

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**INCORPORAÇÃO DA GESTÃO DOS CUSTOS DO CICLO DE VIDA AO
PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO DA EMBRAER**

OSVALDO MAGNO FREIXO

TESE DE DOUTORADO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**INCORPORAÇÃO DA GESTÃO DOS CUSTOS DO CICLO DE VIDA AO
PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO DA EMBRAER**

Oswaldo Magno Freixo

**Tese de Doutorado apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Engenharia de Produção da
Universidade Federal de São Carlos,
como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Doutor em
Engenharia de Produção.**

Orientador: Prof. Dr. José Carlos de Toledo

SÃO CARLOS
2004

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

F866ig

Freixo, Osvaldo Magno.

Incorporação da gestão dos custos do ciclo de vida ao processo de desenvolvimento do produto da EMBRAER / Osvaldo Magno Freixo. -- São Carlos : UFSCar, 2004.
188 p.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2004.

1. Gestão da qualidade. 2. Ciclo de vida do produto. 3. Gestão de custos do produto. 4. Processo de desenvolvimento do produto. I. Título.

CDD: 658.562 (20^a)

*Aos meus pais,
que sempre souberam valorizar e
incentivar a educação.*

Agradecimentos

Aos professores:

José Carlos de Toledo, meu orientador, pela dedicação e confiança;
Dário Henrique Alliprandini e Daniel Capaldo Amaral, pelas valiosas contribuições.

À EMBRAER e seus profissionais. Sem eles este trabalho não teria sido possível:

Hugo Borelli Resende

José Luis da Cruz

Luciano J. Pedrote dos Santos

Luiz Gustavo Scrassolo Martini

Márcio Rogério Tosatto

Nelson Krahenbuhl Salgado

Sandro Giovanni Valeri

À minha querida Fátima e aos nossos filhos, pela paciência e compreensão...

e a todos os amigos pelo incentivo e apoio.

*“Não há saber mais ou saber menos:
Há saberes diferentes”.*
(Paulo Freire)

SUMÁRIO

Lista de Figuras	iv
Lista de Quadros	vii
Lista de Siglas, Símbolos e Abreviaturas	viii
Resumo	x
Abstract	xi
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Apresentação	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Justificativa e Relevância do Trabalho	3
1.4 Metodologia	5
1.5 A Escolha do Caso a Ser Estudado	12
1.6 A Estrutura do Trabalho	13
2 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS	15
2.1 A Importância do Processo de Desenvolvimento de Produtos para o Sucesso das Empresas	15
2.2 Estratégia de Desenvolvimento de Novos Produtos como Ponto de Partida para o PDP	18
2.3 Gerenciamento de Projetos e “Boas Práticas” no PDP	22
2.4 Modelos de Referência para o Desenvolvimento de Produtos	27
3 GESTÃO DOS CUSTOS DO CICLO DE VIDA DO PRODUTO DURANTE O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO	37
3.1 A Relação entre Preço, Custo Alvo e Processo de Desenvolvimento do Produto ...	37
3.2 Custo do Ciclo de Vida do Produto e as Decisões Tomadas no PDP	45
3.3 Funções Básicas de um Modelo de Gestão dos Custos do Ciclo de Vida do Produto	53
3.4 Modelos Para Estimativa dos CCV do Produto Durante o PDP	56

3.5 A Importância dos Sistemas de Informações Contábeis Para o PDP	65
3.6 Considerações Finais sobre Gestão dos CCV	71
4 ESTUDO DE CASO	73
4.1 Sobre a Organização da Pesquisa de Campo	73
4.1.1 Concepção	73
4.1.2 Planejamento	74
4.1.3 Execução, Controle e Fechamento da Pesquisa	76
4.2 Caracterização da Empresa	77
4.3 Os Produtos EMBRAER	78
4.3.1 O Mercado de Aviões	78
4.3.2 Custos do Ciclo de Vida na Aviação Civil	80
4.4 O Desenvolvimento do Produtos na EMBRAER	82
4.4.1 O Desenvolvimento do Produto no Programa ERJ 145	82
4.4.2 Avanços do Desenvolvimento do Produto no Programa ERJ 170	85
4.5 Desenvolvimento Integrado de Produtos – DIP EMBRAER	87
4.5.1 Processos	89
4.5.2 Planejamento Integrado	90
4.5.3 Organização	92
4.5.4 Ferramentas	94
4.6 Desenvolvimento e Resultados da Pesquisa de Campo	95
4.6.1 O Escopo da Pesquisa	95
4.6.2 Modelo de Análise Utilizado como Referência	99
4.6.3 Análise Qualitativa das Entrevistas	102
4.6.4 Conclusões Gerais Sobre as Entrevistas	108
4.6.5 Considerações de Ordem Estatística em Relação às Etapas e Dimensões do DIP e aos Elementos do Modelo de Prospecção Utilizado no Diagnóstico	110
4.6.6 Proposta de Modelo de Gestão dos Custos do Ciclo de Vida do Produto	113

5 RECOMENDAÇÕES E ROTEIRO PARA A INCORPORAÇÃO DA GESTÃO DOS CUSTOS DO CICLO DE VIDA AO PDP	134
5.1 O Risco da Expressão “Gestão de Custos”	134
5.2 A Importância do Planejamento do Projeto	135
5.3 Roteiro Para a Elaboração de Modelos de Gestão dos CCV	136
6 CONCLUSÕES	144
6.1 Quanto à Aplicabilidade da Pesquisa-Ação na Elaboração e Incorporação de Modelos de Gestão dos CCV ao PDP	147
6.2 Quanto à Relevância dos Resultados Alcançados	149
6.3 Quanto às Dificuldades Operacionais Encontradas nas Entrevistas e em Sua Análise	150
6.4 Contribuições do Trabalho para a Ampliação do Quadro Teórico de Referência	151
6.4.1 Extensão do Conceito de Custo Alvo para todo o Ciclo de Vida do Produto – CACV	151
6.4.2 Gestão dos CCV como um Submodelo do PDP	152
6.4.3 Utilização de Modelos de Gestão do PDP para Levantamento de Questões Críticas, Diagnóstico e Proposições de Melhoria na Gestão dos CCV	153
6.4.4 Modelo Conceitual de Gestão dos CCV	154
6.4.5 Discussão Sobre as Potencialidades dos Sistemas de Informações Contábeis e dos Sistemas Integrados de Informação na Gestão dos CCV	154
6.5 Sugestões de Trabalhos Futuros	155
APÊNDICE I – ROTEIRO DE ENTREVISTAS UTILIZADO NA PESQUISA	159
APÊNDICE II – CONSOLIDAÇÃO DAS ENTREVISTAS	162
APÊNDICE III – ATIVIDADES DA PESQUISA E CRONOGRAMA	174
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	177

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

1.1 – Etapas do processo de investigação	6
--	---

Capítulo 2

2.1 – Fatores chaves para o sucesso em desenvolvimento de produtos	17
2.2 – Planejamento estratégico: desafios e oportunidades	20
2.3 – Considerações importantes sobre gerência de projetos	23
2.4 – Funções básicas da gerência de projetos	24
2.5 – Modelos de PDP em Marketing	28
2.6 – Modelos de PDP em Engenharia de Produção	29
2.7 – Modelos de PDP em o <i>Design</i>	29
2.8 – Representação do Modelo de Referência da FIM	31

Capítulo 3

3.1 – Fatores que influenciam o preço do produto	40
3.2 – O processo de <i>Target Costing</i>	43
3.3 – Vendas e Lucros ao longo do Ciclo de Vida do Produto	46
3.4 – Ciclo de Vida do produto	47
3.5 – Comprometimento do CCV do produto	49
3.6 – Curva de comprometimento do custo do produto	49
3.7 – Gestão dos CCV e as funções do Ciclo PDCA	54
3.8 – Subprocesso de Gestão de Custos, bases de informações e passagens de etapa no PDP	55
3.9 – Comparação entre acuracidades nas estimativas de diferentes parâmetros de projeto	59
3.10 – Habilidades e conhecimentos necessários à estimativa de custos	64
3.11 – Sistemas Contábeis e as informações para o PDP	70

Capítulo 4

4.1 – Composição dos Custos Operacionais Diretos para o Boeing 717-200	81
4.2 – Seqüência de atividades para o desenvolvimento e a produção do ERJ 145	83
4.3 – Fases do Desenvolvimento do ERJ 170	85
4.4 – Processos Empresariais EMBRAER	88
4.5 – As quatro Dimensões do DIP – EMBRAER	89
4.6 – A dimensão PROCESSOS do DIP – EMBRAER	90
4.7 – O PLANEJAMENTO INTEGRADO de atividades de diversos processos empresariais	91
4.8 – A ORGANIZAÇÃO das pessoas alocadas ao DIP – Programa ERJ 170 ..	93
4.9 – A relação entre as 4 Dimensões do DIP e o seu processo decisório	96
4.10 – Definição do escopo da pesquisa	98
4.11 – Aperfeiçoamento esperado de Processos, Organização, Planejamento e Ferramentas, no DIP	98
4.12 – Modelo conceitual geral e sub modelo específico para a Gestão dos CCV	100
4.13 – Modelo de Prospecção adotado na Pesquisa	102
4.14 – As maiores preocupações na Gestão do CCV, segundo os entrevistados	104
4.15 – Prioridade relativa entre as cinco Virtudes do DIP, segundo as entrevistas	109
4.16 – As observações dos entrevistados em relação às Etapas do DIP – EMBRAER	111
4.17 – As observações dos entrevistados em relação aos Elementos da Gestão dos CCV na EMBRAER, presentes no modelo conceitual da pesquisa .	112
4.18 – As observações dos entrevistados em relação às Dimensões do DIP – EMBRAER	113
4.19 – Processo Básico de Gestão dos Custos do Ciclo de Vida do produto	114
4.20 – Modelo Conceitual de Gestão do LCC nas fases dos Programas EMBRAER	116
4.21 – Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – 1º Nível	121

