo aplicado, e mesmo assim, restrito à primeira matriz. Pelas informações fornecidas, ficou claro que a empresa busca apenas traduzir as informações de mercado para a obtenção dos requisitos conceituais do produto. AKAO (1996) confirma essa argumentação através de um exemplo, no qual as exigências dos clientes são convertidas em características técnicas de produto e que a matriz destinada a isso é a Matriz da Qualidade. Além disso, a empresa relaciona muito o QFD com duas áreas departamentais da empresa, que são o Marketing e P&D. Para OLSON *et al.* (2001), os setores de marketing e P&D têm participação mais profunda nos momentos iniciais, onde envolvem informações de mercado e criação do *design* (conceitual). Entretanto, segundo a empresa, mesmo com a utilização apenas da primeira matriz, ela tem se mostrado eficaz e completa para atender as necessidades e objetivos da empresa.

Para a empresa, a matriz é construída de forma muito abrangente, sendo que a partir de alguns dados originais fornecidos pelos clientes é obtido uma enorme lista de itens de qualidades exigidas, que mais tarde são transformadas em características da qualidade. Como exemplo da abrangência dessa matriz, para um determinado produto, a empresa realizou um levantamento de 130 itens de qualidade exigida para a obtenção de 275 itens de características da qualidade. Isto pode parecer cansativo e tedioso, mas, para OHFUJI *et al.* (1997), as pessoas não devem se preocupar com isso, pois quando se for utilizar a Matriz da Qualidade para a garantia da qualidade, o importante é a sua abrangência e, por isso, é inevitável que ela se torne grande. A confecção de uma lista enorme de itens de qualidade exigida possibilita um atendimento eficiente em relação ao produto e também serve como informações úteis a outros produtos derivativos da empresa.

Segundo a entrevista, para a obtenção das primeiras informações de mercado, a empresa realiza pesquisas qualitativas, através de revendedoras autorizadas. Essas revendedoras coletam informações de clientes potenciais e clientes multi-marcas para a verificação de suas reais necessidades. Nesse primeiro momento, são coletadas as informações originais de mercado que mostram efetivamente que são geradas pelo próprio cliente de forma espontânea.

A partir das informações originais geradas pelos clientes, a empresa traduz essas informações em itens de qualidade exigida; uma informação original pode ser transformada em vários itens de qualidade exigida. Em seguida, a empresa repassa esses itens aos clientes a fim de comprovar que esses itens verdadeiramente correspondem as suas necessidades e, ao mesmo tempo, codificam esses dados em grau de importância, atribuindo 5 para o item de maior importância e 1 para o item de menor importância. Essa codificação no QFD é chamada na empresa de *benchmarking* comercial, devido à abordagem da QS 9000 (QS 9000, 1998).

Uma vez estabelecida a tabela das qualidades exigidas, a empresa faz a extração das características da qualidade e, em seguida, realiza as outras relações de correlação e conversão, estabelecendo a qualidade projetada.

A empresa tem buscado, através do aprendizado do QFD, uma resposta para uma dúvida relativa ao ciclo de desenvolvimento. Essa resposta tem o objetivo de verificar como o QFD pode auxiliar no atendimento das necessidades de mercado para um cenário projetado para o futuro que pode ser de vários anos, ou seja, transformar as qualidades exigidas de momento presente em atendimento futuro, através do lançamento de um produto após um determinado tempo (por exemplo, 5 anos).

5.1.3.3 VANTAGENS DA APLICAÇÃO DO QFD

Para a empresa, a utilização do QFD mostra uma grande flexibilidade, possibilitando adequá-lo dentro do modelo de desenvolvimento regressivo. Além disso, um dos principais benefícios advindos dele foi a visão clara dos principais concorrentes. Entre outros benefícios visualizados pela empresa após a implantação do QFD estão:

- Resolver impasses da qualidade exigida que a engenharia acha importante, mas o cliente não, e também em relação a certos parâmetros técnicos que têm forte influência no sentimento de qualidade do cliente, mas que a engenharia julga ser valor;
- Fortalecimento da engenharia simultânea;

A Figura 5.2 ilustra a matriz da qualidade adotada pela empresa.

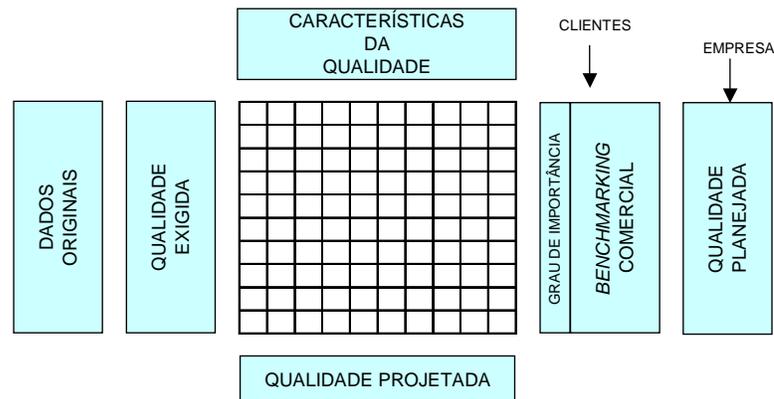


FIGURA 5.2: MATRIZ PRINCIPAL

5.1.4 INSERÇÃO DO QFD NO MODELO DE DESENVOLVIMENTO

A interação do QFD com o modelo regressivo, conforme mostrado na Figura 5.3, ocorre no estágio 9, que é o estágio de investigação conceitual das especificações do produto, mostrando claramente que os objetivos relativos ao QFD, são a busca, tradução e conversão das informações dos clientes em características técnicas do produto através, apenas, da matriz principal.

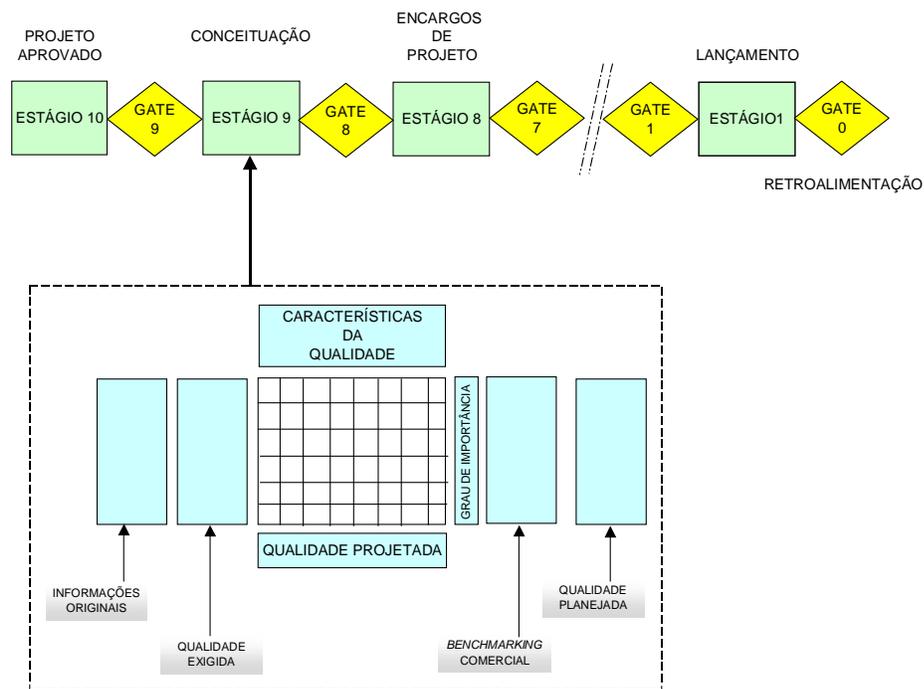


FIGURA 5.3: INSERÇÃO DO QFD NO MODELO DE DESENVOLVIMENTO DA EMPRESA

Na teoria, apesar do modelo do QFD contemplar as quatro dimensões de desdobramento (qualidade, custo, tecnologia e confiabilidade), sua utilização pode ficar restrita a apenas a Matriz Principal, pois, de acordo com CHENG *et al.* (1995), a utilização do QFD depende das metas estabelecidas pela própria empresa relacionadas ao produto. Desta forma, a empresa pode utilizar o QFD apenas como ferramenta de mensuração das informações específicas de mercado para características técnicas de produto, sem os desdobramentos sucessivos. Conforme destacado por OHFUJI *et al.* (1997), o importante é a abrangência e utilização da Matriz da Qualidade. Como no exemplo citado, a Empresa A maximizou a utilização da matriz da qualidade, permitindo, dessa forma, que essa mesma matriz pudesse ser utilizada para uma extensão grande de linha de produtos. Isso é importante para a empresa, pois esta fabrica mais de 30 modelos diferentes de produtos.

É importante evidenciar que, apesar da importância da ferramenta dada pela empresa e os conhecimentos advindos dela, sua aplicação não é compulsória durante o processo de desenvolvimento. Assim, a utilização do QFD depende muito do tipo de objetivo a ser explorado durante o desenvolvimento e que o próprio APQP (1997) faz menção de que o QFD é um dos métodos recomendados e pode ser utilizado, dependendo do produto a ser especificado.

5.2 ESTUDO DE CASO Nº 2 – EMPRESA B

5.2.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

O segundo caso é de uma indústria processadora de alimentos, com característica prospectora, desenvolvendo produtos “novo para o mundo”, “novo para a companhia” e “extensões de linha”, segundo uma análise feita com base na classificação de GRIFFIN & PAGE (1996). A Empresa B se enquadra entre as maiores fabricantes do Brasil, possuindo mais de 30.000 funcionários, com uma participação de mercado interno de 63% e externo de 37%²³.

²³ Dados individuais extraídos do questionário nº 28 da pesquisa “QFD: Práticas Atuais, Metodologia de Implantação, Dificuldades e Fatores de Sucesso”. Os resultados dessa pesquisa foram publicados em CARNEVALLI *et al.* (2002), CARNEVALLI (2002) e MIGUEL (2003).

A Empresa B exporta para mais de 60 países e, no exterior, possui filiais e escritórios comerciais por vários países, abrangendo América Latina, Europa, Ásia e oriente Médio. Em 2001, foi eleita a mais valiosa empresa do setor alimentício brasileiro em uma pesquisa divulgada pela consultoria inglesa *Interbrand*, sendo identificada como uma empresa de qualidade e inovação.

5.2.2 MODELO DE DESENVOLVIMENTO

A empresa iniciou a implantação do controle da qualidade total (TQC) em 1991 e, desde então, tem utilizado o ciclo total de Deming (PDCA) para permear todas as atividades relacionadas ao desenvolvimento de novos produtos. CAMPOS (1992) descreve que o ciclo PDCA é composto de quatro fases básicas: Planejamento (*Plan*), que estabelece a maneira (método) para se atingir as metas propostas; Execução (*Do*), que trata da execução das tarefas exatamente como prevista no plano; Verificação (*Check*), a partir dos dados coletados na execução, compara-se o resultado alcançado com a meta planejada; Atuação Corretiva (*Act*), é a etapa onde o usuário detecta desvios e atuará no sentido de fazer correções definitivas para que o problema jamais volte a ocorrer. De acordo com complementos da entrevista recebida via *e-mail*, a empresa se apóia no ciclo PDCA para estruturar o processo de desenvolvimento de produtos. Dessa forma, o processo estruturado de desenvolvimento da empresa possui os seguintes estágios:

- 1 – Estudo de oportunidade de mercado (*plan*);
- 2 – Desenvolvimento (*do*);
- 3 – Implantação (*check*);
- 4 – Lançamento e acompanhamento (*act*).

Cada um desses estágios é desdobrado em até três níveis, até se chegar aos departamentos correspondentes. A Figura 5.4 mostra uma síntese do modelo de desenvolvimento de produtos seguido pela empresa.

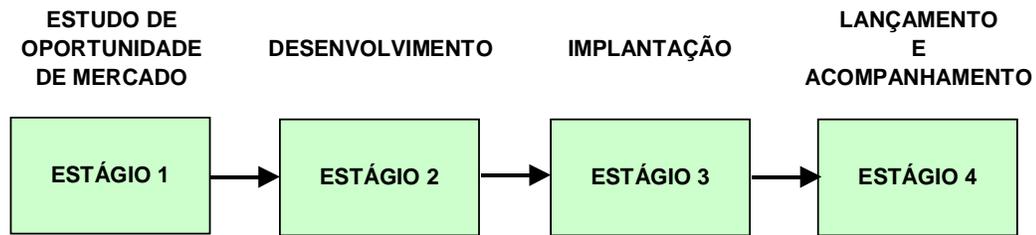


FIGURA 5.4: MODELO DE DESENVOLVIMENTO DA EMPRESA

5.2.3 QFD NA EMPRESA

Pelas informações fornecidas durante a entrevista, em 1993, a empresa iniciou estudos para que uma nova metodologia objetivasse garantir a qualidade dos produtos desde o projeto, ou seja, que fizesse com que a voz do cliente ecoasse por todos os departamentos da empresa, a partir do marketing, P&D, Engenharia, Suprimentos, Produção e Distribuição, e que garantisse o sucesso no mercado consumidor. De acordo com SHIBA *et al.* (1997) e OHFUJI *et al.* (1997), essa visão de focar a empresa nas necessidades e desejos dos clientes está relacionada ao conceito *market-in*, o qual prioriza que um produto não deve ser desenvolvido arbitrariamente pelas empresas, que imaginam as necessidades dos clientes e, sim, desenvolver mercadorias que atendam as necessidades e desejos especificados pelos clientes. O QFD possibilita que as informações de mercado sejam transferidas de forma organizada e com uma melhor visibilidade por todos os setores da empresa, como constatado no estudo na empresa.

A introdução ao QFD pela empresa foi realizada com o auxílio de uma consultoria externa, através da Fundação Christiano Ottoni (FCO). Esta consultoria exigiu a participação dos melhores funcionários da empresa para que o aprendizado de implantação fosse eficiente. Além disso, a FCO forneceu uma grande infraestrutura para que a implantação do QFD fosse concretizado eficientemente, quer seja através dos cursos, exercícios práticos próximo ao produto real e, também, por todo o assessoramento fornecido no projeto piloto.