4.22 – Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – Análise Preliminar do Negócio	123
4.23 – Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – Anteprojeto/ <i>Business</i> <i>Plan</i>	125
4.24 – Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – Discussão no Conselho de Administração	127
4.25 – Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – Anteprojeto/Definições Iniciais	129
4.26 – Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – Definição Conjunta	131
4.27 – Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – Projeto Detalhado/Liberação do Desenho	133

Capítulo 5

5.1 – Etapas para a incorporação da Gestão dos CCV no PDP com a utilização de Pesquisa-Ação	137
--	-----

LISTA DE QUADROS

Capítulo 2

2.1 – Comparação das perspectivas das comunidades acadêmicas de Marketing, Organizações, Engenharia e Administração da Produção	30
2.2 – Decisões de desenvolvimento de produto	35

Capítulo 3

3.1 – Estratégias para formação de preços	39
3.2 – Fases do Ciclo de Vida e Custos do produto	48

Capítulo 4

4.1 – Perfis dos entrevistados	103
4.2 – Correlação entre os Elementos para avaliação da Gestão dos CCV e as Dimensões DIP – EMBRAER	112
4.3 – Descrição do Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – Análise Preliminar do Negócio	122
4.4 – Descrição do Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – Anteprojeto/Plano de Negócios	124
4.5 – Descrição do Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – Discussão no Conselho de Administração	126
4.6 – Descrição do Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – Anteprojeto/Definições Iniciais	128
4.7 – Descrição do Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – Definição Conjunta	130
4.8 – Descrição do Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – Projeto Detalhado/Liberação do Desenho	132

LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

AACE	<i>Association for the Advancement of Cost Engineering</i>
ABC	<i>Activity Based Costing</i>
ABM	<i>Advisory Board Meeting</i>
ATA SPEC	Documento da Associação de Transporte de Aviação
BP	<i>Business Plan</i>
Brainstorm	Técnica para obtenção de idéias
CA	Conselho de Administração
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAE	<i>Computer Aided Engineering</i>
CAPP	<i>Computer Aided Process Planning</i>
CACV	Custo Alvo do Ciclo de Vida
CCB	<i>Configuration Control Board</i>
CCV	Custo do Ciclo de Vida
CDR	<i>Critical Design Review</i>
CEH	<i>Cost Estimating Handbook</i>
CER	<i>Cost Estimation Relationships</i>
CGI	Cadastro Geral de Itens
CTA	Centro Tecnológico da Aeronáutica
Curva ABC	Relatório com os componentes cujos custos são mais significativos
DAP	Diretoria de Anteprojeto
DBT	<i>Design Built Teams</i>
DCO	Diretoria de Controladoria
DEP	Departamento de Engenharia de Produção
DFM	<i>Design For Manufacturing</i>
DFX	Design For “X” – Denominação genérica ao propósito da técnica
DIM	Diretoria de Inteligência de Marketing
DIP	Desenvolvimento Integrado de Produtos
DMC	<i>Direct Maintenance Cost</i>
DOC	<i>Direct Operacional Cost</i>
DPE	Diretoria de Programa Embraer (ERJ 170/190)
DPR	Diretoria de Produção
DSU	Diretoria de Suprimentos
DTC	<i>Design To Cost</i>
EDMS	<i>Electronic Document Management System</i>
EIP	Equipes Integradas de Projeto
EPRO	Estrutura do Produto
ERJ 145	Avião Regional da EMBRAER, de 50 lugares
ERJ 170	Avião Regional da EMBRAER, de 70 lugares
ERP	<i>Enterprise Resources Planning</i>
EV	Engenharia do Valor
EVMS	<i>Earned Value Management System</i>
FIM	Fábrica Integrada Modelo
GDP	Gerente de Desenvolvimento de Produto
GDT	Gerência de Desenvolvimento Tecnológico
GP	Gerência de Programa

GEPEQ	Grupo de Estudos e Pesquisas em Qualidade (DEP – UFSCar)
GSES	Grandes Segmentos Estruturais e de Sistemas
ICM	<i>Integrated Cost Management</i>
IPT	<i>Integrated Product Teams</i>
JD	<i>Joint Definition</i>
JDP	<i>Joint Definition Phase</i>
LCC	<i>Life Cycle Cost</i>
LT	Líder de Time
MAP	Memorando de Ativação do Programa
MOCK-UP	Maquete ou Modelo (físico ou eletrônico)
MRP	<i>Material Requirements Planning</i>
MRP II	<i>Manufacturing Resources Planning</i>
NUMA	Núcleo de Manufatura Avançada
PCR	<i>Product Change Request</i>
PDCA	<i>“Plan, Do, Control, Act”</i>
PDM	<i>Product Data Management</i>
PDP	Processo de Desenvolvimento do Produto
PDR	<i>Preliminary Design Review</i>
PLM	<i>Product Life-Cycle Management</i>
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PMI	<i>Product Management Institute</i>
Primavera	<i>Software</i> de auxílio ao planejamento de atividades
PSA	Estrutura do Produto Avançada
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
REFAP	Revisão de Fases do Programa
SAP/R3	Denominação comercial de um determinado sistema ERP
SIC	Sistemas de Informações Contábeis
SIG / SIGE	Sistemas de Informações Gerenciais
SPEC	Documento de Especificação
TE	Time de Elaboração
TC	<i>Target Cost</i>
TCM	<i>Total Cost Management</i>
TOC	<i>Thory Of Constraints</i>
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
VPM	<i>Virtual Product Management</i>
VPS	Vice Presidência de Serviços ao Cliente
WBE	<i>Work Breakdown Element</i>
WBS	<i>Work Breakdown Structure</i>

RESUMO

O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) é um dos fundamentais processos de negócios de uma Organização e deve estar em sintonia com os demais processos empresariais e com as estratégias estabelecidas na busca de competitividade e rentabilidade. Uma dessas estratégias é oferecer ao mercado produtos com menores custos, decorrentes do desenvolvimento, fabricação, operação, manutenção e até do descarte desses produtos ao final de sua vida útil.

Estes custos, chamados de Custos do Ciclo de Vida do produto (CCV), têm relação direta com o PDP na medida em que decisões tomadas durante o Processo de Desenvolvimento do Produto definem seus custos, em cada fase de seu ciclo de vida. Um Modelo de Desenvolvimento de Produto deve incluir a definição de atividades, informações e responsabilidades quanto ao controle do impacto de cada decisão de engenharia sobre os Custos do Ciclo de Vida do produto. Esta definição leva a um Modelo de Gestão dos CCV, considerado, assim, um submodelo do próprio PDP.

Os objetivos desta pesquisa foram: (a) incorporar atividades de Gestão dos CCV ao PDP de uma empresa, com a participação das pessoas ligadas ao desenvolvimento de seus produtos; (b) elaborar, com base na literatura e no estudo de caso realizado, um roteiro com recomendações para empresas interessadas em desenvolver projeto semelhante.

O método utilizado no estudo de caso foi o da Pesquisa-Ação e o Modelo de Gestão dos CCV foi desenvolvido junto à EMBRAER – Empresa Brasileira de Aeronáutica S/A.

As principais conclusões desta pesquisa apontam no sentido de que o envolvimento de pessoas que participam do PDP na elaboração de Modelos de Gestão dos CCV, desde que devidamente preparadas para integrar um projeto dessa natureza, é fundamental para que tal gestão seja efetiva e para o incremento de uma cultura sobre “Custos do Ciclo de Vida do produto” nas empresas. Os resultados da pesquisa mostraram ainda que a Pesquisa-Ação se apresenta como um método eficaz na identificação de oportunidades de aperfeiçoamento do Processo de Desenvolvimento de Produtos e na proposição de práticas de gestão de seus Custos do Ciclo de Vida.

ABSTRACT

The Product Development Process (PDP) is one of the fundamental business processes of an organization and therefore should be conducted harmonically with the other company processes, as well as with the established strategies for competitiveness and profitability. One of these strategies is to offer the market products at reduced costs, which is a result of development, manufacturing, operation, maintenance and even discarding products once they have reached the end of their life cycle.

These costs, called Life Cycle Costs (LCC), are closely related to Product Development, since the decisions taken during its process define costs in each phase of the product's life cycle. A Product Development Model should include a definition of the activities, information and responsibilities regarding the impact that each engineering decision has on the product's Life Cycle Costs. This definition leads to a LCC Management Model, considered, then, a sub-model of PDP.

The objectives of this research were as follows: (a) to incorporate LCC management activities into the PDP of a company, with the participation of people that work with Product Development; (b) based on the literature and the case study developed, to prepare guidelines with recommendations for companies interested in implementing a similar project.

The Action-research method was used in the study, and the LCC Management Model was developed at EMBRAER – Empresa Brasileira de Aeronáutica S/A (a Brazilian aeronautics company).

The main conclusions of our research indicate that the involvement of the people that participate in the PDP is crucial when preparing the LCC management models. However, these people should be adequately prepared to take part in a project of this nature, enabling real management and the implementation of a company culture concerning LCC. The results have also shown that the Action-research method is effective in identifying the opportunities of improvement of the Product Development Process and in proposing Life Cycle Costs management practices.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

O Processo de Desenvolvimento de um Produto – PDP pressupõe uma série de atividades a serem executadas por diversos profissionais, de diferentes áreas de uma organização. Há pessoas de Marketing, preocupadas com a identificação das demandas de mercado e com as características gerais dos produtos a serem oferecidos, o pessoal de Engenharia do Produto, que se ocupa com a busca de soluções mais adequadas do ponto de vista técnico enquanto procura também atender aos requisitos impostos pelos clientes potenciais, além dos profissionais de Engenharia Industrial, que têm a incumbência de fabricar o produto que Marketing solicitou, com as características técnicas definidas pela Engenharia do Produto.

Como se sabe, estas atribuições de cada uma das áreas funcionais da empresa não obrigam a que as atividades desenvolvidas por cada uma delas estejam dispostas seqüencialmente no tempo. Ao contrário, muitas delas são desenvolvidas em conjunto, envolvendo ainda outros setores interessados, de dentro e de fora da organização, como o Comercial, o Financeiro, a Assistência Técnica, os Clientes, os Parceiros e Fornecedores. Dessa forma, decisões que envolvam pessoas com diferentes visões do produto, ainda em fase de desenvolvimento, podem antecipar problemas e soluções, além de abreviar o tempo para que esse produto possa ser oferecido ao mercado.

É fácil perceber que as decisões tomadas durante o desenvolvimento do produto podem torná-lo mais fácil ou mais difícil de ser fabricado, de ser utilizado ou de ser mantido em condições de uso. Em outras palavras, as decisões tomadas no desenvolvimento do produto afetam todo o seu Ciclo de Vida, ou seja, no momento de se escolher determinada alternativa de projeto deve-se estar atento ao impacto que tal alternativa tem sobre os tempos e custos de fabricação, de operação, de manutenção e até mesmo de descarte desse produto.

Além disso, decisões incorretas tomadas no início do desenvolvimento do produto podem ser muito difíceis de serem revertidas. Muitas vezes, como se verá mais adiante no capítulo 3, uma mudança no produto quando ele já está em fase de

fabricação ou mesmo de distribuição pode ser tão cara a ponto de tornar-se inviável, o que pode comprometer a sua receptividade junto ao mercado ou o retorno financeiro planejado.

Dessa forma, ao se tomar uma decisão ou se adotar uma determinada alternativa de projeto, durante o desenvolvimento do produto, deve-se estudar os impactos de tal decisão ou alternativa em todo o seu Ciclo de Vida. Um desses impactos relaciona-se ao custo do produto em cada uma das fases de seu ciclo de vida, seja a fase de produção, de operação, de manutenção ou de descarte. O Custo do Ciclo de Vida – CCV do produto representa, portanto, o somatório dos custos de cada uma dessas fases, sejam eles suportados pela empresa fabricante, pelo cliente ou pela sociedade.

Sabe-se ainda que determinada solução de projeto pode ser interessante no sentido de facilitar e baixar os custos de fabricação, mas, por outro lado, implicar em tempos e custos de manutenção mais elevados. Assim, as soluções devem levar em conta não apenas cada fase do Ciclo de Vida do produto isoladamente, mas o custo de todo esse ciclo.

Portanto, para que um produto possa se mostrar atraente para o cliente, em princípio, deve possuir uma configuração que otimize os CCV, ou seja, que determine um menor valor possível dos Custos do Ciclo de Vida, sem o comprometimento de outros atributos importantes como Qualidade, Logística, Impacto no meio-ambiente, *Design* etc.

1.2 Objetivos

Tendo em vista que o Processo de Desenvolvimento do Produto atribui características não apenas técnicas a ele, já que pode determinar os custos relacionados a esse produto e, conseqüentemente, sua competitividade e o seu retorno econômico para a empresa, esta pesquisa possui os seguintes objetivos:

a) Incorporar atividades de Gestão dos Custos do Ciclo de Vida ao Processo de Desenvolvimento do Produto em uma empresa de alta tecnologia utilizando um método julgado conveniente, em função das peculiaridades desse ramo do conhecimento. Tais atividades devem compor um chamado “Modelo de Gestão dos

CCV” que descreva, além das atividades, também as responsabilidades dos diversos setores da empresa envolvidos no PDP e as informações necessárias a essa Gestão.

b) a partir da experiência e dos resultados obtidos com o desenvolvimento de um Modelo para a Gestão dos CCV do produto nessa empresa, propor um roteiro para a elaboração de Modelos de Gestão dos CCV que contenha a descrição das etapas a serem cumpridas no desenvolvimento de projeto semelhante, as recomendações para o tratamento de questões vistas como críticas ou estratégicas em cada uma delas, além de sugestões de caráter metodológico.

1.3 Justificativa e Relevância do Trabalho

Para HOLMES *Apud* LAITENER (1999), a busca por qualidade, rapidez e flexibilidade levou as empresas a encararem a Competência de Desenvolvimento de Produtos como um processo estratégico de negócios. Reforçando esta idéia, ROZENFELD e BREMER (2000) afirmam que uma empresa voltada para os desafios do futuro possui como uma de suas dimensões os seus processos internos de negócio, que agregam valor e que são representados basicamente por sua estratégia de negócios, pelo **Desenvolvimento de Produtos e Serviços** e pela produção e venda na cadeia de suprimentos.

Quando se fala em “competência para se desenvolver um produto”, obviamente estão aí envolvidas todas as características que conferem a um produto uma boa aceitação no mercado. Ou seja, não basta, por exemplo, que um produto possua bom desempenho técnico mas que seja muito caro em termos do que o mercado espera. Um produto só terá sucesso se o conjunto de seus atributos for competitivo. Entre tais atributos encontra-se o seu custo.

Do ponto de vista dos custos de um produto, diversos autores, entre eles CROW (1997a), REHMAN e GUENOV (1998), e HANSEN *et al. Apud* COMPTON e ELIAS (2003), sustentam que grande parte deles é definida ainda nas primeiras fases do Processo de Desenvolvimento do Produto. A esse respeito WEUSTINK *et al.* (2000) são ainda mais enfáticos: “Completado o processo de desenvolvimento, a maioria das oportunidades de redução de custos terá passado...”.

Surge aqui um questionamento: a que custos nos referimos? O de desenvolver o produto? De fabricá-lo? De operá-lo? De manter o produto em funcionamento? Neste ponto passamos a utilizar um conceito já conhecido como “Custo do Ciclo de Vida” – CCV (*Life Cycle Cost – LCC*) do produto, o qual diz respeito à soma dos custos suportados pelo seu fabricante (custo de desenvolver, de fabricar) com aqueles assumidos pelo cliente (custo de operar e de manter) e pela sociedade (custo de descartar). Tanto mais atraente será um produto quanto menor for o somatório de tais custos.

Como foi visto, boa parte dos CCV do produto são definidos durante o seu processo de desenvolvimento, especialmente em suas etapas iniciais. Assim, definido e projetado o produto e seus processos de fabricação, pouco poderá depois ser feito no sentido de diminuir custos. No entanto, o que se observa após revisão da literatura sobre o assunto é que, embora existam trabalhos científicos a respeito da importância do PDP como processo estratégico de negócios e do custo de um produto como fator de competitividade e sucesso da empresa, e apesar de tais trabalhos darem conta da forte relação entre o PDP e a definição dos Custos do Ciclo de Vida do produto, eles não apresentam descrições de como a gestão dos Custos do Ciclo de Vida do produto poderia ser incorporada ao PDP das empresas.

Decorre daí a escolha do tema desta pesquisa, ou seja, trata-se de tentar responder às seguintes perguntas: como poderiam os responsáveis pelo desenvolvimento do produto estar minimamente seguros de terem tomado as melhores decisões em relação aos seus custos de fabricação, de operação, de manutenção e de descarte? Em outras palavras, como fazer para que no Processo de Desenvolvimento de Produtos contemple também as questões relacionadas à gestão dos Custos do Ciclo de Vida do produto? Se for possível responder a estas questões de investigação, o que se terá alcançado será uma maneira de melhorar o Processo de Desenvolvimento do Produto através da gestão dos seus Custos do Ciclo de Vida e, portanto, o aperfeiçoamento de um processo de negócios estratégico para a organização.

1.4 Metodologia

Segundo FORTIN *et al.* *Apud* FORTIN (1999), um processo de investigação científica comporta três fases principais: a fase conceitual, a fase metodológica e a fase empírica (figura 1.1).

Para a autora, a fase conceitual é aquela em que o investigador define uma idéia de pesquisa, idéia esta que pode resultar da observação de fatos intrigantes, de questões colocadas pela literatura, de uma inquietação em relação a um domínio particular ou, ainda, de um conceito. A revisão da literatura permite ao pesquisador inteirar-se dos conhecimentos atuais sobre o assunto, fornecendo-lhe um quadro teórico sobre ele e uma perspectiva de estudo. Estes passos conduzem naturalmente ao enunciado dos objetivos, das questões de pesquisa ou das hipóteses.

Na fase metodológica, ainda segundo FORTIN (1999), o investigador determina os métodos que utilizará para obter as respostas às questões de investigação colocadas ou às hipóteses formuladas. Nesta fase são definidas a população e a amostra, e escolhem-se os instrumentos mais apropriados para efetuar a coleta de dados, em função do plano lógico elaborado e utilizado para se obter as respostas desejadas. Este plano depende do problema investigado e do nível atual dos conhecimentos sobre o assunto.

Na fase empírica o plano de investigação elaborado na fase anterior é posto em prática, ou seja, é feita a coleta de dados, sua organização, seu tratamento adequado, sua interpretação e a comunicação dos resultados.