5.2.3.1 EXIGÊNCIAS PARA IMPLANTAÇÃO DO QFD

A assessoria fornecida pela FCO foi considerada pela empresa como um dos pontos fundamentais para que esta conquistasse o sucesso na implantação do QFD, inclusive permitindo o aprimoramento do método através de publicações em eventos científicos. Além disso, outros pontos-chave foram considerados determinantes para o sucesso na implantação, como:

- Apoio irrestrito da alta administração;
- Excelente equipe de implantação;
- Pessoas com boa movimentação interna;
- Apoio financeiro.

A empresa também considera que os treinamentos devem ser realizados periodicamente para a continuidade da evolução do aprendizado e, também, para que tudo aquilo já conquistado no passado não se perca com o tempo.

5.2.3.2 APLICAÇÃO DO QFD NA EMPRESA

Apesar da empresa seguir o modelo das Quatro Ênfases, que prediz o desdobramento da qualidade, confiabilidade, custo e tecnologia (AKAO, 1990; AKAO, 1996), somente realiza o desdobramento da qualidade em seus projetos. Segundo a empresa, o ponto preponderante da não aplicação de outros desdobramentos está relacionado à dificuldade de aliar a teoria com a prática da empresa no que se refere ao desenvolvimento de produtos; por exemplo, a empresa não consegue desdobrar os custos para os seus produtos. Desta forma a empresa considera que o método é utilizado de forma limitado, estando a baixo da eficácia esperada.

CHENG *et al.* (1995) salientam que o modelo conceitual completo deve contemplar as quatro dimensões de desdobramentos, mas a decisão de que as quatro devem ser contempladas ou não em um determinado desenvolvimento depende das metas objetivadas pela empresa. Porém, se a meta da Empresa B também era desdobrar os custos, conforme salientado durante a entrevista e esta não conseguiu, então, provavelmente, o problema se encontra na deficiência da empresa com relação ao conhecimento do método.

A aplicação do QFD, de forma prática na empresa, é iniciada logo após o projeto obter sua aprovação conceitual, através das investigações detalhadas de mercado, financeira e técnica. Então, são realizados os levantamentos dos dados originais, através de pesquisa de mercado (análise descritiva quantitativa, análise sensorial e teste afetivo), escolha do público-alvo e, em seguida, a transformação dos dados originais em itens exigidos. Segundo CHENG *et al.* (1995), os itens exigidos se referem a necessidades de todo o tipo, e a organização desses itens exigidos, que se referem à qualidade intrínseca do produto, formará a qualidade exigida. Para OHFUJI *et al.* (1997), a conversão direta dos dados primitivos para qualidades exigidas, às vezes, se torna um processo difícil. Portanto, trata-se de itens sugeridos por clientes de maneira que possam ser indicados, por meio de expressões do tipo de qualidade exigida, sem se prender ao método expressional.

Após serem obtidas as qualidades exigidas, no próximo passo deve-se realizar a extração de cada item da tabela qualidade exigida para a tabela de características da qualidade, montando, dessa forma, a matriz da qualidade. Em seguida, são realizados os processos de correlação no interior da matriz.

Para o planejamento da qualidade, a empresa faz pesquisa de mercado quantitativa com consumidores, utilizando questionários personalizados. Finalizado o trabalho de pesquisa, é definido o argumento de vendas, calculando, em seguida, os pesos absolutos e relativos. A Figura 5.5 ilustra como os itens do planejamento da qualidade estão divididos entre clientes e empresa.

QUALIDADE PLANEJADA							
CLIENTE				EMPRESA			
IMPORTÂNCIA	EMPRESA HOJE	CONCORRENTE 1	CONCORRENTE 2	PLANO DE MELHORIA	RAZÃO DE MELHORIA	ARGUMENTO DE VENDA	PESO ABSOLUTO
							PESO RELATIVO

Figura 5.5: Qualidade Planejada da Empresa

Na qualidade projetada, a empresa considera o plano de melhoria para as características da qualidade do produto, resultando no final um protótipo que pode ser um ou vários, já que a avaliação deve ser feita pelo consumidor a fim de verificar se as qualidades exigidas foram atingidas. OHFUJI *et al.* (1997) argumentam que, não importando o tipo de produto a ser desenvolvido, é necessária uma medida para avaliar se a qualidade exigida está sendo satisfeita e isso se busca através da obtenção da qualidade projetada. A Figura 5.6 mostra o modelo da qualidade projetada para produtos da empresa.



FIGURA 5.6 : QUALIDADE PROJETADA DA EMPRESA

A partir da realização da matriz principal, a empresa pode realizar as outras matrizes, conforme a necessidade, obtendo com isso um modelo conceitual para o produto. Na Figura 5.7, é mostrado um modelo conceitual de produto no qual ocorrem os desdobramentos do processo, da matéria-prima auxiliar e da matéria-prima e dos processos intermediários.

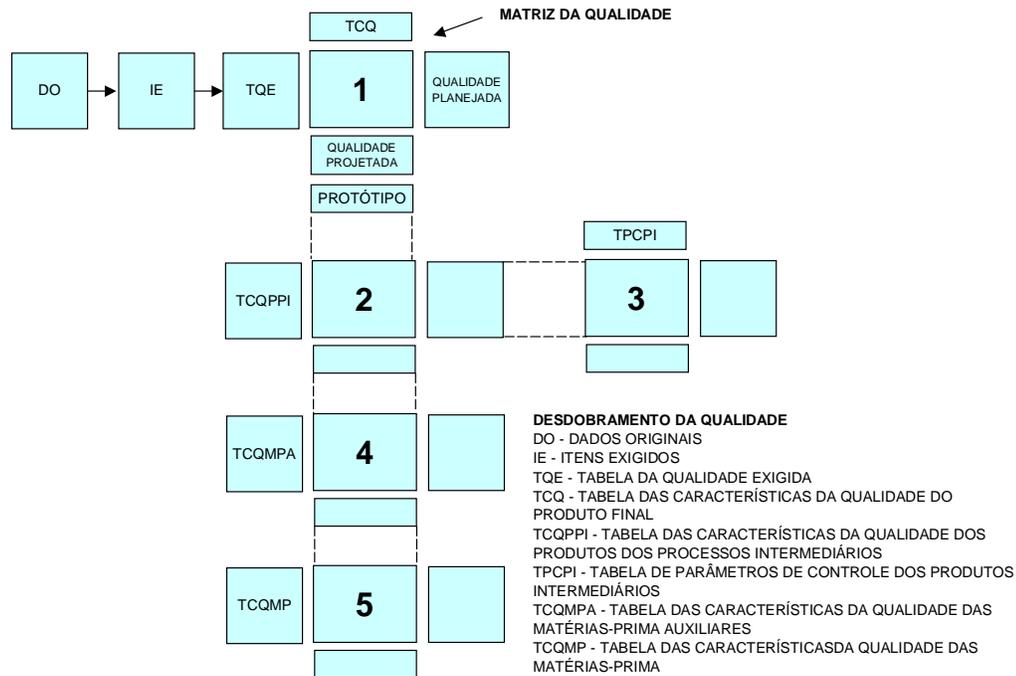


FIGURA 5.7: MODELO CONCEITUAL DA EMPRESA B

5.2.3.3 VANTAGENS DA APLICAÇÃO DO QFD

Entre os vários benefícios conquistados após a implantação do QFD, relacionados ao desenvolvimento de produtos, estão:

- Tornar o processo de desenvolvimento mais formal;
- Melhorar a comunicação entre os departamentos envolvidos;
- Facilitar a aplicação de outras ferramentas como, por exemplo, análise descritiva quantitativa, teste afetivo e análise sensorial;
- Fornecer uma melhor visão sobre os concorrentes.

A empresa considera também que o QFD trouxe mais uma vantagem, apesar de não ser mensurável quantitativamente, relacionada à redução do tempo do ciclo de desenvolvimento. De acordo com a entrevista, devido ao fato do QFD ter tornado o processo mais formal, auxiliado na introdução de outras ferramentas de análise de mercado, tornou, conseqüentemente, o processo de desenvolvimento mais rápido. A redução do ciclo de desenvolvimento não é enfatizada categoricamente, pois sua

mensuração não é tão fácil, mas indiretamente ela se torna visível, conforme salientado pela empresa. CHENG *et al.* (1995) confirmam o benefício da redução do tempo de desenvolvimento através de uma comparação do desempenho na indústria automobilística mundial. Para a Empresa B, um outro fator benéfico é que o QFD trouxe um entendimento maior para os que os funcionários tivessem a percepção da importância de seu trabalho durante o processo de desenvolvimento do produto, como, por exemplo, compreender como uma determinada válvula aberta, na linha de produção, pode influenciar na qualidade exigida de um produto.

Entretanto, apesar da empresa considerar o QFD muito importante, sua utilização dentro do processo de desenvolvimento não é compulsória. Assim, dependendo do tipo de projeto e complexidade, a empresa tem a opção de utilização ou não do método. Mesmo assim, a empresa já utilizou o QFD durante o desenvolvimento para um número superior a dez produtos.

5.2.4 INSERÇÃO DO QFD NO MODELO DE DESENVOLVIMENTO

Conforme visto anteriormente, o modelo de desenvolvimento da empresa é seqüenciado em quatro estágios, que podem ser desdobrados em até três níveis para chegar aos departamentos responsáveis. De acordo com o complemento da entrevista, obtido via *e-mail*, o QFD é iniciado no estágio 1 através do levantamento das qualidades exigidas. No estágio 2, ocorre o projeto da qualidade, através dos desdobramentos das qualidades exigidas em características da qualidade, auxiliando no desenvolvimento do produto e processo (características da qualidade do processo intermediário e características da qualidade de matérias-primas). Finalmente, no estágio 3, o QFD é utilizado para levar as especificações do projeto para o chão-de-fábrica, principalmente pelo Padrão Técnico de Processo (PTP), que é desdobrado em processos operacionais pelos supervisores da linha com os operadores.

Segundo CHENG *et al.* (1995), o PTP é o documento final do trabalho de QFD, pois é para o PTP que o QD e o QFDr devem convergir. De acordo com estes autores, no PTP são especificados os métodos de controle do produto, da matéria-prima e dos insumos, de forma bem detalhada. A Figura 5.8 mostra um exemplo de padrão técnico de processo para um determinado produto alimentício.

PADRÃO TÉCNICO DE PROCESSO					
DESCRIÇÃO DO PROCESSO		QUALIDADE ASSEGURADA		NÍVEL DE CONTROLE	
FLUXOGRAMA	NOME DO PROCESSO	CARACTERÍSTICA DA QUALIDADE	VALOR ASSEGURADO	PARÂMETROS DE CONTROLE	VALOR PADRÃO
2	preparar massa fina	temperatura saída da massa	20 a 50°C	velocidade das facas	20
				número de facas	10

FIGURA 5.8: EXEMPLO: PADRÃO TÉCNICO DE PROCESSO

Segundo as informações complementadas via *e-mail*, as tabelas das características da qualidade de matérias-primas e insumos são utilizadas para especificar e fornecer para o laboratório os itens de controle para garantia dos insumos que entram na fábrica (garantia de especificação).

Conforme anteriormente evidenciado, a empresa não utiliza o QFD para todos os tipos de produtos, que dependerá da complexidade e grau de exigência de cada projeto, assim como a relação das matrizes exigidas para cada modelo conceitual de produto, já que a empresa lança, aproximadamente, 100 produtos ao ano e as pessoas acabam envolvidas com vários projetos ao mesmo tempo. A Figura 5.9 ilustra a interação do QFD com o modelo de desenvolvimento da empresa.

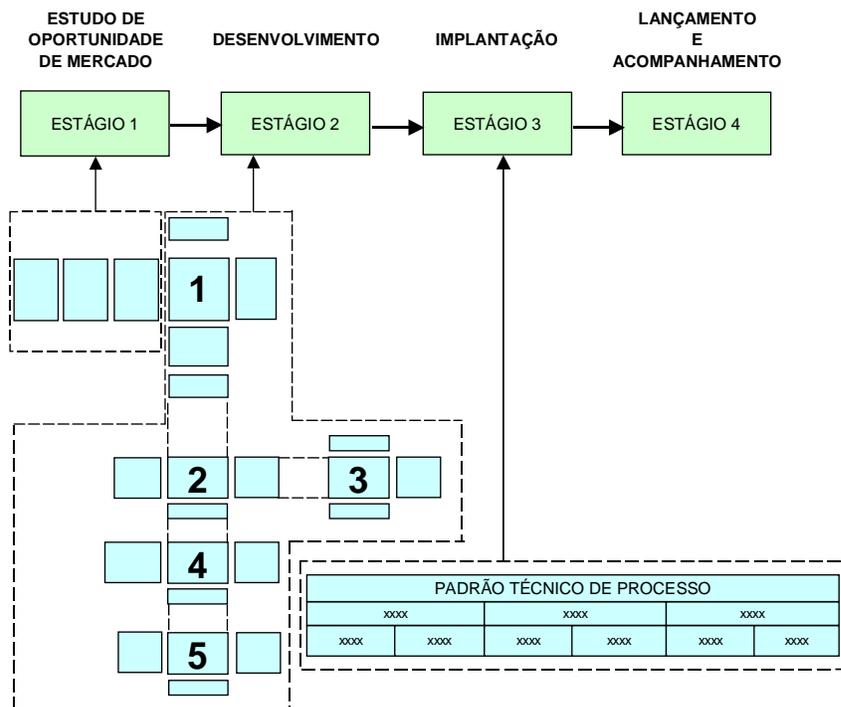


FIGURA 5.9: INSERÇÃO DO QFD NO MODELO DE DESENVOLVIMENTO DA EMPRESA B

5.3 ESTUDO DE CASO N° 3 – EMPRESA C

5.3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A Empresa C é uma fabricante líder mundial de máquinas e equipamentos de construção e mineração, sediada nos Estados Unidos da América, com uma planta industrial no Brasil. A empresa é caracterizada por uma tipologia prospectora, desenvolvendo linhas de produtos “novo para o mundo” e “extensões de linha”, segundo uma análise conforme classificação de GRIFFIN & PAGE (1996). Esta empresa possui uma grande variedade de produtos plataformas e derivativos como, por exemplo: caminhões articulados, caminhões e tratores fora de estrada, veículos de pavimentação, de colheita florestal, escavadeiras hidráulicas, veículos de carga. A empresa está presente em vários países, além dos Estados Unidos da América, como: Canadá, Japão, Austrália, China, e outros países da América Latina, Oriente Médio, Europa, África e Ásia.