Em vista do que foi definido até aqui como os “passos” a serem seguidos, em cada uma das etapas de pesquisa apresentadas, são relevantes algumas considerações adicionais sobre **a determinação dos tipos de questão e os níveis de conhecimento**. Citando diversos autores (DIERS, 1979; WILSON, 1985; MOODY, 1990; BRINK e WOOD, 1994), FORTIN (1999) afirma que há uma hierarquia entre os níveis de investigação, ou seja, domínios em que o conhecimento sobre determinado assunto é maior, com quadros referencias mais completos, sugerem questões de pesquisa mais aprofundadas, com objetivos de pesquisa mais específicos e abordagens empíricas adequadas a esse nível de conhecimento e respostas procuradas. De outro lado, quando

se conhece pouco sobre um domínio, quando o quadro referencial é fraco, as questões de pesquisa tendem a ser mais básicas e genéricas, com objetivos mais amplos, gerais, e os estudos empíricos, correspondentemente, são mais dados à exploração e à descoberta, de modo justamente a ampliar o quadro teórico-referencial.

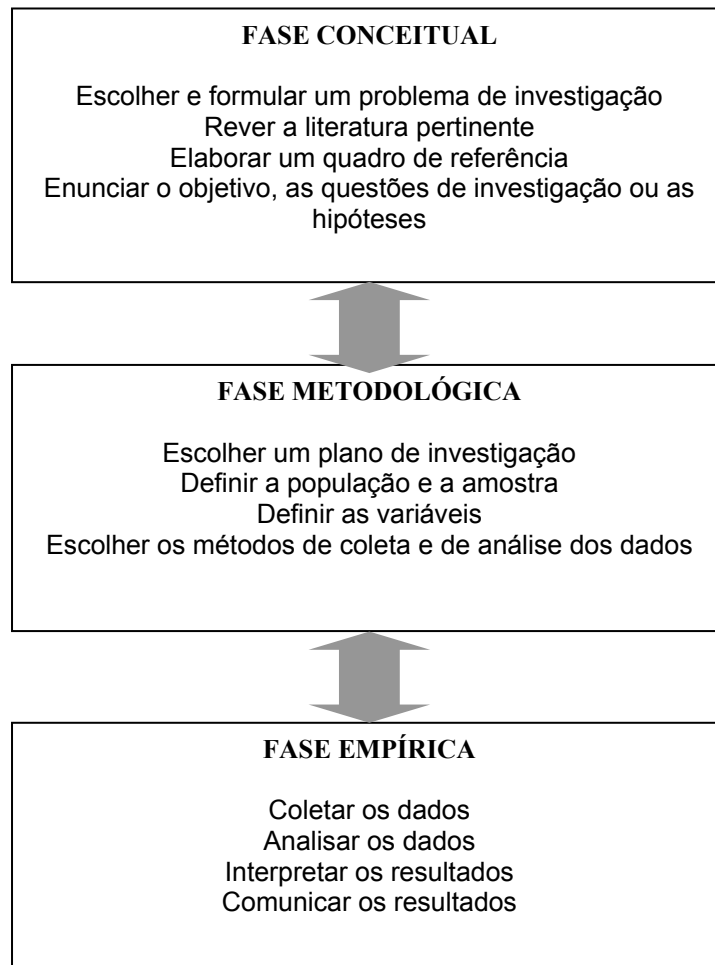


Fig. 1.1 – Etapas do processo de investigação (Fonte: FORTIN, 1999)

Assim sendo, trazendo as considerações acima para a presente pesquisa, pode-se concluir que o tema tratado, ou seja, a incorporação de atividades de gestão dos CCV ao PDP, se insere no rol daqueles para os quais o quadro referencial carece de maior aprofundamento, próprio para a realização de estudos empíricos, entre os quais a Pesquisa-Ação.

Em outras palavras, a lacuna existente nos conhecimentos sobre o tema decorre da não existência, na literatura, de estudos que descrevam com maiores detalhes o processo através do qual se tenha desenvolvido ou proposto um modelo de gestão dos Custos do Ciclo de Vida do produto visando o controle do impacto das decisões de Engenharia sobre os CCV. Relacionadas aos objetivos deste trabalho, as seguintes questões de pesquisa, entre outras, podem ser colocadas: Como os profissionais envolvidos no PDP percebem a gestão dos CCV? Consideram-na realmente importante? Qual seria a melhor maneira de identificar e incorporar as práticas de gestão do CCV (atividades, formas de organização dos envolvidos etc.) ao PDP? Quais as principais dificuldades a serem enfrentadas? O capítulo 4 fornece uma experiência que pode servir de suporte à decisão de elaborar e incorporar um modelo de gestão dos Custos do Ciclo de Vida do Produto ao PDP.

Como se vê, o quadro referencial sugere uma pesquisa mais abrangente, genérica, empírica, ou, com uma abordagem qualitativa. Segundo BERTO e NAKANO (1998), a pesquisa qualitativa tem as seguintes características:

- O pesquisador observa os fatos sob a óptica de alguém interno à organização;
- A pesquisa busca uma profunda compreensão do contexto da situação;
- A pesquisa busca enfatizar o processo dos acontecimentos, isto é, a seqüência dos fatos ao longo do tempo;
- O enfoque da pesquisa é mais desestruturado, não há hipóteses fortes no início da pesquisa. Isso confere à pesquisa bastante flexibilidade.
- A pesquisa geralmente emprega mais de uma fonte de dados.

Tais características da abordagem qualitativa, em contraposição à quantitativa, são corroboradas por BRYMAN (1989).

Ainda segundo BERTO e NAKANO (1998), pesquisas com as características de uma abordagem qualitativa estão mais afeitas a Estudo de Casos, Pesquisa Participante e **Pesquisa-Ação** (os autores chamam também de Métodos de Pesquisa). Neste caso, os instrumentos mais adequados para coleta de dados são as

entrevistas, questionários, a observação e a participação direta. Estes foram os instrumentos utilizados na pesquisa.

Apesar de ter sido inicialmente utilizada em estudos relacionados às Ciências Humanas, têm sido cada vez mais freqüentes os trabalhos que utilizam a Pesquisa-Ação como instrumento no contexto da pesquisa organizacional, em especial nas empresas de produção ou serviços, assumindo características de diagnóstico e consultoria. Segundo THIOLENT (1997:14):

“A pesquisa-ação consiste essencialmente em acoplar pesquisa e ação em um processo no qual os atores implicados participam, junto com os pesquisadores, para chegarem interativamente a elucidar a realidade em que estão inseridos, identificando problemas coletivos, buscando e experimentando soluções em situação real. Simultaneamente há produção e uso de conhecimento”.

SPINK *Apud* THIOLENT (1997:14) reforça esta idéia e afirma que a Pesquisa-Ação tem “o duplo propósito de auxiliar a reflexão, formulação ou implementação da ação e de desenvolver, enriquecer ou testar quadros de referências teóricos ou modelos relevantes ao fenômeno em estudo”.

Para MACIEL (1996), a Pesquisa-Ação contrapõe-se em muitos aspectos aos caminhos percorridos por pesquisadores orientados pelo método tradicional. Enquanto neste o pesquisador define seu problema de pesquisa coletando dados que possam levar à explicação dos mesmos, naquele o problema a ser investigado é definido pela população interessada, em parceria com o pesquisador. Tanto o pesquisador quanto a população são pesquisadores e encontram-se vinculados a uma mesma demanda na medida em que ambos tornam-se responsáveis pelo conhecimento dos determinantes da sua situação. Ainda segundo a autora, na Pesquisa-Ação a análise dos dados é feita através de ampla discussão e debate entre todos os envolvidos e a divulgação de resultados é feita em reuniões conjuntas visando a programação de ações futuras adequadas.

Para WESBROOK (1995), a Pesquisa-Ação pode ser vista como uma variante do Estudo de Caso. No entanto, enquanto no Estudo de Caso o pesquisador é

um observador independente, na Pesquisa-Ação ele é participante na implementação de um sistema e simultaneamente deseja avaliar uma certa técnica de intervenção. Na Pesquisa-Ação o pesquisador não é um observador independente, mas um participante de um processo de mudança que se torna o próprio objeto de pesquisa.

Pode-se dizer que será apresentada neste trabalho uma Pesquisa-Ação, já que a investigação foi conduzida em apenas uma empresa, com a participação efetiva do pesquisador e de pessoas da empresa, e os resultados restringem-se, até certo ponto, a esse universo. Assim, ao invés da simples observação, seja do ponto de vista do pesquisador (não-participativa), seja do ponto de vista do investigado, sem o seu envolvimento na busca de respostas (participativa apenas do pesquisador), optou-se pela Pesquisa-Ação, que pressupõe a intervenção e a condução dos trabalhos de pesquisa em conjunto com os membros da empresa investigada na tentativa de incentivar a discussão buscando ao mesmo tempo a formação de uma cultura sobre o assunto e as soluções para os problemas apontados (trata-se também de um tipo de pesquisa participativa, mas que conta com a participação de pesquisador e pesquisado).

Em relação à Pesquisa-Ação, como afirma THIOLENT (1997), não existe uma maneira totalmente padronizada de realizá-la, pois, dependendo do quadro organizacional encontrado, os procedimentos e a ordenação das etapas podem variar, inclusive no grau de envolvimento dos diversos atores. Por outro lado, apesar das limitações do método, como de certo acontece com todos os demais métodos de pesquisa, a Pesquisa-Ação requer clara definição dos objetivos em termos de pesquisa e da ação, com o planejamento e forma de participação de todos os envolvidos e seus compromissos. Assim sendo, a proposta para aplicação do método de Pesquisa-Ação apresentada nesta pesquisa foi adaptada da proposta original de THIOLENT (1997) e aparece descrita com maiores detalhes no capítulo 4. Pode-se, no entanto, sucintamente, dividir a Pesquisa-Ação realizada em 3 fases, a saber:

a) Fase Exploratória.