No Brasil, a empresa produz 65% para o mercado externo e 35% para o interno, exportando para mais de 100 países; entre os produtos fabricados, estão: motoniveladoras, carregadeiras, tratores de esteira, escavadeiras, compactadoras e retro-escavadeiras.

5.3.2 MODELO DE DESENVOLVIMENTO

A empresa possui um modelo de desenvolvimento de produto criado em sua matriz americana, baseado em estágios e *gates*. O processo de desenvolvimento da empresa é caracterizado como de longo prazo para projetos plataformas, sendo que esse ciclo de desenvolvimento pode ir além de dez anos. Dentro desse ciclo, existem revisões a cada três anos, para estabelecer metas para prazos mais curtos. Invariavelmente, esses projetos sempre nascem na matriz da empresa e, depois, migram para cada unidade, para que sejam desenvolvidos os projetos derivativos de acordo com as necessidades dos clientes, características da região utilizada pelo produto e regulamentações ambientais e de segurança que devem ser cumpridas.

Normalmente, para cada máquina, podem existir configurações para até três tipos de motores e uma vasta lista de opcionais que podem incluir desde ar

condicionado e ar aquecido para cabines fechadas, até silenciadores de motores para países onde os regulamentos relacionados a ruídos são mais exigentes.

Pelas informações cedidas durante a entrevista, o principal desafio da empresa, relacionado ao desenvolvimento de produtos, é conseguir reduzir o ciclo de desenvolvimento, para que o impacto das informações geradas pelo cliente no início do desenvolvimento varie muito pouco quando ocorrer o lançamento do produto no mercado, já que o tempo de desenvolvimento é muito longo. CLARK & WHEELWRIGHT (1993) fazem uma explanação a respeito desse impacto que pode ocorrer durante as mudanças presentes e futuras em relação ao desenvolvimento de um produto, chamando-o de “alvo móvel”. Segundo esses autores, isso ocorre devido ao fato do mundo ser dinâmico, onde as mudanças tecnológicas são constantes; então, um produto projetado em determinado momento pode não refletir a realidade do mercado quando este estiver sendo lançado. Essas constatações dos autores justificam, portanto, a preocupação da empresa relativa à redução do ciclo de desenvolvimento. Além disso, pela característica da empresa ser de alta tecnologia para seus produtos, a equipe de projeto tem a difícil missão de conciliar tecnologia e custo, para que o preço final do produto não seja elevado para o cliente.

5.3.2.1 DESCRIÇÃO DO MODELO

De acordo com o complemento das informações fornecidas pela empresa através de *e-mail*, o modelo de desenvolvimento de produtos criado pela companhia segue os seguintes estágios: conceito, desenvolvimento, produção, lançamento e avaliação final, e ainda estabelecem a presença dos *gates* entre cada estágio do desenvolvimento. Os *gates* são as revisões periódicas tipo passa/não-passa para cada estágio e são divididos em A (Primeira Revisão), P (*Prototype*), R (*Readiness*) e S (*Shipping*). O *gate* A além de determinar a avaliação do Conceito, também especifica as necessidades que outros *gates* devem cumprir.

Basicamente, no “Conceito” é definido como será o novo produto (plataforma) ou como serão suas atualizações (derivativos). No estágio “Desenvolvimento”, o projeto é transformado em produto, finalizando com a construção do protótipo. Quando o protótipo é construído, atinge-se um ponto onde a empresa estabelece reuniões com os revendedores e os maiores clientes para uma avaliação final deste protótipo. COOPER (1993) evidencia que, para que um protótipo de produto encontre os

verdadeiros atributos exigidos, testes com clientes potenciais devem ser realizados, inclusive dentro de ambientes reais de uso, demonstrando que as ações da empresa são coerentes com a literatura.

No estágio “Produção”, são definidas as ferramentas de produção, processos, fornecedores e lote-piloto, finalizando com a produção em série. No “Lançamento”, questões de preço e mercado devem estar definidas e também as expectativas de retorno do produto. No último estágio (“Avaliação Final”), a equipe faz uma avaliação dos resultados obtidos com o produto no mercado, depois de um período de aproximadamente um ano, para verificar se realmente o produto atingiu as expectativas esperadas. A Figura 5.10 mostra este modelo de desenvolvimento da empresa.

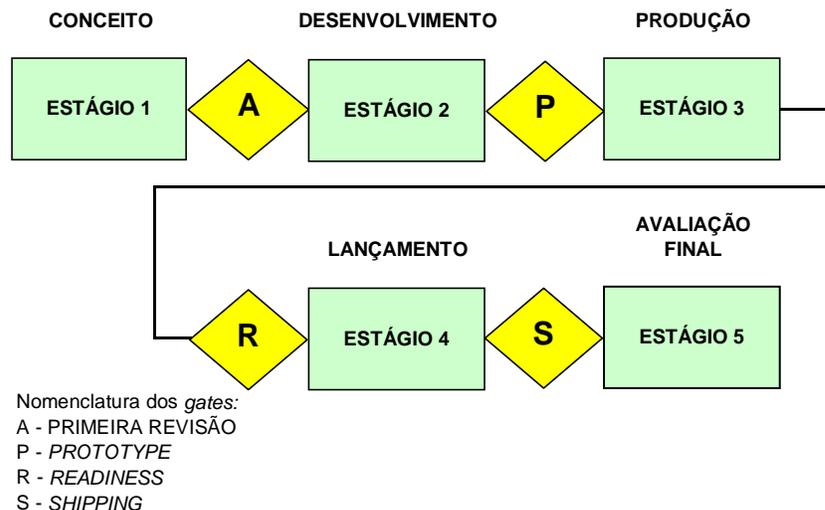


FIGURA 5.10: MODELO DE DESENVOLVIMENTO DA EMPRESA C

5.3.3 QFD NA EMPRESA

O QFD foi introduzido na companhia em 1988, juntamente com uma série de outros métodos e ferramentas de gestão e garantia da qualidade, no intuito de auxiliar no diagnóstico das necessidades dos clientes nos momentos iniciais do processo de desenvolvimento de produtos. Inicialmente, o método foi implantado na matriz da empresa e, a seguir, introduzido na filial no Brasil.

Para que o treinamento com o QFD fosse iniciado, foram formados dois grupos, um pertencente à matriz da companhia e outro à filial no Brasil, totalizando, aproximadamente, 12 pessoas. Esse treinamento foi realizado por intermédio do

núcleo de ensino interno da companhia, através de palestras e exercícios, possibilitando um conhecimento básico da ferramenta. Parte desse treinamento consistia de uma parte prática, na qual as equipes tinham que entrevistar clientes, a fim de coletar suas necessidades específicas. É importante salientar que esse treinamento não priorizava apenas o QFD, mas, sim, um conjunto de métodos e ferramentas utilizadas durante o desenvolvimento do produto, nas quais o QFD estava incluído como uma delas.

Na entrevista concedida, foi informado que o grande desafio da empresa é o de conceber um produto padrão (*standard*) que seja comum a todos os países que tenham o interesse em adquirí-lo. Entretanto, a padronização é muito difícil, já que cada país tem suas características próprias, como percepção dos clientes, características climáticas, tipo de solo, regulamentos ambientais e de segurança. Assim, a empresa percebeu que o QFD poderia auxiliar no sentido de direcionar as necessidades comuns e específicas dos clientes no desenvolvimento de alguns produtos, de modo que a empresa não necessitasse criar um número muito grande de produtos derivativos, como também facilitar o desenvolvimento de projetos simultâneos.

Um grande problema que normalmente existe com empresas que possuem uma lista grande de projetos e que desenvolvem projetos simultaneamente, é que os recursos podem acabar sendo consumidos rapidamente e, com isso, projetos que poderiam vir a ter sucesso no mercado acabam sendo abortados no meio do caminho. Segundo CLARK & WHEELWRIGHT (1993), as empresas que normalmente trabalham com projetos simultâneos, consideram uma lista ativa de projetos, na qual podem escolher o desenvolvimento de vários deles ao mesmo tempo, mas o grande desafio é saber priorizar quais são realmente os projetos que devem ser levados adiante. Esses autores consideram que, quando o *mix* de projetos é muito extenso e com excesso de projetos sendo desenvolvidos ao mesmo tempo, podem ocorrer desbalanceamentos resultando no comprometimento dos recursos, que pode ser caracterizado como “abordagem da gaiola de canários²⁴”. Assim, se torna muito

²⁴ Abordagem da gaiola dos canários: se considerar os recursos de desenvolvimento existentes em uma empresa como o dimensionamento de uma gaiola de canários e os projetos individuais como canários, existirá um número ótimo e *mix* de canários que podem coexistir na gaiola. Entretanto, pode ocorrer que, continuamente, canários sejam colocados na gaiola, sem considerar os que já estão cohabitando. Na medida que os canários entram, a gaiola torna-se cada vez mais cheia e a luta para a sobrevivência dos canários se torna cada vez mais difícil. Eventualmente, os canários mais fracos serão empurrados para as extremidades da gaiola e, conseqüentemente, acabam por morrer e mesmo os canários remanescentes encontrarão dificuldades para crescer e desenvolver-se normalmente devido à superlotação da gaiola (CLARK & WHEELWRIGHT, 1993).

importante que as empresas saibam priorizar quais são verdadeiramente os projetos necessários que devem ser conduzidos para o desenvolvimento.

5.3.3.1 EXIGÊNCIAS PARA IMPLANTAÇÃO DO QFD

Entre os principais fatores exigidos pela empresa, que deveriam ser cumpridos para que o QFD fosse implantado com sucesso, estavam:

- Comprometimento das pessoas envolvidas;
- Apoio da alta administração;
- Escolher eficientemente as pessoas participantes;
- Que as pessoas sejam multifuncionais;
- Ter um treinamento adequado através de uma consultoria;
- Possuir uma estrutura organizacional específica para a equipe de QFD.

5.3.3.2 APLICAÇÃO DO QFD NA EMPRESA

O QFD é utilizado pela empresa apenas para relacionar as exigências dos clientes com as especificações da característica da qualidade, ou seja, apenas a Matriz da Qualidade. A utilização somente da Matriz da Qualidade, ou Matriz Principal, são confirmadas através dos fundamentos sugeridos pela literatura. De acordo com a empresa, as informações para o estabelecimento das Qualidades Exigidas são realizadas através de pesquisa de mercado, com clientes potenciais, representantes da empresa fabricante e até com os operadores das máquinas.

Quando o QFD é finalizado, a empresa procura obter um *feedback* do cliente para verificar se as qualidades exigidas foram atingidas. Normalmente, esse resultado final do QFD é apresentado em forma de um modelo virtual. Os modelos virtuais também são descritos por Cooper (1993) no “projeto conceitual” e também por CLARK & WHEELWRIGHT (1993) no “*design-build-test*”. É importante evidenciar que apesar da empresa perceber a importância do QFD, sua utilização não é obrigatória e depende muito dos tipos de informações a serem pesquisadas e também do tipo de projeto. Entretanto, devido à importância da ferramenta no critério de avaliação das

informações dos clientes, a tendência é a de torná-la mandatória em um futuro próximo. A Figura 5.11 mostra uma ilustração da Matriz Principal do QFD desenvolvido pela empresa para alguns tipos de produtos.

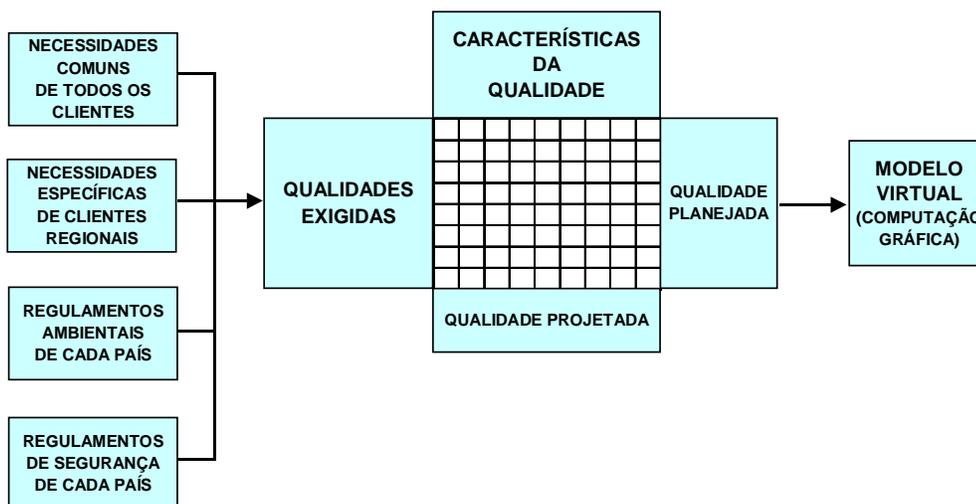


FIGURA 5.11: MATRIZ PRINCIPAL DA EMPRESA C

5.3.3.3 VANTAGENS DA APLICAÇÃO DO QFD

A empresa considera que, apesar do QFD ainda se encontrar em um estágio embrionário e que ainda não existam pessoas multiplicadoras do conhecimento do método na empresa, limitando-se o conhecimento aos funcionários mais antigos, esse método possa ser melhor explorado. Entretanto, mesmo com o conhecimento limitado, a equipe consegue eliminar certas dúvidas relacionadas ao tipo de produto a ser desenvolvido para certas regiões e, também, atender as necessidades específicas de clientes potenciais, sem mudanças radicais dos produtos-padrão. Com isso, o produto é desenvolvido com uma qualidade maior de percepção de valor pelo cliente e, também, com um custo final de produto mais reduzido.

Um dos exemplos do valor do QFD, fornecido durante a entrevista, ocorreu quando a equipe de projetos possuía dúvidas se deveria continuar a produzir um modelo de máquina de terraplanagem no Brasil. Nos Estados Unidos da América, essa máquina tinha uma demanda 98% em relação aos outros países. No Brasil, eram desenvolvidas duas versões desse modelo, cuja característica básica é a de plainar o terreno e transportar a terra para outro local. O QFD auxiliou a empresa a determinar

que essa máquina não estava atendendo satisfatoriamente o mercado brasileiro, já que os clientes se preocupavam mais na flexibilidade da utilização, através de dois veículos: um transportador e uma carregadeira. Dessa forma, a empresa interrompeu a produção desse veículo pesado e criou duas novas linhas de produtos. Um outro exemplo está no auxílio desse método resolvendo questões de criação de máquinas derivativas para regiões diferentes, quer seja por diferenças no clima, tipos de solos, especificações de clientes e regulamentações ambientais e de segurança, presentes em cada país.

Para ilustrar um tipo de regulamentação, a empresa deste estudo obteve a certificação de todo o seu sistema de inspeção e controle de emissões de ruídos de acordo com a Diretiva Européia 2000/14/EC, concedido pelo RWTÜV, único órgão credenciado para esta certificação. Com esta certificação, a empresa consegue atender aos novos requisitos sobre controle de emissões de ruídos para operadores e expectador, que entram em vigor nos países que integram a União Européia. O trator de esteiras T e as motoniveladoras M1 e M2²⁵ são os primeiros produtos homologados para atender ao mercado europeu (CONSTRUBID²⁶, 2002).

5.3.4 INSERÇÃO DO QFD NO MODELO DE DESENVOLVIMENTO

A interação do QFD com o modelo de desenvolvimento da empresa ocorre no estágio inicial, ou seja, no estágio do Conceito, conforme mostrado na Figura 5.12.

Na interação do QFD com o modelo de desenvolvimento de produto, a Empresa C acaba utilizando apenas uma matriz, que é a Matriz Principal utilizada no estágio “Conceito”. Apesar dessa limitação, os benefícios foram confirmados através desta ferramenta, e mesmo essa forma limitada também é acompanhada por outros casos da literatura, como por exemplo QUERICHELLI & GRADIM (2002), que também utilizam apenas uma matriz para conceituar produtos durante o desenvolvimento.

²⁵ Por questões sigilosas os modelos das máquinas assumiram nome “T” e “M”.

²⁶ A Construbid é uma empresa do mercado da construção, em atividade desde 1999, que oferece, via *internet*, sistemas para otimizar os processos de diversas rotinas das empresas do setor.

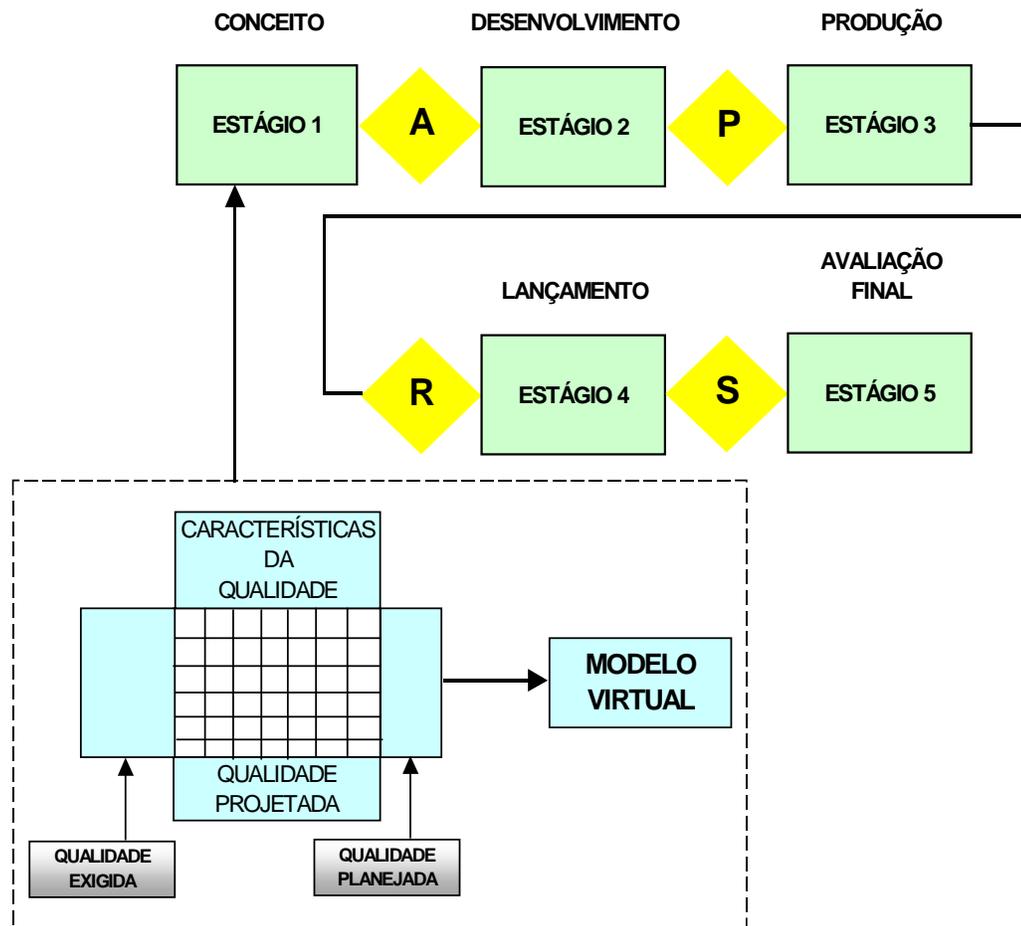


FIGURA 5.12: INSERÇÃO DO QFD NO MODELO DE DESENVOLVIMENTO DA EMPRESA C

Para a empresa, o QFD faz parte de um grande conjunto de ferramentas da qualidade, que podem ou não ser utilizadas durante o processo de desenvolvimento. Então, a utilização desta ferramenta depende não apenas do produto a ser desenvolvido, mas também da área que deverá ter a responsabilidade de desenvolver este produto, já que, por enquanto, nenhuma área da empresa é obrigada a adotar esta ferramenta como parte de exigência durante o desenvolvimento. Entretanto, devido aos enormes benefícios que o QFD tem trazido para as áreas que a estão adotando, a intenção é que essa ferramenta torne-se obrigatória no futuro, mas na empresa esta ferramenta deverá ficar restrita apenas à Matriz Principal.

5.4 ESTUDO DE CASO Nº 4 – EMPRESA D

5.4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

O quarto caso é de uma empresa fabricante de filmes flexíveis para embalagens, com característica analista, que desenvolve produtos “novo para a companhia” e “extensões de linha”, segundo uma análise feita a partir da classificação de GRIFFIN & PAGE (1996). A EMPRESA D possui uma participação interna de mercado de 30 a 40%, com aproximadamente 350 funcionários²⁷. Entre as linhas de produtos fabricados pela empresa estão: filmes flexíveis de polipropileno (transparentes, metalizados e perolizados), embalagem convertida e direta, filmes para cigarros, fitas adesivas, rótulos e etiquetas.

O processo de obtenção de um filme flexível compreende, basicamente, as seguintes etapas: extrusão, para a fusão do polipropileno; formação, onde ocorre a formação e resfriamento do filme de polipropileno; estiramento longitudinal, que promove, através de um estiramento mecânico, a orientação das cadeias de polipropileno do filme na direção longitudinal; estiramento transversal que, a exemplo da etapa anterior, promove a orientação por meio de estiramento mecânico, porém na direção transversal, resultando, assim, na película de polipropileno biaxialmente orientada.

5.4.2 MODELO DE DESENVOLVIMENTO

De acordo com a entrevista fornecida, a empresa possui, desde 1994, a certificação do seu sistema da qualidade conforme a ISO 9001 e reestruturação do processo de gestão de desenvolvimento de seus produtos. A partir desse sistema, foi criado um modelo de desenvolvimento de produto para filmes flexíveis baseado em estágios e *gates*, denominados na empresa de filtros. Esse modelo possui 5 estágios, conforme descritos a seguir: Proposta Básica, Plano Preliminar, Plano Operacional, Produto FASE T, Produto FASE EXP e Conclusão do Projeto. Entre cada um dos

²⁷ Dados individuais extraídos do questionário nº 160-A da pesquisa “QFD: Práticas Atuais, Metodologia de Implantação e Fatores de Sucesso”. Os resultados dessa pesquisa foram publicados em CARNEVALLI *et al.* (2002), CARNEVALLI (2002) e MIGUEL (2003).

²⁷ Dados individuais extraídos do questionário nº 160-A da pesquisa “QFD: Práticas Atuais, Metodologia de Implantação e Fatores de Sucesso”. Os resultados dessa pesquisa foram publicados em CARNEVALLI *et al.* (2002), CARNEVALLI (2002) e MIGUEL (2003).

estágios, existe uma revisão periódica do tipo passa/não-passa que analisa se o estágio anterior cumpre o que foi previamente estabelecido, sendo muito similar ao daquele descrito por COOPER (1993). A Figura 5.13 mostra o modelo de desenvolvimento para filmes flexíveis.

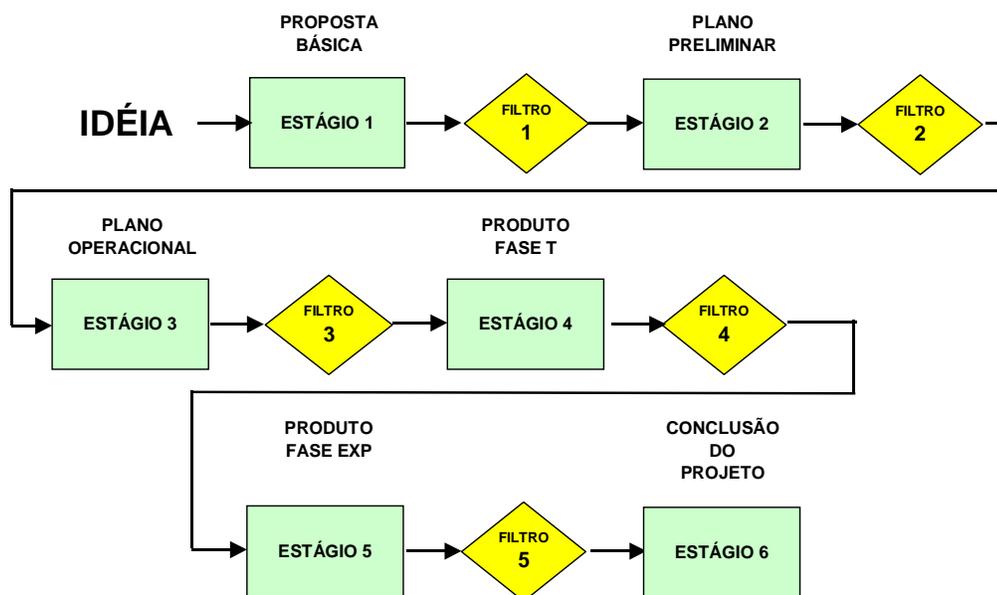


FIGURA 5.13: MODELO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO DA EMPRESA

Entretanto, na entrevista, foi salientado que o modelo de desenvolvimento apresentava algumas dificuldades para execução de projetos, entre os quais estavam: a necessidade de atender satisfatoriamente as necessidades dos clientes desde os momentos iniciais, já que, muitas vezes, correções eram exigidas durante o desenvolvimento, o que resultava em atrasos e prejuízos. Além disso, existiam dificuldades relacionadas à dependência de pessoas-chave que possuíam conhecimentos específicos de certas partes do processo de desenvolvimento. Os autores AKAO & MAZUR (1998) consideram que o QFD possui dois componentes principais. O primeiro componente é a priorização no melhoramento da qualidade de novos produtos, transferindo as necessidades dos clientes para características de *design* e desdobramentos de sistemas, manufatura e produção. O segundo componente é que o QFD oferece um caminho para assegurar o cumprimento de normas do tipo QS 9000, ISO 9000, ISO 14000 e outras. Esse segundo componente do QFD prioriza o processo de negócio da organização, assegurando que todas as operações, funções e tarefas realizadas por todas as pessoas sejam realizadas de

modo a assegurar a qualidade. O relato desses autores vem, portanto, ao encontro das dificuldades apresentadas pela empresa.

5.4.3 QFD NA EMPRESA

A empresa procurou um método que auxiliasse, de forma efetiva, na gestão do processo de desenvolvimento de produtos e que pudesse estabelecer um padrão geral para conduzir projetos. Além disso, outra preocupação da empresa era estabelecer padrões para projetos individuais e possibilitar também a priorização de quais projetos deveriam ser realmente desenvolvidos, pois a empresa tem um *portfolio* grande de projetos que são executados ao mesmo tempo. Nesse caso, o QFD não viria a cumprir essa tarefa, mas deveria ser feita a gestão do *portfolio* da empresa.

Um dos funcionários que conhecia previamente o método QFD expôs para a administração que este poderia auxiliar na solução das dificuldades vivenciadas pela empresa durante o processo de desenvolvimento de produtos. Assim, a empresa decidiu que deveria conhecer um pouco melhor esse método e enviou algumas pessoas para assistirem apresentações referentes ao QFD em um congresso científico (1º Congresso Brasileiro de Desenvolvimento de Produto). Pode-se concluir, então, que o método (QFD) poderia trazer muitas vantagens no processo de desenvolvimento.