Esta fase corresponde ao diagnóstico da situação. No estudo realizado, tratou-se de descobrir o que um conjunto de pessoas especialmente selecionadas

entendia como oportunidades de melhoria no Processo de Desenvolvimento do Produto, particularmente em relação à Gestão dos Custos do Ciclo de Vida. Isto foi feito através de entrevistas semi-estruturadas. Paralelamente, foi elaborado um quadro teórico conceitual de referência, apresentado nos capítulos 2 e 3, que pôde fornecer subsídios para melhor encaminhamento das entrevistas, além de facilitar a identificação de possíveis aplicações e a própria elaboração do modelo de Gestão dos CCV. As principais tarefas relacionadas com esta fase exploratória foram:

- Preparação da equipe de entrevistadores, da própria empresa
- Preparação do roteiro de entrevistas
- Realização das entrevistas
- Análise e interpretação das respostas

Pode-se dizer que havia dois grupos trabalhando simultaneamente. De um lado o Grupo de Pesquisa, formado pelos pesquisadores (orientador e orientado), cuja função básica era a de conduzir os trabalhos de modo a não se perder de vista os objetivos propostos, tanto em relação à pesquisa acadêmica quanto às pretensões da empresa. De outro lado o Grupo de Apoio, constituído por pessoal da empresa (um coordenador e três engenheiros executores, dois deles com experiência acadêmica em pesquisa, sendo um com mestrado), alocado oficialmente a este projeto pela empresa, cuja função era a de conduzir as entrevistas e produzir os respectivos relatórios para posterior análise conjunta. Devido à dificuldade de agendamento das entrevistas (todos os entrevistados possuíam cargos de chefia ou gerência e imprevistos eram freqüentes) o Grupo de Pesquisa participou apenas das primeiras delas, de modo a estabelecer e aperfeiçoar, em conjunto com o Grupo de Apoio, o modo de realizá-las. No total foram 24 entrevistas, condensadas no APÊNDICE II.

Duas vezes por mês durante quatro meses reuniram-se os integrantes dos dois grupos para avaliar as entrevistas já realizadas, propor ações corretivas ou de melhoria na sua condução e também para discutir o projeto com convidados. Ressalte-se o importante trabalho realizado pelo Grupo de Apoio junto às Chefias e Gerências

envolvidas no sentido de garantir seu apoio e participação nas discussões e seminários realizados ao longo de todo o ano de 2002. Este foi um fator primordial para conferir credibilidade ao projeto e incentivar a participação de diversos setores da empresa. Conforme observa THIOLENT (1997), a divulgação do andamento da pesquisa e dos resultados parciais aos entrevistados, ao conjunto dos membros da organização e aos tomadores de decisão tem um caráter eminentemente conscientizador.

b) Fase de Elaboração e Apresentação de Propostas

Com base na análise das entrevistas realizadas, o resultado desta fase foi a proposição, inicialmente para o mesmo grupo de entrevistados e com a intenção de captar sua impressão a respeito, de uma primeira versão de Modelo de Gestão dos Custos do Ciclo de Vida do produto. Após algumas reuniões e discussões com elementos desse mesmo grupo esse Modelo foi aperfeiçoado. Apresentações formais foram feitas por este autor e pelos componentes do Grupo de Apoio aos entrevistados, além de outros gerentes interessados definidos pelo Grupo de Apoio.

Como se vê, esta fase teve participação efetiva do Grupo de Apoio. Seu conhecimento da estrutura funcional e dos processos internos de negócio da empresa foi muito importante para a elaboração de um Modelo que não fosse teórico e generalista em demasia. Esta abordagem difere da Consultoria justamente neste aspecto. Se as pessoas envolvidas na questão não se sentirem engajadas o suficiente e motivadas a participar, há o risco da não compreensão da importância de um projeto e da não colaboração na implementação de eventuais soluções propostas. ARAÚJO *et al.* (2001), ao escreverem sobre experiências com empresas de consultorias, assim afirmam:

“... essa abordagem já foi experimentada em oportunidades passadas, com resultados pouco satisfatórios..., a conclusão então é que todo trabalho de modelagem deve ser realizado pelas pessoas que efetivamente executam o processo, Aos consultores, sejam eles externos ou mesmo internos, cabe o importante papel de fornecer a metodologia e conceituação, bem como de fazer todo o acompanhamento e suporte do projeto.”

O modelo de gestão dos CCV proposto neste trabalho de pesquisa, pode-se dizer, foi resultado principalmente do trabalho de pessoas internas à organização.

c) Fase de Implantação do Projeto Piloto

A implantação de projetos de elevada complexidade pode naturalmente tomar muitos meses ou até anos, além de normalmente ser feita em etapas. Assim, toda a equipe de pesquisa, formada pelos dois Grupos, entendeu conveniente divulgar o Modelo de Gestão dos CCV e determinar partes do mesmo a serem inicialmente implementadas e testadas. A expectativa foi a de que, à medida que os resultados fossem aparecendo, a continuidade da implementação do Modelo fosse sendo solicitada.

Dessa forma, por limitações de tempo, o escopo desta pesquisa definiu a participação do pesquisador até a Fase “b” acima descrita, conforme se extrai também dos objetivos propostos.

1.5 A Escolha do Caso a Ser Estudado

Como se viu, o PDP é um processo crítico para as empresas e suas decisões têm forte impacto sobre os Custos do Ciclo de Vida do produto. Para investigar de que forma as organizações entendiam e tratavam desse assunto, ou seja, se a preocupação com a gestão dos CCV era explícita e formal e se havia mecanismos de controle, no PDP, do impacto das decisões de engenharia sobre tais custos, a proposta original para a pesquisa era abranger um universo de aproximadamente 10 empresas, de segmentos econômicos distintos, e tratar a questão da Gestão de Custos no PDP de maneira mais ampla e superficial. Esta pesquisa teria como resultado um levantamento, ainda que parcial, sobre como estaria sendo tratada esta questão em um conjunto de empresas em que o PDP é um processo crítico, além de fornecer subsídios para a realização de outras pesquisas sobre o mesmo tema, talvez com maior nível de detalhamento.

No entanto, após os primeiros contatos com uma das empresas inicialmente previstas, particularmente com a GDT – Gerência de Desenvolvimento Tecnológico da EMBRAER, e diante de um tema de relevante interesse, surgiu a sugestão espontânea da empresa para que fosse apresentada uma nova proposta, desta feita para o desenvolvimento de um trabalho de parceria entre o GEPEQ – Grupo de Estudos e Pesquisas em Qualidade, do Departamento de Engenharia de Produção – DEP da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar e a EMBRAER, visando a elaboração de um Modelo de Gestão do CCV, específico para a empresa. O fato foi de especial importância para este trabalho já que veio ao encontro dos objetivos propostos.

Com a finalidade de se refinar um roteiro de entrevistas, antes do início da Pesquisa-Ação foram visitadas quatro outras empresas, dos segmentos de materiais para escritório, bens de capital (máquinas), autopeças e linha branca (eletrodomésticos). Estas pesquisas ou entrevistas-piloto foram importantes na medida em que contribuíram para que se extraísse o máximo de informações úteis dos entrevistados. Vale lembrar que o roteiro serviu apenas como um guia para as entrevistas, já que com a utilização de perguntas “abertas” é recomendado que o entrevistado seja deixado, até certo ponto, à vontade, para que não seja cerceado em suas observações.

Resta observar que, por se tratar de um trabalho desenvolvido em uma determinada empresa, com características organizacionais, de Produto e de Mercado bastante particulares, e com a utilização da Pesquisa-Ação, que até certo ponto limita os resultados obtidos ao universo investigado, a utilização de tais resultados em condições diversas daquelas encontradas na pesquisa deve ser feita com cautela. Uma replicação deste trabalho deve ser precedida de estudo cuidadoso de modo a se adequar o método utilizado na pesquisa, estimar os resultados alcançáveis e, portanto, definir os novos objetivos.

1.6 A Estrutura do Trabalho

O trabalho encontra-se disposto da seguinte forma:

Capítulo 2: é apresentado um quadro teórico de referência em que a principal finalidade é evidenciar a importância do Desenvolvimento de Produtos como

um dos processos estratégicos de negócios, capaz de contribuir decisivamente para o sucesso das empresas. Neste capítulo são ainda abordados os Modelos de Referência para o desenvolvimento de produtos, muitas vezes traduzidos como a reunião de “boas práticas” voltadas à gestão desse desenvolvimento, e que são também objetos de estudo de uma disciplina conhecida como “Gerência de Projetos”.

Capítulo 3: são discutidos aspectos importantes sobre a formação do preço de vendas dos produtos, sua relação com os Custos do Ciclo de Vida e estes como resultado de decisões tomadas durante o Processo de Desenvolvimento do Produto. É dada particular atenção aos métodos para a estimativa dos CCV e à necessidade de incorporação de atividades referentes à Gestão dos CCV ao PDP.

Capítulo 4: é descrita uma Pesquisa-Ação, realizada na EMBRAER S/A, cujo resultado foi a elaboração de uma primeira versão do Modelo de Gestão dos CCV, específico para a empresa.

Capítulo 5: é apresentado um roteiro com etapas e recomendações para a elaboração de Modelos de Gestão dos Custos do Ciclo de Vida do produto, fruto da experiência realizada e descrita no capítulo 4.

Capítulo 6: são apresentadas conclusões sobre a condução da pesquisa, a relevância dos resultados alcançados, a aplicabilidade dos métodos utilizados, além de sugestões de trabalhos futuros.