Devido à importância dada ao QFD, contatou-se dois pesquisadores de universidades para fornecer todo o treinamento e suporte técnico durante a implantação do método.

5.4.3.1 EXIGÊNCIAS PARA IMPLANTAÇÃO DO QFD

A contratação dos pesquisadores foi aprovada devido ao fato de conhecerem e trabalhar com o QFD e que poderia também trazer conhecimentos relacionados ao próprio desenvolvimento de produtos, o qual, talvez, a empresa não conseguisse visualizar. Entre as várias exigências da empresa para que a implantação do QFD pudesse obter sucesso estão:

- Ter apoio da alta administração;
- Possuir um conhecimento prévio da ferramenta antes da implantação;

- Consultoria que possuísse conhecimento sobre o método, utilização de uma didática com exercícios e exemplos práticos e, também, vivência de implantação;
- Comprometimento de todas as pessoas envolvidas;
- Escolha eficiente das pessoas envolvidas;

5.4.3.2 APLICAÇÃO DO QFD NA EMPRESA

Pelas informações respondidas no questionário²⁷, a implantação do método foi através do modelo das Quatro Ênfases, criado por Akao e Mizuno, que mostra o desdobramento da qualidade, confiabilidade, custos, e tecnologia. Entretanto, atualmente, a empresa somente realiza o desdobramento da qualidade, sendo que o modelo conceitual pode possuir diversas matrizes. A seguir, é visualizado, na Figura 5.14, um modelo conceitual desenvolvido pela empresa para um determinado produto.

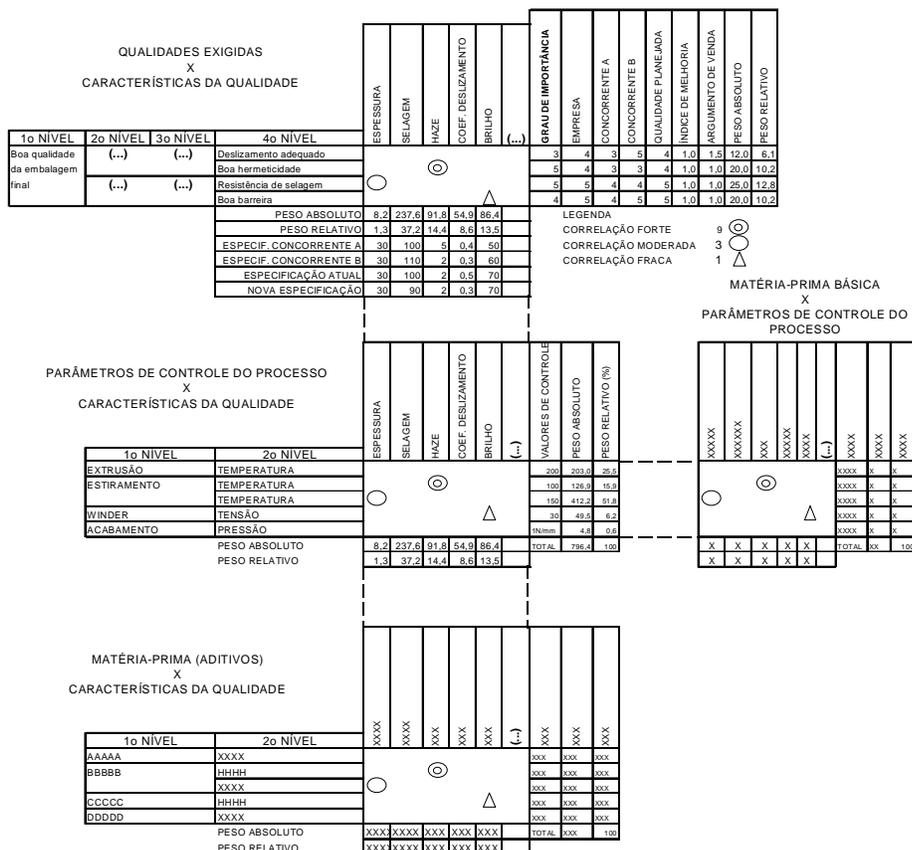


FIGURA 5.14: MODELO CONCEITUAL DO PROJETO PILOTO

5.4.3.3 VANTAGENS DA APLICAÇÃO DO QFD

De acordo com informações fornecidas durante a entrevista, a empresa pode perceber que o aprendizado inicial da metodologia seria um pouco complicado e que a aplicação do QFD não seria tão rápida e exigiria enorme esforço e comprometimento de todos os envolvidos, principalmente das áreas de *marketing*, tecnologia e produção. Para CHENG *et al.* (1995), o trabalho de desenvolvimento de produto através do QFD exige o envolvimento de pessoas pertencentes a várias funções da empresa (Diretoria, *Marketing*, P&D, Engenharia, Produção, entre outras), formando um único grupo multifuncional. Contudo, a empresa observou que muitos benefícios foram conquistados após a implantação do QFD no processo de desenvolvimento de produtos, entre os quais destacam-se:

- Tornar o processo de desenvolvimento mais formal;
- Ajudar na aplicação de outras ferramentas, como, por exemplo, diagrama de Ishikawa, sete ferramentas de planejamento, sete ferramentas da qualidade e melhoria das pesquisa de mercado;
- Melhoria da comunicação multifuncional;
- Disseminação e nivelamento do conhecimento;
- Redução geral no tempo de ciclo de desenvolvimento do produto, pois menos correções são realizadas;
- Aumento da qualidade e confiabilidade;
- Aumento da satisfação do cliente;
- Fornecer uma visão dos concorrentes.

5.4.4 INSERÇÃO DO QFD NO MODELO DE DESENVOLVIMENTO

A interação do QFD com o modelo estruturado de desenvolvimento ocorre em praticamente todos os estágios, evidenciando uma tendência de que o QFD seja incorporado permanentemente ao modelo, tornando obrigatório o seu uso. A Figura

5.15 ilustra a interação do QFD com o modelo de desenvolvimento de filmes flexíveis da empresa.

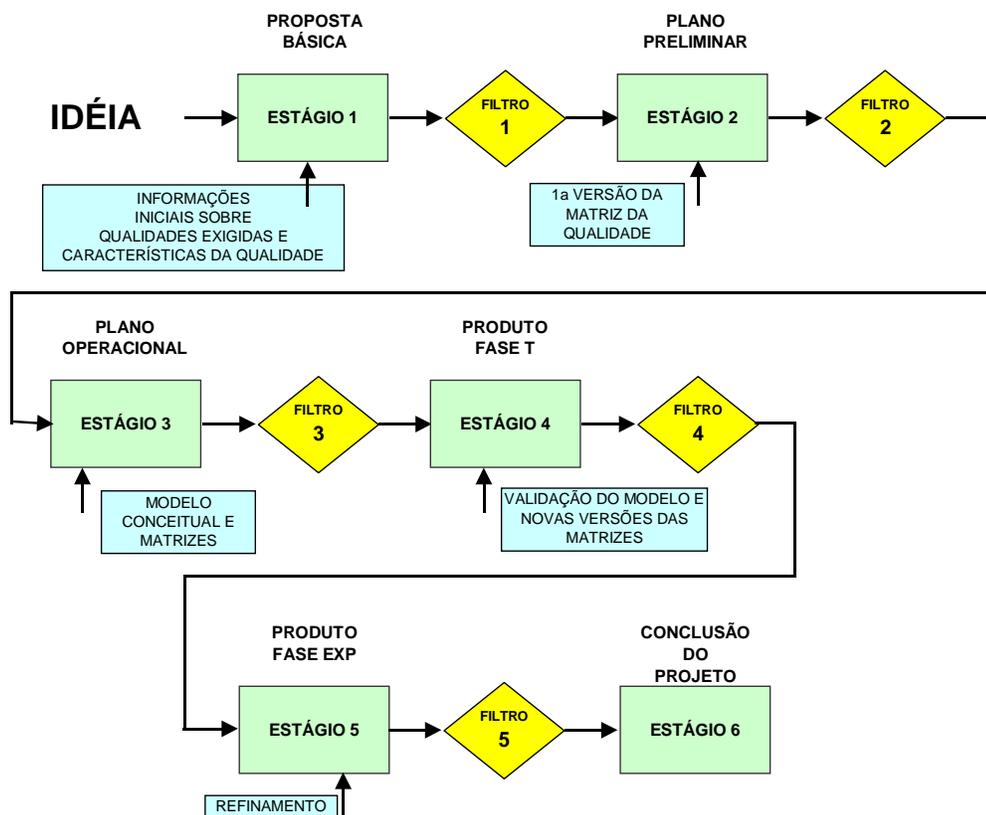


FIGURA 5.15: INSERÇÃO DO QFD NO MODELO DE DESENVOLVIMENTO DA EMPRESA D

Pelas informações concedidas durante a entrevista, pode-se concluir que o conhecimento que a metodologia do QFD proporcionou para a empresa foi muito importante, permitindo a melhoria significativa do processo de desenvolvimento de produtos. Além disso, o conhecimento advindo dessa ferramenta possibilitou à empresa disseminar sua aplicação no processo de desenvolvimento de produtos através de artigos científicos publicados em eventos.

A perspectiva futura é que a empresa consiga desenvolver um modelo completo de QFD (QFD padrão) que possibilite sua aplicação para vários produtos similares e que, caso necessário, acrescente poucas mudanças. A empresa também espera que, a partir dos conhecimentos adquiridos em relação ao QFD, possa ter condições de avaliar quais são os projetos prioritários que devem ser desenvolvidos, eliminando aqueles de menor importância.

5.5 ESTUDO DE CASO Nº 5 – EMPRESA E

5.5.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A Empresa E é uma indústria que se dedica à metalurgia do cobre, produção de ácido sulfúrico, metais primários (ouro, prata, *paladium* e platina) e reaproveitamento de subprodutos antes descartados. Com característica analista, essa empresa produz produtos “novos para a companhia”, segundo uma análise feita a partir da classificação de GRIFFIN & PAGE (1996). A empresa tem uma produção absorvida pelo mercado interno de 70% e externo de 30%, sendo de 850 o número aproximado de funcionários²⁸.

De acordo com a entrevista fornecida, a Empresa E começou a implantação de seu programa total de qualidade (TQC) por volta de 1992, através da consultoria FCO, que forneceu treinamento e assessoria ligado a esse programa. Inicialmente, foi elaborado um documento de dez páginas, denominado “Diretrizes Iniciais”, que continha diversas necessidades como: quantas pessoas treinar, em quais áreas iniciar, orçamento, envolvimento de assessorias, do sindicato, da mão-de-obra, etc. e, dentro do TQC, estavam inclusos vários programas especiais de atendimento à qualidade, como ISO 9002, QFD, CCQ, etc..

5.5.2 MODELO DE DESENVOLVIMENTO

Apesar de não ser evidenciado claramente como é constituído o modelo de desenvolvimento da empresa, pode-se dizer que, de acordo com aquilo que foi informado na entrevista em relação ao envolvimento das áreas durante o desenvolvimento, o modelo de desenvolvimento inicia-se no “Planejamento Estratégico”, que é o *imput* inicial do processo de desenvolvimento, onde a empresa verifica quais são as oportunidades e decide quais os interesse de disponibilizar um novo produto ao mercado. Após o produto ter sido considerado importante pela empresa, passa-se para o estágio de “Concepção”, cuja responsabilidade maior pertence à área de tecnologia (a empresa não tem uma área específica de engenharia

²⁸ Dados individuais extraídos do questionário nº150 da pesquisa “QFD: Práticas Atuais, Metodologia de Implantação, Dificuldades e Fatores de Sucesso”. Os resultados dessa pesquisa foram publicados em CARNEVALLI *et al.* (2002), CARNEVALLI (2002) e MIGUEL (2003).

de produto ou P&D). Em seguida a “Concepção”, tem-se o estágio de “Implantação”, que transforma o conceito do produto em produto, e que está ligado de forma mais concentrada nas áreas de produção e de laboratório. Finalizando todo o ciclo de desenvolvimento, está o estágio de “Lançamento”, que disponibiliza o produto no mercado. A Figura 5.16 ilustra o ciclo básico de desenvolvimento.

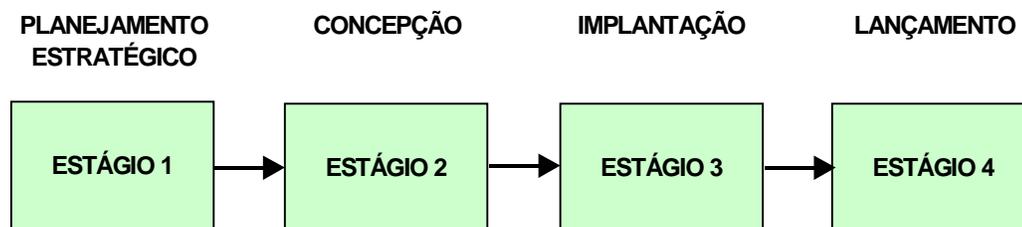


FIGURA 5.16: MODELO DE DESENVOLVIMENTO DA EMPRESA

Entretanto, esse modelo de desenvolvimento não se apresentava devidamente documentado e formalizado; conseqüentemente, acabava resultando em perdas de controle durante o desenvolvimento e dependência excessiva de pessoas-chave para cada tipo de projeto. Devido ao conhecimento exigido e à falta de estrutura do processo de desenvolvimento, as pessoas envolvidas não conseguiam adquirir o aprendizado completo do processo todo.

5.5.3 QFD NA EMPRESA

O QFD surgiu na empresa como uma das etapas do programa de qualidade do TQC. Foi possível perceber que o QFD poderia ser uma das possíveis alternativas de metodologia para trazer para a empresa uma estrutura eficiente e formalizada para o desenvolvimento de novos produtos e melhoria de produtos existentes.

Assim, o QFD foi introduzido na empresa em 1994, através de um seminário e um curso fechado de QFD para chefes e engenheiros. Inicialmente, o ensinamento e aplicação da metodologia seriam realizados através de um projeto piloto, que era o sulfato de níquel²⁹, um dos produtos fabricados pela empresa. O objetivo de atendimento desse projeto piloto buscava melhorar a qualidade do produto,

²⁹ O sulfato de níquel é utilizado na eletrodeposição superficial de metais, compondo os banhos das células de galvanoplastia. Sua aplicação mais freqüente é como substrato nos processos de cromeação através de uma fina camada de níquel, empregado no revestimento superficial de peças de aço, latão, ligas de zinco, alumínio e magnésio, além de metalização química de produtos de plástico.

principalmente em relação aos concorrentes alemães e avaliar se a metodologia se aplicaria a outros produtos da empresa.

O resultado final para este produto piloto da empresa trouxe uma melhoria significativa da qualidade do produto, não apenas confirmando a preferência do mercado nacional pelo produto, mas, também, aumentando a fatia de participação no mercado. Além disso, o QFD passou a ser indicado para outros produtos da empresa, como, por exemplo, o vergalhão de cobre³⁰, que foi o segundo produto em que o QFD foi aplicado. O grupo de pessoas envolvidas no QFD era de, aproximadamente, 10 pessoas, tanto para o sulfato de níquel, como para o vergalhão de cobre.

O aprendizado da ferramenta através do sulfato de níquel permitiu à empresa publicar artigos relacionados ao projeto piloto, em um seminário realizado em 1997 nos Estados Unidos da América e um congresso de qualidade, realizado em 1998, em São Paulo.

5.5.3.1 EXIGÊNCIAS PARA IMPLANTAÇÃO DO QFD

Para a empresa, o método QFD é muito metódico e complexo. Desta forma, exige-se muito do comprometimento de todos os envolvidos e crença de que esse método é importante para ser aplicado na empresa. A empresa considera que, muitas vezes, as pessoas não se comprometem devidamente ao método e, quando são exigidos recursos (pessoas e equipamentos) das áreas delas, acaba-se por gerar conflitos. Além disso, como a empresa possuía uma estrutura de desenvolvimento que não era formalizado, as pessoas tinham dificuldade em conseguir compreender os reais benefícios que o QFD poderia trazer. A empresa considera, também, que o processo de implantação inicial do QFD é lento e árduo. Assim, as pessoas devem ter paciência para que o método possa ser completado e os benefícios alcançados com o tempo. A empresa relata, ainda, que as pessoas desejavam colher os resultados rapidamente, não permitindo que o método fluísse conforme especificado.

Outro fator importante para que a implantação possa ser bem sucedida é o apoio irrestrito da alta administração, pois sem esse apoio as outras pessoas envolvidas que acreditam no QFD acabam perdendo a força de multiplicação do

³⁰ O vergalhão de cobre eletrolítico é utilizado na fabricação de condutores elétricos metálicos, sendo aplicado em larga escala na produção de eletro-eletrônicos, telefonia, telecomunicações, transmissão de energia, na indústria automobilística, na construção civil e, também, no setor de informática.

método entre aqueles que não acreditam no seu sucesso. Para CHENG *et al.* (1995), a introdução do QFD na companhia provoca mudanças na atitude e no hábito de trabalho das pessoas, no próprio objeto de trabalho e também na forma de organizar-se no trabalho; assim, é importante o envolvimento e comprometimento da alta administração.

O apoio de consultoria também é vital para o sucesso na implantação do QFD, mas é muito importante que a consultoria tenha uma vivência prática de aplicação de QFD com os produtos desenvolvidos pela empresa. O conhecimento teórico é importante, porém, existem muitos obstáculos que ocorrem na aplicação do método na empresa que a consultoria é incapaz de ajudar, se o conhecimento for restrito à teoria.

A empresa considera que o QFD por ser um método muito complexo e exigente; baseado em um perfil cultural japonês, é muito complicado de ser implantado em uma empresa com estrutura brasileira. Devido a isso, a empresa espera que os pesquisadores de QFD façam uma espécie de versão do QFD original para um similar brasileiro, levando em consideração as diferenças culturais, mercadológicas e organizacionais, que permita uma adoção pelas empresas com muito mais objetividade e facilidade de absorção pelas pessoas.

5.5.3.2 APLICAÇÃO DO QFD NA EMPRESA

Após o sucesso adquirido com o sulfato de níquel, a empresa resolveu adotar o método para os outros produtos existentes. A empresa, então, determinou que fosse criado um sistema de padrões utilizando o QFD como referência, para desenvolver novos produtos e remodelar os produtos existentes. Esse trabalho demorou bastante para ser finalizado e acabou por haver resistência de algumas áreas, que consideravam que o padrão referenciado no QFD era muito complexo para ser aplicado com alguns produtos da empresa, que necessitavam ter o desenvolvimento mais rápido. Então, a idéia de seguir fielmente o método do QFD, considerando-o como compulsório para projetos de novos produtos e melhorias de produtos existentes, começou a declinar e a dificultar sua implantação.

Para resolver esse impasse criado com o QFD, a Empresa E buscou informações de outras empresas que utilizavam o QFD no processo de desenvolvimento de seus produtos. As empresas visitadas não utilizavam o QFD

radicalmente, e, sim, utilizavam alguns elementos presentes no QFD para estruturar o desenvolvimento. A empresa percebeu que esse seria o caminho mais adequado para que o QFD pudesse obter sucesso.

5.5.3.3 VANTAGENS NA APLICAÇÃO DO QFD

Apesar do número de produtos adequados ao QFD ainda estar restrito a dois, que são o sulfato de níquel e o vergalhão de cobre, a empresa considera vários os benefícios conquistados através do QFD, como ser capaz de criar um indicador de qualidade para mensurar a posição do produto em relação ao mercado. A utilização do QFD gerou, também, uma redução do número de intervenções relativo a manutenção de equipamentos. Com a utilização do QFD, deixou de existir essa necessidade. Outro exemplo é relativo à adoção de embalagens para acomodação do produto, que anteriormente era vista como a mais barata e de melhor qualidade; através da utilização do QFD, consultando o mercado, a empresa verificou que a embalagem oferecida não era a melhor e, muito menos, a mais barata. A empresa pode desenvolver um novo fornecedor cujo resultado final foi uma embalagem de melhor qualidade a um custo muito mais baixo.

Além disso, a empresa considera que o ciclo de desenvolvimento de produto para atender ao mercado tornou-se menor, já que o conhecimento está muito mais estruturado e visível para aquilo que deve ser executado. O QFD também tem auxiliado na disseminação do conhecimento na empresa.

Outro fator importante é que, através dos benefícios conquistados com o QFD, pode-se visualizar uma redução dos custos de desenvolvimento de produtos, apesar de não ser mensurável diretamente. Além disso, outros benefícios foram obtidos na implantação do QFD, conforme visto a seguir:

- Aumento da qualidade e confiabilidade;
- Melhoria do trabalho em grupo;
- Fortalecimento da prática da engenharia simultânea;
- Melhoria da comunicação interfuncional;
- Fornecer uma melhor visão sobre os concorrentes.

5.5.4 INSERÇÃO DO QFD NO MODELO DE DESENVOLVIMENTO

Após verificar em outras empresas como o QFD estava sendo aplicado no processo de desenvolvimento de produtos, a Empresa E procurou criar algo similar. Então, criou um modelo de desenvolvimento baseado no QFD, mas que não exige que todas as suas etapas sejam cumpridas. Esse modelo faz uma avaliação de cada projeto e determina quais são as etapas imprescindíveis de execução; dependendo do projeto, esse modelo pode ignorar alguma etapa do QFD e passar para um estágio posterior, se por acaso o projeto não for inédito. Para a empresa, não teria muito nexo estar fazendo algumas etapas que já conhece os resultados. Entretanto, a empresa considera imprescindível para o desenvolvimento de novos produtos e remodelagem de produtos existentes a etapa inicial, que é a matriz da qualidade, que relaciona a qualidade exigida com as características da qualidade, deixando a opção de montar as outras matrizes conforme o tipo de projeto.

A empresa optou pela adoção desse modelo por achá-lo mais flexível, o que possibilitou uma aceitação maior pelas pessoas envolvidas durante o processo de desenvolvimento. Deve ser lembrado que, anteriormente, o processo de desenvolvimento não era formalizado, mas, mesmo assim, as pessoas sabiam como executar cada um dos estágios do ciclo de desenvolvimento. Provavelmente, isso se deve ao fato do tempo de introdução de novos produtos no mercado ser muito longo, ocorrendo, na maioria das vezes, um processo repetitivo de fabricação para um mesmo tipo de produto. A Figura 5.17 ilustra como o QFD está sendo aplicado no processo de desenvolvimento da empresa.

Para Cheng *et al.* (1995), o modelo conceitual a ser criado pela empresa depende das metas e da natureza do tipo de produto; sendo assim, é perfeitamente concebível aplicar o QFD da forma apresentada pela empresa em seu modelo de desenvolvimento de produto. Entretanto, deve-se tomar cuidado para não restringir todo o desenvolvimento de produtos a apenas a matriz da qualidade, pois essa limitação pode impedir que outros benefícios advindos do QFD, que poderiam ser aplicados a certos produtos da empresa, sejam ignorados. Isso é muito importante, principalmente neste caso, em que a empresa adotou o método QFD para auxiliar na estruturação do processo de desenvolvimento que se encontrava deficiente.

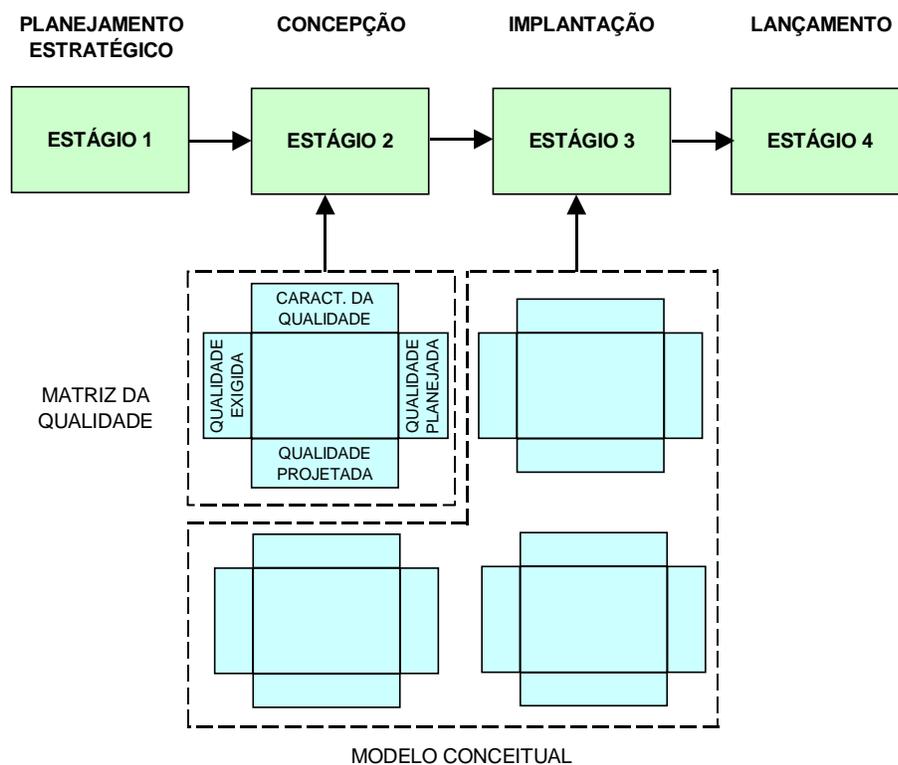


FIGURA 5.17: INSERÇÃO DO QFD NO MODELO DE DESENVOLVIMENTO DA EMPRESA E

5.6 DIFICULDADES ENCONTRADAS NOS ESTUDOS DE CASO

As maiores dificuldades encontradas nesse trabalho estiveram relacionadas ao processo de desenvolvimento de produtos das empresas, através do tópico “Descrição do Modelo”. Este tópico tinha a função de fornecer uma base das atividades que regiam o processo de desenvolvimento da empresa, através de informações coletadas durante as entrevistas. Entretanto, em algumas dessas entrevistas, não houve informações suficientes para que fosse possível compreender essa descrição, provavelmente devido a questões de sigilo e segurança da empresa. Assim, para esses casos, foram encaminhados *e-mails*, pedindo maiores esclarecimentos, que às vezes retornavam com poucas informações complementares.

Seria importante para esse trabalho que, para todos os estudos de caso investigados, houvesse uma descrição mais detalhada do modelo de desenvolvimento, que possibilitariam fornecer para essa investigação a diferença entre cada tipo de estrutura de desenvolvimento das empresas. Apesar disso, para todos os casos investigados, o objetivo principal do trabalho não foi comprometido, já que outras

respostas complementaram as questões investigadas, auxiliando na compreensão da inserção do QFD no processo de desenvolvimento.

5.7 COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS ENCONTRADOS NOS ESTUDOS DE CASO E A PROPOSTA

Considerando a proposta apresentada no Capítulo 4, cujo objetivo foi de auxiliar na compreensão da forma como o QFD poderia ser inserido no processo de desenvolvimento e, ao mesmo tempo, servir como direcionador dos estudos de caso, a proposta conseguiu ser válida. Além disso, foi útil a escolha do modelo estruturado *Stage Gate System* no qual o QFD foi inserido, já que algumas empresas estudadas apresentaram modelos que são variações desse modelo, como a Empresa A, Empresa C e Empresa D, mostrando que esses tipos de modelos estruturados são realmente utilizados pelas empresas.

Os modelos estruturados acabam fornecendo para as empresas que os utilizam um sistema seguro e rápido para reger as atividades e garantir que todas as necessidades durante o processo de desenvolvimento de produtos sejam realizadas. Entretanto, esse aspecto observado nas entrevistas merece uma investigação mais aprofundada para a confirmação da eficácia desses modelos.