Os apêndices I a III trazem ainda, respectivamente, o roteiro de entrevistas utilizado na pesquisa, a condensação de todas as observações colhidas nas entrevistas realizadas e os documentos referentes ao planejamento da pesquisa desenvolvida na EMBRAER, todos citados no capítulo 4.

2 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

2.1 A Importância do Processo de Desenvolvimento de Produtos para o Sucesso das Empresas

Influenciando e influenciado por outras competências, o Processo de Desenvolvimento de Produtos – PDP é central e pode afetar de maneira decisiva o sucesso de uma empresa (HARMSSEN *et al.*, 2000). Segundo CLARK e WHEELWRIGHT (1993), na vasta maioria das empresas no Japão, Europa e Estados Unidos os gerentes *seniors* identificavam, já no início da década anterior, o Desenvolvimento de Produtos e Processos como uma área de grandes oportunidades onde as capacidades necessitariam ser fortemente incentivadas. Tal percepção parece não ter se alterado nos últimos anos. HARMSSEN *et al.* (2000) afirmam que os gerentes de desenvolvimento de produtos e acadêmicos do assunto asseguram que o desenvolvimento de novos produtos é uma das áreas mais críticas para a manutenção da competência das organizações e contribui positivamente para o seu sucesso. Para TOMKOVICH e MILLER (2000), nunca o desenvolvimento de novos produtos foi tão desafiador como atualmente. Segundo os autores, a demanda por mudanças tem aumentado tão intensamente que levou a capacidade de gerenciamento do desenvolvimento de novos produtos a ser alvo de preocupação crescente por parte das empresas.

Apesar de toda a unanimidade ao se reconhecer a importância do desenvolvimento de novos produtos para a sobrevivência das empresas que os produzem, não são raros os exemplos de fracassos descritos na literatura. Segundo CLARK e FUJIMOTO (1991), no início dos anos 90 já se podia identificar empresas com efetiva capacidade para desenvolver produtos enquanto outras lutavam com os elevados custos alcançados, com a demora no lançamento, com o fraco desempenho, com os problemas de qualidade ou mesmo com a falta de mercado para o produto desenvolvido. De acordo com os autores, um processo eficiente de desenvolvimento de produtos é algo difícil de se conseguir, e sem ele as empresas estão provavelmente fadadas ao fracasso. Assim, afirmam ainda que o que define o sucesso é o padrão de consistência presente em todo o sistema de desenvolvimento de produtos, incluindo a

estrutura organizacional, as habilidades técnicas, os processos para solução de problemas, a cultura e a estratégia. Esta consistência e coerência estariam presentes não apenas na arquitetura do sistema de desenvolvimento como também no detalhamento das atividades executadas. Dessa forma, o bom desempenho do produto seria uma consequência da consistência na organização e gerenciamento do seu próprio desenvolvimento.

OLSON *et al.* (2001) afirmam que o PDP é fundamentalmente um processo multidisciplinar e procuram associar o sucesso de um produto à cooperação existente entre Marketing, P&D – Pesquisa e Desenvolvimento e Operações (fábrica), especialmente no que tange ao grau de inovação dos produtos e aos momentos em que se dá tal integração, se nas etapas iniciais de desenvolvimento ou nas fases posteriores.

MOSEY *et al.* (2000) atribuem a quatro processos principais o sucesso de diversas empresas objeto de sua pesquisa em seus respectivos nichos: a) processo de geração de idéias; b) processo de Inteligência de Marketing; c) processo de planejamento da estratégia de Marketing e d) processo de gerenciamento do desenvolvimento de novos produtos. Ressaltam que estes não são os únicos processos a serem considerados e que sua existência isolada não é condição suficiente para o sucesso da empresa. Devem estar integrados entre si e com outros processos empresariais (manufatura, por exemplo), inclusive com a estratégia de negócios da companhia.

GRIFFIN (1997) também procura identificar as práticas mais comumente associadas às empresas com sucesso em desenvolvimento de produtos. Depois de investigar a evolução das práticas do PDP nos 5 anos anteriores e quais as suas particularidades nos diferentes setores da economia, afirma que sem a manutenção de processos de desenvolvimento atualizados as empresa sofrem uma crescente desvantagem competitiva.

De fato, há um sem número de trabalhos que procuram identificar as características de um processo de desenvolvimento de produtos bem sucedido, as boas práticas adotadas e as condições que permitiriam esse bom desempenho. HART *Apud* RIMOLI (2001) identificou seis fatores chaves de sucesso: pessoas, processo, estratégia, estrutura organizacional, informação e administração. A figura 2.1 mostra estes seis

fatores e seus componentes, identificados por intermédio de uma revisão da literatura realizada pelo autor.

A terminologia utilizada nem sempre é consenso entre os diversos autores da área de desenvolvimento de produtos. Os termos “Estrutura Organizacional” e “Administração”, por exemplo, adotados por RIMOLI (2001), estão relacionados muito mais com as características da organização em termos de cultura e flexibilidade e sua influência no PDP do que propriamente com a organização das equipes de projeto, sua estrutura de comando e liderança ou com administração das atividades do PDP. “Pessoas”, para HART *Apud* RIMOLI (2001, p.90), é um assunto afeito às naturais dificuldades do relacionamento humano e de como o sucesso da empresa que desenvolve novos produtos é afetado por ele.

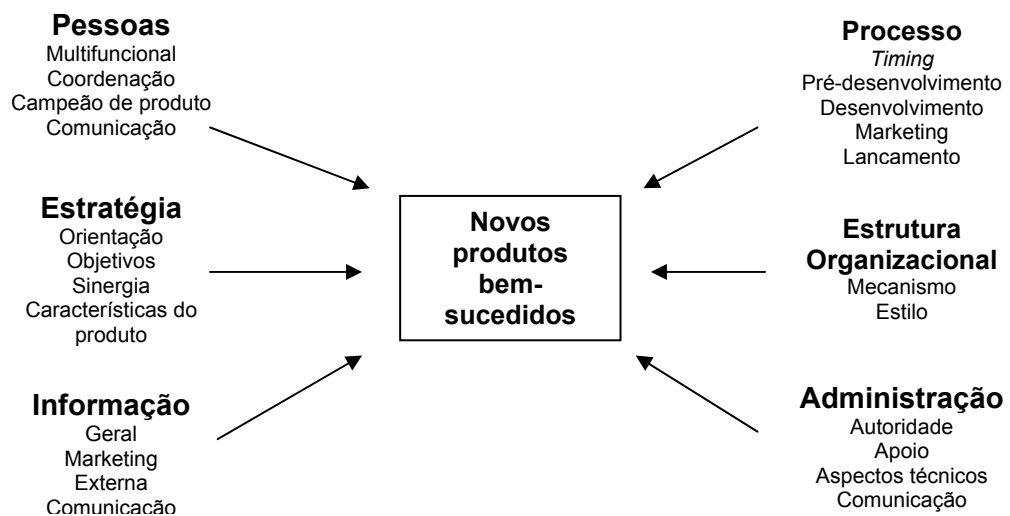


Fig. 2.1 – Fatores chaves para o sucesso em desenvolvimento de produtos. (Fonte: HART *Apud* RIMOLI, 2001).

Terminologia à parte, este capítulo tem como objetivo discutir alguns desses aspectos do processo de desenvolvimento de produtos considerados importantes, segundo a visão de diversos autores. Limitada ao escopo deste trabalho, esta discussão servirá de subsídio para uma outra que se sucederá no capítulo 3, mais específica em

relação à gestão de custos no PDP, ou seja, sobre como alguns desses fatores chaves apresentados estão relacionados aos Custos do Ciclo de Vida do produto.

2.2 Estratégia de Desenvolvimento de Novos Produtos como Ponto de Partida para o PDP

Para SLACK *et al.* (1997), “estratégia” é o padrão global de decisões e ações que posicionam a organização em seu ambiente e tem o objetivo de fazê-la atingir seus objetivos de longo prazo. Segundo o autor, existem 3 níveis de estratégias: a estratégia corporativa da organização, que orienta e conduz a corporação em seu nível global, econômico, social e político; a estratégia de negócios, que estabelece a missão e os objetivos individuais de cada unidade de negócio, definindo como competir em seus mercados, e; a estratégia funcional, que conduz as ações de cada função do negócio, ou seja, um conjunto de princípios gerais que guiarão seu processo de tomada de decisões. Uma das funções do negócio, ainda segundo SLACK *et al.* (1997), é a função PRODUÇÃO que, num modelo hierárquico, possui também estratégias de produção de suas microoperações. Uma dentre outras microoperações da função PRODUÇÃO é o Desenvolvimento de Produtos, que deve, portanto, ter sua própria estratégia estabelecida de modo a contribuir para os objetivos estratégicos do nível imediatamente superior.

Embora outros autores possam não concordar com a classificação do Desenvolvimento de Produtos como uma microoperação da Função Produção, não se pode contrariar as demais afirmações de SLACK *et al.* (1997) de que as estratégias adotadas no Desenvolvimento do Produto são desdobramentos das estratégias organizacionais, de negócios e funcionais, ou seja, que devem estar de acordo com o padrão adotado para toda a empresa no sentido de atingir os seus objetivos de longo e médio prazo.