Na proposta, a inserção do QFD com o modelo *Stage Gate System* mostrou-se eficaz através de suas fases, participando principalmente nos estágios iniciais do processo estruturado de desenvolvimento. Apesar da proposta não ter a finalidade de ser avaliada, ela poderia servir como referência para que empresas possam utilizá-la para esclarecer algumas dificuldades existentes na inserção do QFD no processo de desenvolvimento. Nesse sentido, como observado por YIN (2001), os estudos de caso realizados também podem servir para o aprimoramento da proposta.

Entretanto, a proposta apresentada mostrou-se ineficiente em mostrar a elaboração dos desdobramentos de custos, confiabilidade e tecnologia, apesar de mostrar que esses desdobramentos estão presentes em uma de suas fases. Essa dificuldade em inserir os desdobramentos de custos, tecnologia e confiabilidade no processo de desenvolvimento também foi encontrada nas empresas estudadas nos casos. Essa dificuldade talvez reflita os poucos casos bem explicados de desdobramentos de custos, confiabilidade e tecnologia, presentes na literatura, que

possam servir como referência para serem utilizados, pois verifica-se que somente o desdobramento da qualidade está muito bem explicado e detalhado, como abordado por OHFUJI *et al.* (1997).

Uma outra deficiência, vinculada à proposta, foi a de não ser capaz de desenvolver o QFD_r, que faz parte do QFD e que se mostrou importante na interação com o processo de desenvolvimento no estudo de caso da Empresa B.

5.8 DISCUSSÃO DOS CASOS

De acordo com os resultados obtidos dos estudos de caso, a Empresa A e Empresa C, optaram por adotar o QFD apenas como uma ferramenta de mensuração de mercado e análise de concorrência, através apenas da matriz da qualidade, que foi inserido no estágio inicial do processo estruturado de desenvolvimento de produto. A adoção do QFD através apenas da matriz da qualidade teve por objetivo conhecer melhor a necessidade do mercado e também servir como instrumento que fosse capaz de fornecer para a empresa uma análise dos principais produtos similares concorrentes. Para ambos os casos investigados, as informações geradas para a tabela das qualidades exigidas foram realizadas através de pesquisas qualitativas com clientes potenciais, que buscaram informações mais precisas e necessárias para obtenção do melhor produto.

Nos casos da Empresa B, Empresa D, e Empresa E, fizeram a opção de por utilizar o QFD como uma metodologia que desse suporte ao processo de desenvolvimento, já que estes não estavam devidamente estruturados e conseqüentemente geravam dificuldades para as empresas quando desenvolviam produtos. Quando o QFD foi adotado dessa forma, as empresas criaram várias matrizes inseridas em vários estágios do processo de desenvolvimento, sendo que o número de matrizes variou de produto para produto, como de empresa para empresa. Entretanto, apesar das empresas utilizarem o modelo das Quatro Ênfases, somente utilizaram o Desdobramento da Qualidade para seus produtos, estando ausente os outros desdobramentos como tecnologia, custos e confiabilidade.

A investigação dos casos buscava também através das características das empresas (prospectora, analista, defensora e reação) a existência de algum vínculo de intensidade da utilização do QFD com o processo de desenvolvimento das empresas,

entretanto, os resultados obtidos não foram suficientes para determinar o quanto a inovação de uma empresa influi na utilização do QFD no processo de desenvolvimento de produtos.

A tabela 5.1 sintetiza os principais resultados obtidos dos estudos de caso investigados.

TABELA 5.1: COMPARAÇÃO ENTRE CADA CASO INVESTIGADO

EMPRESA		A	B	C	D	E
TIPO DE EMPRESA		Automobilística	Alimentícia	Máquinas e Equipamentos	Embalagens	Metalurgia
CARACTERÍSTICA DA EMPRESA		Prospectora	Prospectora	Prospectora	Analista	Analista
PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO		Estruturado	Semi-Estruturado	Estruturado	Semi-Estruturado	Não Estruturado
MODELO DE QFD UTILIZADO		Quatro Ênfases	Quatro Ênfases	Quatro Ênfases	Quatro Ênfases	Quatro Ênfases
UTILIZAÇÃO DO QFD AMPLO	QD	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	QFDr	Não	Sim	Não	Não	Não
USO DO QFD		Opcional	Opcional	Opcional	Compulsório	Opcional
USO DE OUTRAS MATRIZES ALÉM DA MATRIZ DA QUALIDADE		Não	Sim	Não	Sim	Sim
USO DE OUTROS DESDOBRAMENTOS		Não	Não	Não	Não	Não
FASE DO PROCESSO QUE O QFD É INSERIDO		Inicial / 1 Estágio	Várias / 3 Estágios	Inicial / 1 Estágio	Várias / 5 Estágios	Várias / 2 Estágios

A síntese apresentada na tabela, mostra os diferentes perfis das empresas pesquisadas, assim como suas características de inovação de produtos que são levados em consideração durante o desenvolvimento. Além disso, está evidenciado, também na tabela, o tipo de estrutura de processo de desenvolvimento de produtos que cada empresa utiliza, ou seja, se o processo é estruturado, semi-estruturado ou não-estruturado.

De acordo com os resultados da tabela, a utilização do QFD não parece ter relação com o grau de inovação de produtos, já que, os resultados não foram determinantes para a utilização maior ou menor do número de matrizes do QFD. Entretanto, para o tipo de estrutura do processo de desenvolvimento (linha 4), o uso do QFD parece ter alguma relação, como pode ser visto, nos casos das empresas A e C, que possuem um processo estruturado de desenvolvimento, estas não dependem tanto do uso do QFD, quanto àquelas que possuem processos semi-estruturados e não estruturado, como no caso das empresas B, D e E. Assim, estas últimas acabam utilizando um número maior de matrizes do QFD no processo de desenvolvimento de produtos.

CAPÍTULO 6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O objetivo principal dessa dissertação foi a de compreender como ocorre a inserção do QFD em um processo estruturado de desenvolvimento de produtos. Porém, devido a amplitude do objetivo, houve a necessidade de buscar respostas mais específicas para que auxiliassem a alcançar o objetivo principal proposto. Para que essas respostas fossem obtidas foram investigadas as seguintes questões: quais os estágios do processo de desenvolvimento de produtos em que o QFD é utilizado; a intensidade em que o QFD é aplicado ao longo do processo, como, o número de matrizes utilizadas e a aplicação de outros desdobramentos além da qualidade (custos, tecnologia e confiabilidade); e, verificar se as empresas aplicam o QFD amplo (QD e também o QFDr) no processo de desenvolvimento. Além disso, investigar quanto o nível de conhecimento que uma empresa tem do QFD influencia na forma em que este é aplicado no processo de desenvolvimento. Assim, de acordo com as respostas encontradas, relacionadas aos cinco estudos de caso, apresentados no capítulo anterior, foi possível verificar como o QFD interage com o processo de desenvolvimento em cada uma das empresas analisadas.

De acordo com os resultados obtidos dos estudos de casos aqui apresentados, a interação do QFD com o processo estruturado de desenvolvimento de produtos depende muito da definição estratégica relacionada ao QFD neste processo de desenvolvimento. Assim, uma empresa pode utilizar o QFD apenas como um método de mensuração de mercado e análise da concorrência, geralmente, aplicado em algum dos estágios iniciais do processo de desenvolvimento. Para essas empresas o processo de desenvolvimento se encontra estruturado e suficientemente seguro, com isso, o QFD é utilizado de forma parcial através apenas da matriz da qualidade. Entretanto, a matriz da qualidade é utilizada de forma ampla e completa, com um grande número de itens de qualidades exigidas e itens de características da qualidade, para possibilitar sua utilização para um número elevado de produtos derivativos.

Para as empresas que não possuem um processo estruturado e buscam um meio para essa estruturação, o QFD pode ser empregado, entretanto, deve-se pensar em utilizar o QFD amplo, através do QD (inclusive com a hipótese de utilizar outros desdobramentos, como, custos, tecnologia e confiabilidade) e do QFDr. O QFD deve

ser inserido através de um número de matrizes, que realmente represente todas as etapas de desenvolvimento do produto.

A utilização parcial do QFD, através apenas da matriz da qualidade, pode talvez restringir o número de benefícios a serem conquistados, mas não necessariamente prejudicar os resultados finais esperados do QFD no processo de desenvolvimento.

A utilização parcial do QFD pode significar também uma certa limitação do nível de conhecimento que as empresas podem ter sobre o método, pois, de acordo com a investigação, para aquelas empresas que conheciam melhor os benefícios que podiam ser conquistados por meio do QFD, acabaram aplicando o método de maneira mais ampla no processo de desenvolvimento de produto, através de várias matrizes distribuídas ao longo deste processo.

Então, para resolver o problema quanto o nível de conhecimento do QFD influencia no número de benefícios a serem conquistados, é importante que a empresa tenha um conhecimento básico sobre o método, antes de sua adoção pela empresa, e buscar uma consultoria que forneça um aprendizado ideal, de acordo com as necessidades da empresa em função dos benefícios esperados. Com relação à aprendizagem, as empresas investigadas foram unânimes em afirmar que, para conhecer a potencialidade total do QFD é necessário a contratação de uma consultoria externa que, além de conhecer com profundidade o método, tenha experiência vivenciada na aplicação em produtos similares desenvolvidos pela empresa.

Pela investigação realizada, no levantamento das informações para as qualidades exigidas, foi verificado que as empresa podem utilizar tanto informações quantitativas através do número maior possível de clientes, quanto qualitativas através de clientes potenciais selecionados.

Para as empresas que possuíam um processo estruturado de desenvolvimento de produtos, acabaram por utilizar somente a matriz da qualidade. Isso parece indicar que quanto mais estruturado o processo de desenvolvimento da empresa, mais limitada é a utilização do QFD.

Para os estudos de caso investigados nesse trabalho, nenhuma empresa realizou mais de um desdobramento do QFD, estando presente apenas o

Desdobramento da Qualidade. Essa investigação não foi capaz de determinar o motivo da não aplicação de outros desdobramentos. Apenas para o caso da Empresa B, foi observado a falta de conhecimento em aplicar o Desdobramento de Custos para os seus produtos, já que possuía este interesse.

Na investigação dos estudos de caso foi verificado um ponto contrastante relacionado ao ciclo de desenvolvimento de produtos, a Empresa A que utiliza apenas a matriz da qualidade, após o aprendizado do QFD, demonstrou uma grande preocupação com relação a complexidade do método, que poderia trazer impactos para o processo de desenvolvimento e com isso alongar o ciclo total de desenvolvimento de produto. Porém, a Empresa B e Empresa D que utilizam mais de uma matriz do QFD, interagindo durante o processo de desenvolvimento, salientaram que o QFD foi capaz de reduzir o ciclo total de desenvolvimento de produto. Apesar de não ter sido mensurado, esse resultado foi observado pelas empresas através dos muitos benefícios alcançados com o método.

Uma das particularidades encontradas na investigação, foi observado na Empresa B, em relação a importância da continuidade do aprendizado do QFD, através de treinamentos periódicos para os funcionários. Isso pode fazer com que o conhecimento adquirido anteriormente com o método não se perca com o tempo, e assim, possa auxiliar constantemente o processo de desenvolvimento de produtos. Uma das propostas para este problema é que a própria empresa poderia se incumbir da reciclagem, fornecendo treinamento interno através das pessoas que já conheçam o método. Além disso, o QFD já desenvolvido com outros produtos na empresa, poderia ser utilizado como forma de aperfeiçoamento do aprendizado.

Outra particularidade, está relacionada com a Empresa E, considerou que a cultura organizacional tem dificuldades em absorver todos os ensinamentos advindos do método, considerando-o metódico e complexo. Essa empresa considera que para o QFD trazer os reais benefícios para o processo de desenvolvimento, deve-se procurar realizar uma versão do QFD japonês para uma versão brasileira, procurando torná-la mais flexível e rápida, para a melhor absorção do conhecimento pelas pessoas que trabalham nas empresas.

Por se tratar de um estudo exploratório inicial, os resultados obtidos nessa dissertação necessitam de outros estudos mais aprofundados, a fim de que se possam

confirmá-los ou não, ou poderá também abordar outros aspectos relevantes não abordados nesse trabalho.

Nesse sentido, existem vários estudos que podem ser realizados a partir dos resultados encontrados nessa dissertação, como visto a seguir:

- Escolher um dos estudos de caso apresentado nessa dissertação e a partir dele uma nova investigação poderia ser realizada de forma mais profunda e abrangente, para verificar se realmente a interação do QFD com o processo estruturado de desenvolvimento de produtos atinge os mesmos resultados dessa dissertação;
- Determinar o motivo pelo qual os outros desdobramentos do QFD no desenvolvimento de produtos não são freqüentes, conforme demonstrado nos estudos de caso;
- Estudar uma forma como o método do QFD pode auxiliar no levantamento das qualidades exigidas para produtos que somente estarão disponíveis no mercado depois de um longo prazo, como por exemplo, de 5 (Empresa A) ou 10 anos (Empresa C).
- Verificar como o tipo de processo de produção (volume e variedade) que uma empresa adota, influi na intensidade com que o QFD é aplicado no processo de desenvolvimento da empresa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDUL-RAHMAN H., KWAN C. L., WOODS P. C. **Quality function deployment in construction design: Application in low-cost housing design**. International Journal of Quality & Reliability Management, v.16, n.6, p.591-605, 1999.

AKAO, Y. **Introdução ao desdobramento da qualidade**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1996. 179p.

AKAO, Y. **QFD: past, present, and future**. International Symposium on QFD, Linköping, 1997. Disponível em: <http://www.qfdi.org/QFD_History.pdf>. Acesso em: 10 set. 2002.

AKAO, Y. **Quality function deployment: integrating requirements into product design**. Portland, Oregon: Productivity Press. 1990. 369p.

AKAO, Y; MAZUR. G.H. **Using QFD to assure QS 9000 compliance**. ISQFD'98 – Sydney, 1998. Disponível em: <http://www.mazur.net/works/qs-9000_compliance_with_qfd.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2002.

ALVES A. **Atração de verão: Mitsubishi oferece ao público testes de off-road**. Portal do automóvel. Disponível em: <http://www.automovel.com.br/00_Noticias/ExibeNoticia.asp?spid=&ID=1247>. Acesso em: 25 set. 2002.

APQP – Planejamento Avançado da Qualidade do Produto e Plano de Controle. 1. ed. brasileira. Instituto da Qualidade Automotiva, 1997. 101p.

BARRELA, B. **Implantação da QS 9000 na Rockwell-Fumagalli**. In: SEMINÁRIO EM QUALIDADE QS 9000, 1., 1997, Santa Bárbara D'Oeste. Anais... Santa Bárbara D'Oeste, 1997. p.4-8.

BARROCO M.S. **Qualidade no processo de desenvolvimento do produto na indústria automotiva**. 2002. 135p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Automotiva) – Departamento de Engenharia Mecânica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

BAXTER, M. **Projeto do produto: guia prático para design de novos produtos**. 2. ed. Editora Edgard Blücher Ltda, 2000. 260p.

BLACK, J. **O projeto da fábrica como futuro**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. 288p.

BROWN, S.; EISENHARDT K. **Product development: Past research, present findings and future directions**. Academy of Management Review, v. 20, n.2, p.343-378, 1995.

CAMPOS, F.V. **TQC: Controle da qualidade total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte, MG. Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG. Rio de Janeiro: Bloch Editores, 1992. 220p.

CARNEVALLI, J.A. **Estudo exploratório sobre o uso do QFD nas 500 maiores empresas no Brasil**. 2002. 148p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba.

CARNEVALLI, J.A.; MIGUEL, P.A.C.; SASSI, A. **O uso do QFD nas 500 maiores empresas do Brasil**. In: SEMINÁRIO EM QUALIDADE: USO DO QFD NO BRASIL, 5., 2002, Santa Bárbara D'Oeste. Anais... Santa Bárbara D'Oeste: Universidade Metodista de Piracicaba, 2002. p.10-29.

CHENG, L.C. et al. **QFD: planejamento da qualidade**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995. 260p.

CHENG. L. C. **Caracterização da gestão de desenvolvimento do produto: delineando o seu contorno e dimensões básicas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 2., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos. 2000. 1 CD.

CLARK, K.; FUGIMOTO, T. **Product development performance: strategy, organization, and management in the world auto industry**. Boston: Harvard Business School Press, 1991.

CLARK, K.B.; WHEELWRIGHT S.C. **Managing new product and process development**. New York: The Free Press, 1993. 896p.

CLAUSING, D. **Total quality development: a step-by-step guide to world-class.** New York: Asme Press, 1994. 506p.

COHEN, L. **Quality Function Deployment: how to make QFD work for you.** USA: Addison-Wesley Publishing Company, 1995. 348p.

CONSTRUBID. Empresa do mercado da construção. Disponível em:
<<http://www.construbid.com.br>>. Acesso em: 05 dez. 2002

COOPER, R.G. **Winning at new products: Accelerating the process from idea to launch.** 2. ed. Reading: Addison-Wesley Publishing, 1993. 358p.

COOPER, R.G.; EDGETT S.J.; Kleinschmidt E.J. **Optimizing the stage gate process:What best practice companies are doing.** Part1, Research Technology Management (Industrial Research Institute, Inc.), v. 45, nº 5, 13 p., 2002. Disponível em:
<<http://www.stage-gate.com/pdfs/working%20paper%2014.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2003.

DIMANCESCU, D.; DWENGER, K. **O segredo do lançamento de produtos.** HSM Management, nº4, p. 110-116, setembro de 1997.

DRUMOND, F.; DELLARETTI O.F.; CHENG, L. **Integração do desdobramento da função qualidade (QFD) e métodos estatísticos ao desenvolvimento de produtos.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 1., 1999, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte, 1999. p.262-273.

ESTEVES, C.L.D. **Aplicação da metodologia multicritério de apoio à decisão na avaliação de atratividade de projetos de produto.** 1997. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em:
<<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/carmen>>. Acesso em 11 set. 2002.

EUREKA, W.E.; RYAN, N.E. **QFD perspectivas gerenciais do desdobramento da função qualidade.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1993. 105p.

F.C.O. Fundação Christiano Ottoni. Disponível em:
<<http://www.fco.eng.ufmg.Br/institucional/historico.asp>>. Acesso em 10 Dez. 2002.

FORMAGGIO, I.; MIGUEL, P. A. C. **Estudo inicial do uso do QFD como ferramenta estratégica no desenvolvimento de novos produtos.** IN: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2002, Curitiba. Anais... Curitiba: PUCPR, 2002^b. 1 CD.

FORMAGGIO, I.; MIGUEL, P. A. C. **Estudo preliminar do uso do QFD como ferramenta estratégica no desenvolvimento de novos produtos.** In: VI ENCONTRO DE MESTRANDOS E II ENCONTRO DE DOUTORANDOS EM ENGENHARIA, 2002, São Pedro. Anais... Santa Bárbara D'Oeste: UNIMEP, 2002^a. v.3, p.25-33.

GALILEU. **Chegaram os híbridos, os automóveis da nova geração,** Rio de Janeiro: Ed. Globo, p.20-27, mar. 1999.

GONZALEZ, J.C.S. **Estruturando o processo de desenvolvimento do produto através do APQP da QS 9000.** 1999. 98p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D'Oeste.

GONZALEZ, J.C.S.; MIGUEL P.A.C. **APQP: uma ferramenta para estruturação do desenvolvimento de produto.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 2., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos, 2000. p.147-156.

GRIFFIN, A. **PDMA research on new product development practices: updating trends and benchmarking best practices.** Journal of Product Innovation Management, New York, v.14, p.429-458, 1997.

GRIFFIN, A.; PAGE, A. **PDMA sucess measurement project: recommended measures for product development sucess and failure.** Journal of Product Innovation Management, New York, v.13, p.478-496, 1996.

GUNN, T.G. **As indústrias do século XXI. Como preparar e conduzir sua indústria para atingir com sucesso e segurança o ano 2000.** São Paulo: Makron Books, 1993. 264p.

KAHN, K. **Market orientation, interdepartmental integration, and product development performance.** Journal of Product Innovation Management, v.18, p.314-323, 2001.

LEWIS, J. D. **Alianças estratégicas: estruturando e administrando parcerias para o aumento da lucratividade**. São Paulo: Editora Pioneira, 1992. 359p.

LYNN, G.; SKOV R.; ABEL K. **Practices that support team learning and their impact on speed to market and new product success**. Journal of Product Innovation Management, v.16, p.439-454, 1999.

MARCONI, M.D.A.; LAKATOS, E.M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996. 231p.

MIGUEL, P.A.C.; TELFSEER, M.; GALLONETTI, A.R.; MARTINS, L.; RIBEIRO, P.R.S.; MARCONATO, T.; MARUCA, A.; SARACURA, A.G.; HORI, M.I.; CAMPOS, R.C.P.; MORA, V.C. **Projeto piloto de implantação do QFD para desenvolvimento de filmes flexíveis**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 3., 2001. Florianópolis. Anais... Florianópolis, 2001. 1 CD.

MIGUEL, P. A. C. **Qualidade: enfoques e ferramentas**. São Paulo: Artliber, 2001. 263p.

MIGUEL, P.A.C. **QFD application in the top 500 companies in Brazil**. Trabalho aceito para publicação no International Journal of Quality and Reliability Management, 2003.

MITSUBISHI MOTORS CORPORATION. Disponível em:

<<http://www.mitsubishimotors.com.br/fabrica/>>. Acesso em: 10 ago. 2002.

MORAES FILHO, C.A.; WEINBERG G.M.L. **Seleção de projetos de P&D: Uma abordagem prática**. USP revista de administração, São Paulo, v.37, n.1, jan./mar. 2002.

NASCIMENTO, P.T.S.; MARX H. **O sistema de inovação da Natura**. In: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO, 5., 2001, São Paulo. Anais... São Paulo:USP, 2001. Disponível em:

<<http://www.ead.fea.usp.br/Semead/Vsemead/Operações.htm>>. Acesso em: 5 jul. 2002.

OAKLAND, J. S. **Gerenciamento da qualidade total TQM**. São Paulo: Nobel, 1994. 459p.

OHFUJI, T.; ONO M.; AKAO, Y. **Métodos de desdobramento da qualidade (1)**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1997. 254p.

OHSON, E.M.; JR. WALKER, O.C.; RUEKERT, R.W.; BONNER, J.M. **Patterns of cooperation during new product development among marketing, operations and R&D: Implications for project performance**. The Journal of Product Innovation Management, v.18, p.258-271, 2001.

OLIVEIRA, S. L. **Tratado de metodologia científica: Projetos de pesquisas, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses**. São Paulo: Pioneira, 1997. 320p.

PAHL G.; BEITZ W. **Engineering design: a systematic approach**. London: The Design Council, 1993. 397p.

PAIVA, C.; CHENG L. **O emprego do QFD como ferramenta para implantação do processo de desenvolvimento de novos produtos em uma pequena empresa de massas alimentícias**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 3., 2001, Florianópolis. Anais... Florianópolis, 2001. 1 CD.

PDMA. **Product Development & Management Association**. Disponível em:

<<http://www.pdma.org/library/glossary.html>>. Acesso em: 06 jan. 2003.

PEIXOTO, M.O.C. **Uma proposta de aplicação da metodologia desdobramento da função qualidade (QFD) que sintetiza as versões QFD-estendido e QFD das quatro ênfases**. 1998. 148p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PETROBRÁS LUBRAX. **O rali Paris-Dakar**. Disponível em:

<<http://www.uol.com.br/webventure/offroad/parisdakar/competicoes.htm>>. Acesso em: 26 set. 2002.

POLIGNANO; L. A. C.; DRUMOND F. B. **O papel da pesquisa de mercado durante o desenvolvimento de produtos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 3., 2001, Florianópolis. Anais... Florianópolis, 2001. 1 CD.

QS 9000 – Requisitos do Sistema da Qualidade terceira edição. 2. ed. brasileira. Instituto da Qualidade Automotiva, 1998. 113p.

QUERICHELLI, M.; GRADIM R. **QFD urbano – veículos 12t e 14t da Daimler Chrysler.** In: SEMINÁRIO EM QUALIDADE: USO DO QFD NO BRASIL, 5., 2002, Santa Bárbara D'Oeste. Anais... Santa Bárbara D'Oeste: Universidade Metodista de Piracicaba, 2002. p.36-38.

ROZENFELD, I.H.; RIBEIRO, C.E.S.; JR. KERRY, H.T.; ALMEIDA, A.S.L. **Otimizar a obtenção da documentação para a QS 9000 através da integração.** Society of Automotive Engineers. 1998. 8p. Disponível em:
<http://www.numa.org.br/grupos_numa/grupo_ei/Projetos%20EI/Txtei0036.pdf>.
Acesso em: 5jul. 2002.

SAMARRA, B.S.; BARROS J.C. **Pesquisa de marketing.** São Paulo: Makron Books do Brasil, 1994. 156p.

SARANTOPOULOS, I.A.; CAMARGO, P.J.C.C.; FERNANDES, A.B.; GALVÃO, M.T.; GENARI, L.H.; LUI, M.C.Y.; PULITANO, L.S.; PEREIRA, P.L.S.; SANTOS, W.A.; SOFFIATTI, T.T.; WATANABE, R. **Processo de transferência de tecnologia guiado pelo QFD.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 1., 1999, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte, 1999. p.15-24.

SHIBA, S.; GRAHAN, A.; WALDEN, D. **TQM – Quatro revoluções na gestão da qualidade.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. 409p.

SLACK, N. et al. **Administração da produção.** São Paulo: Editora Atlas, 1997. 726p.

TAKAHASHI, S. **Desenvolvimento de novos produtos: uma visão sob o ponto de vista de processo.** Série textos para discussão. Universidade de São Paulo, TD-A / 1 – 1999.

TATIKONDA, M.V. **An empirical study of platform and derivative product development projects.** Journal of Product Innovation Management, New York, v.16, p.3-26, 1999.

TELFSER, M; CAMPOS, R.; LINS NETO, J. **Processo de implantação do QFD para desenvolvimento de filmes flexíveis de BOPP na Votocel.** In: SEMINÁRIO EM QUALIDADE: O USO DO QFD NO BRASIL, 5., 2002, Santa Bárbara D'Oeste. Anais... Santa Bárbara D'Oeste: Universidade Metodista de Piracicaba, 2002. p.30-35.

THOMPSON JR, A.; STRICKLAND III, A. **Planejamento estratégico: elaboração, implementação e execução.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002, 431p.

TOYOTA MOTOR CORPORATION. Disponível em:
<<http://www.toyota.co.jp>>. Acesso em: 10 ago. 2002.

TSCHOHL J.; FRANZMEIER S. **A satisfação do cliente. Como alcançar a excelência do serviço ao cliente.** São Paulo. Editora Makron Books, 1996. 375p.

VALERI, S.G. **Estudo do método de aprovação de fases no processo de desenvolvimento de produtos em uma indústria automobilística.** 2001. 111p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo.

VALERI, S.G.; SERPA, A.L.; ROZENFELD, H.; MARTINI, L.G.S.; DINIZ, M.A.N. **Análise da implementação de um gate system em uma indústria fornecedora do setor automotivo.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 2., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos, 2000. 1 CD.

VOSS C.; TSIKRIKTSIS N.; FROHLICH M. **Case research in operations management.** International Journal of Operations & Production Management, London, v.22, nº2, p.195-219, 2002.

YIN R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 199p.

YU, A.S.O.; MARROQUIN, E.Q.; GASPAR, J.; BIDO, D.S.; TAKAMI, M.; NASCIMENTO, P.T. **Desenvolvimento de produtos e processos: um estudo de caso do ERJ-145.** In: Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, 3., 2001, Florianópolis. Anais... Florianópolis, 2001. 1 CD.