CLARK e WHEELWRIGHT (1993) definem “estratégia de desenvolvimento” como um caminho para se criar uma estrutura capaz de reduzir problemas como a falta de envolvimento das altas gerências nos processos decisórios do desenvolvimento de produtos, especialmente nas suas primeiras etapas, e a falta de sintonia entre o plano de negócios da empresa e os projetos em curso ou a serem

iniciados. Segundo os autores, devido a este descompasso, aspectos de marketing e estratégia tecnológica, por exemplo, tendem a surgir depois que os projetos estão em andamento, o que torna seu gerenciamento uma tarefa mais complexa. Estratégia de desenvolvimento trata de traduzir os objetivos do negócio, geralmente mais amplos, em requisitos de caráter mais detalhados, tais como tempos para introdução de novos produtos, produtividade, definição de capacidades e *mix* produtivo. Estratégia de desenvolvimento compreenderia não apenas uma visão de curto e médio prazos relacionados à criação das novas gerações de produtos, mas, principalmente, a identificação e desenvolvimento das capacidades críticas da empresa para que ela possa continuar sendo eficaz no futuro. Assim, pode-se dizer que a gestão estratégica do PDP segue a orientação estratégica da organização e, ao mesmo tempo, direciona as decisões em nível operacional do Processo de Desenvolvimento do Produto.

CLAUSING (1994) trata deste assunto dividindo estratégia em quatro aspectos relacionados: estratégia do produto, estratégia tecnológica, desenvolvimento das capacidades básicas e compartilhamento de componentes. Segundo o autor, a estratégia do produto é direcionada basicamente pelo mercado e trata de alcançar a maior presença possível de produtos em seus diversos segmentos. Ao introduzir um produto no mercado, deve-se pensar não apenas no produto isoladamente mas na sua posição em relação aos demais produtos, como por exemplo se é possível formar uma família de produtos que utilizem um mesmo conjunto de tecnologias, componentes comuns etc., o que reduziria custos, levaria a menores tempos para o seu lançamento e propiciaria a conquista de novos nichos. Dessa forma, decisões relativas a um determinado produto afetam os demais produtos e podem produzir impactos até mesmo em outros segmentos do mercado. Deve-se, portanto, estar atento à importância relativa desses vários segmentos, especialmente em relação àqueles mercados em que as mudanças são mais rápidas, como na indústria de informática, por exemplo.

Atrelada à estratégia do produto estaria, na visão de CLAUSING (1994), a estratégia tecnológica. Levando-se em consideração que determinado produto pode utilizar não apenas uma, mas diversas tecnologias (eletrônica, mecânica etc.), o desenvolvimento de uma nova tecnologia pode interferir na relação de forças existentes no mercado. O desenvolvimento de tecnologias não acompanha necessariamente o lançamento de novos produtos. A introdução de uma nova tecnologia em determinado

produto deve ser feita quando ela estiver suficientemente madura, quando o mercado solicitar a mudança (concorrência ou consumidor) e quando isto não representar riscos do ponto de vista de presença no mercado. Dessa forma a aplicação de cada tecnologia deve ser preparada em conjunto com o que foi planejado para cada produto, ou seja, as duas estratégias devem estar integradas.

Todas estas decisões sobre produtos, configurações e tecnologias fazem parte do que muitos autores chamam de “Gestão de *Portfolio*”. Segundo PEREIRA (2002), tais decisões são mais importantes à medida que a organização se aproxima do perfil de empresas “intensivas de inovação” e não “intensivas de produção”. Para o autor, os principais desafios para a inovação de produtos são o alinhamento do desenvolvimento de produtos às estratégias da organização, o balanceamento dos projetos para equacionar os *trade-offs* existentes (compromissos entre os diversos requisitos de um produto, sejam eles técnicos, comerciais etc.) e priorização dos desenvolvimentos visando maximizar o valor do *portfolio*.

De acordo com CLAUSING (1994), em consonância com o que foi dito sobre estratégia de produto e estratégia tecnológica, a empresa deve direcionar seus investimentos em tecnologias que lhe tragam algum diferencial competitivo, ou seja, nas suas competências básicas. Não se trata apenas de investir em tecnologia (comprá-la simplesmente), mas de criar condições para que a organização seja capaz de continuar desenvolvendo tecnologia. Conforme o autor, investimentos em capacitação são fundamentais para o sucesso de novas tecnologias que representam, por sua vez, a sustentação dos produtos no mercado. A figura 2.2 representa essa relação entre estratégias.

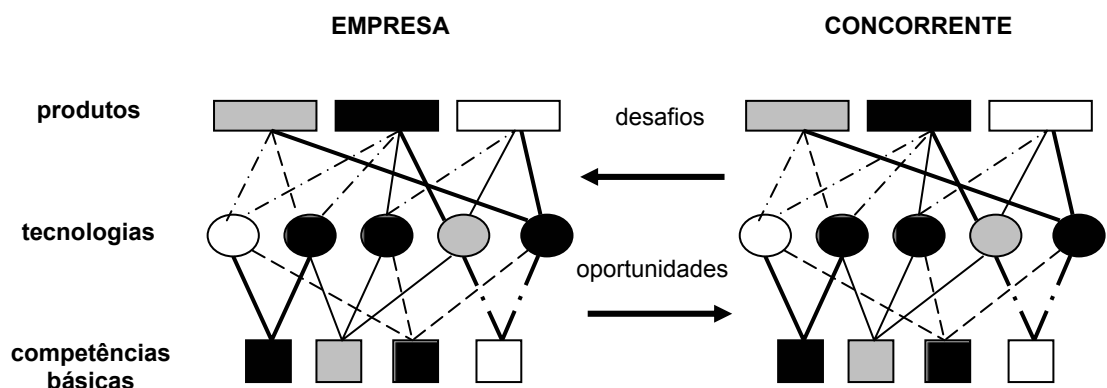


Fig. 2.2 – Planejamento estratégico: desafios e oportunidades (Fonte: CLAUSING, 1994)

Por fim, ainda com relação ao tema “estratégia”, CLAUSING (1994) apresenta uma série de considerações a respeito do que seria um produto “novo”. Argumenta que muitas vezes um produto apresenta-se como inovador apesar de possuir 70% ou mais de seus componentes iguais aos de produtos já existentes. Assim, aos olhos do consumidor, um produto novo não precisa ser radicalmente diferente, sendo suficiente que traga alguma inovação tecnológica, por exemplo. Uma alteração incremental pode trazer bons resultados em termos de presença no mercado com pouco investimento em novos desenvolvimentos. O autor afirma que, normalmente, 4 produtos com 25% de inovações tecnológicas trazem maiores resultados que 1 produto com 100% de inovação. Além disso, o aproveitamento de componentes e subsistemas já existentes traz maior flexibilidade ao desenvolvimento de produtos, o que, aliado à flexibilidade da manufatura e marketing, faz com que a empresa ganhe em agilidade.

Outros trabalhos trazem conclusões semelhantes em relação à estratégia de desenvolvimento de produtos. DESAI *et al.* (2001), por exemplo, apresentam trabalho em que discutem as dificuldades de balanceamento (*trade-off*) entre diferenciação, que pode representar um atrativo interessante em termos de mercado, e a utilização de componentes comuns em diversos produtos, que leva à redução dos custos de produção. Os autores apresentam modelo de decisão que procura estabelecer um *ranking* dos componentes de um produto mais sujeitos a tornarem-se comuns a outros produtos, considerando as exigências de cada segmento do mercado consumidor e a configuração e características de fabricação de cada produto.

Segundo CLARK e FUJIMOTO (1991), decisões sobre inovação e variedade afetam a complexidade dos produtos. O grau de envolvimento dos fornecedores e o uso de componentes específicos (não comuns a outros produtos) afetam o volume de trabalho despendido, a produtividade, o tempo de lançamento e a qualidade do produto. Pelo fato de refletirem a capacidade das empresas de reagirem aos estímulos do mercado e nele definirem sua posição competitiva, afirmam, decisões sobre inovação, diversificação e escopo dos produtos representam questões estratégicas.

Pode-se dizer, pelo que foi visto, que a estratégia competitiva da empresa direciona a estratégia de desenvolvimento de novos produtos, que por sua vez influencia as práticas aplicadas ao PDP. Por “práticas” entende-se qualquer método, técnica

ferramenta ou procedimento adotado que permita o atendimento dos requisitos impostos ao produto e que vão ao encontro dos objetivos traçados para a organização.

Com isto, chega-se à conclusão de que as estratégias organizacionais e de negócios acabam por influenciar o Desenvolvimento do Produto e as práticas nele adotadas. Ou seja, de acordo com os objetivos traçados para a empresa, poderá se ter um Processo de Desenvolvimento de Produto que contemple algumas práticas em detrimento de outras. Por exemplo, se um empresa pretende ser competitiva em custos, suas estratégias, e portanto as práticas adotadas no PDP, de certa força refletirão uma maior atenção às decisões que de alguma forma possam afetar os custos do produto, da mesma forma que se a empresa possui a estratégia de competir em inovação seu PDP, através das atividades nele desenvolvidas, reforçará esta preocupação.

Assim, pode-se dizer que, para cada empresa, o Modelo de Desenvolvimento do Produto e o Modelo de Gestão de seus Custos do Ciclo de Vida estão diretamente relacionados às estratégias de desenvolvimento estipuladas para esse produto. Sobre Modelos de PDP e Modelos de Gestão dos CCV se discutirá mais adiante.

2.3 Gerenciamento de Projetos e “Boas Práticas” no PDP

A Gerência de Projetos surgiu como disciplina há mais de 50 anos, inicialmente na indústria da construção civil, estendendo-se hoje para praticamente todos os ramos da atividade industrial, comercial ou de serviços. Uma primeira definição para “projeto” foi a de “qualquer empreendimento que tenha objetivos claros e definidos que representem valores específicos a serem utilizados para satisfazer alguma necessidade ou desejo” (DAVIS *Apud* CLELAND e IRELAND, 2002, p.6). Segundo estes autores, na prática, o gerenciamento de projetos apoia-se em conceitos como:

- Um ciclo de vida distinto;
- Considerações de custos;
- Fatores de cronograma;

- Capacidade de desempenho técnico, e;
- Avaliação de resultados do projeto dentro da organização.

De fato, o projeto e seu gerenciamento surgem como componentes na consecução das estratégias das organizações, com objetivo específico e ciclo de vida definido, transpondo as fronteiras funcionais e organizacionais. Os projetos são precursores de produtos, serviços e processos organizacionais novos, em que são postas em prática as funções administrativas tradicionais de planejamento, organização, motivação e controle. Assim, tamanha pode ser a abrangência e a influência de um projeto que diversas são as considerações a serem feitas durante o seu gerenciamento (figura 2.3).



Fig. 2.3 – Considerações importantes sobre gestão de projetos (Fonte: CLELAND e IRELAND, 2002)

Dessa forma, segundo os autores, de acordo com as características pretendidas para os produtos, serviços ou processos, e de acordo com o interesse dos

stakeholders (envolvidos, interessados), das condições econômico-financeiras da empresa, do contexto estratégico e operacional e do ambiente cultural, o gerenciamento de projetos deve ser capaz de estabelecer cronogramas, definir desempenho técnico e limitar custos. Decorrem daí, também na visão dos autores, as funções principais da gerência de projetos (figura 2.4).

Cada uma das funções descritas na figura 2.4 tem relação direta com cada um dos objetivos técnicos de um Sistema de gerência de projetos apresentados na figura 2.3: Cronograma, Desempenho técnico e Custos. Este último, Custos, será tratado com mais detalhes no Capítulo 3.

O que se observa na literatura é que muitas das “boas práticas” identificadas ou sugeridas para o Desenvolvimento de Produtos estão direcionadas a um ou mais dos componentes do Sistema de Gerenciamento de projetos, assim chamado por CLELAND e IRELAND (2002) – Fig. 2.3, e, portanto, relacionadas a algumas das funções básicas da Gerência de projetos (figura 2.4).

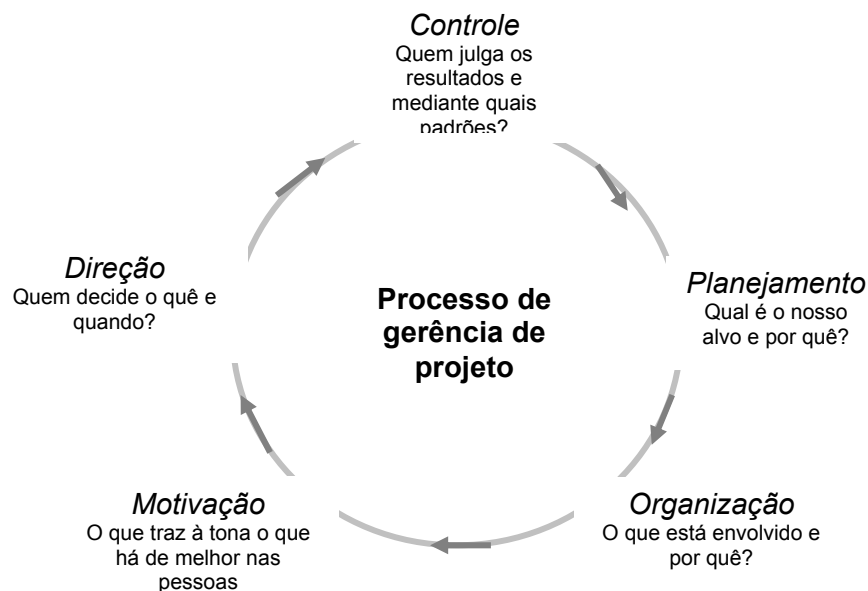


Fig. 2.4 – Funções básicas da gerência de projetos (Fonte: Cleland e Ireland, 2002)

Como exemplo, vejam-se alguns trabalhos nas mais diversas áreas relacionadas ao Desenvolvimento de Produtos: ROCHA *et al.* (2000) discutem “Arranjos funcionais”, sua relação com os processos de delegação e comunicação, com

a cultura organizacional, e de quê forma podem influenciar a flexibilidade e agilidade da empresa no lançamento de novos produtos. Este assunto tem relação direta com “Controle, Direção e Organização”. Na mesma linha, MCDONOUGH III *et al.* (2001) destacam a importância de cada tipo de arranjo das equipes de projeto em função das peculiaridades de cada organização e seus produtos, seus desafios e desempenho. Seu estudo discute os arranjos globais (pessoas tradicionalmente separadas), virtuais (pessoas em permanente contato através de recursos computacionais) e de colocalização (pessoas fisicamente reunidas em um mesmo local para realização de um projeto). MACDONOUGH III (2000) discute a contribuição da utilização de equipes multifuncionais para o sucesso dos projetos, destacando outras condições necessárias como o estabelecimento apropriado de objetivos, das fases de projeto e dos respectivos resultados esperados, além de uma boa liderança.

VERNETTE (1997) destaca a flexibilidade das empresas para atender às demandas de mercado como fator decisivo de competitividade, o que, na visão do autor, tem relação direta com comunicação e integração das pessoas, dentro e fora da empresa, e de suas funções. MOENAERT *et al.* (2000) também discutem os requisitos de comunicação necessários a um processo eficiente de desenvolvimento de novos produtos, especialmente em relação a projetos internacionais. Segundo eles, fatores como transparência, credibilidade e codificação do conhecimento, custo de comunicação e sigilo são essenciais para a melhoria das capacidades dos times de desenvolvimento e da própria organização.

“Conhecimento” é outro assunto que tem suscitado inúmeros trabalhos, muitos deles voltados especificamente ao Desenvolvimento de Produtos. “Gestão do Conhecimento” trata de analisar e desenvolver novas formas de aquisição, armazenamento e difusão daquilo que se aprende ao longo do tempo e que muitas vezes não se encontra disponível, pronto para ser utilizado. Ao contrário, via de regra está “pulverizado” pela empresa, é conhecimento tácito, difícil de ser obtido imediatamente quando dele se necessita. GOTTARDO (2000) aborda este tema e relaciona-o com a “Aprendizagem Organizacional”. O autor apresenta estudo exploratório sobre como as organizações estão estruturadas estrategicamente para o desenvolvimento dos produtos como resultado do investimento em conhecimento organizacional e ressalta que o que a empresa sabe, o caminho que ela trilha e quanto tempo ela levará para alcançar os seus

objetivos define, inova e constrói seu futuro. MASCITELLI (2000) afirma que a capacidade de promover ruptura em termos de inovação no desenvolvimento de produtos é fator de competitividade sustentável. Para ele, é preciso transformar o conhecimento tácito das pessoas em atitudes concretas de inovação e, para isso, apresenta alguns métodos e técnicas.

KAHN (2001) faz extenso estudo sobre como a orientação para o mercado e a integração entre departamentos pode afetar positivamente o desempenho do Processo de Desenvolvimento de Produtos. No mesmo sentido, OLSON *et al.* (2001) realizam pesquisa que revela a importância da integração entre os departamentos de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento), Marketing e de Operações (Fabricação, Distribuição etc.). Na sua avaliação, a importância de tal integração acabou por provada, tanto no que se refere à funcionalidade (integração de funções), quanto ao tempo (se no início ou no decorrer do projeto), quanto ao tipo de projeto (se novo ou de modificações).

SILVA (2001) propõe um roteiro de implantação de medidas de desempenho do processo de desenvolvimento de produtos em pequenas e médias empresas. Para ele, a avaliação do próprio PDP é essencial para o seu próprio aperfeiçoamento e pode, algumas vezes, propiciar a melhoria até mesmo de outros processos empresariais.

Pode-se dizer que os assuntos citados acima guardam relação e são discutidos dentro do que se conhece como “*Product Management*”. De fato, a abrangência do “Gerenciamento de Produtos” é tão grande que nele são tratados praticamente todos os temas relativos às estratégias, à organização e aos processos relacionados ao projeto de engenharia, fabricação, operação e manutenção de produtos e serviços. “Gerência de Projetos”, “Gerenciamento de Produtos”, “Gestão de Desenvolvimento” e outras denominações tratam de assuntos que se sobrepõem, ou que são complementares, e trazem de alguma forma “recomendações”, ou “boas práticas”, relativas ao desenvolvimento de produtos e serviços em função de suas peculiaridades e das características de cada organização.

Outro assunto que guarda estreita relação com a Gerência de Projetos é a adoção de **Modelos de Desenvolvimento de Produtos**. Tendo em vista o grande

espectro de preocupações relativas à Gerência de Projetos, citadas no item anterior, muitas vezes é desejável estabelecer-se um padrão, ou modelo, que sirva de “roteiro” dos processos e das atividades a serem realizadas durante o desenvolvimento de produtos em determinada empresa. Sabe-se da importância a ser dada às pessoas, às estratégias, à informação, aos processos, à estrutura e à administração no momento de se tomar decisões, ao se desenvolver um produto. Também já foi mencionado que há muito se tenta investigar as “boas práticas” relacionadas a cada um desses temas. Mas como traduzir essas “boas práticas” em processos exequíveis, para os quais se possa estabelecer prazos e determinar responsabilidades e desempenhos mínimos esperados? É o que se discute a seguir.

2.4 – Modelos de Referência para o Desenvolvimento de Produtos

A adoção de **Modelos de Desenvolvimento** de produtos está intrinsecamente ligada à própria **gestão desse desenvolvimento**. Segundo MAXIMIANO e RABECHINI (2002), as situações que levam as empresas a adotar práticas de gestão de projetos (o que inclui o desenvolvimento de produtos) têm como características principais a pressão para o atendimento de prazos e custos, o compromisso com o cliente e outras partes interessadas, e a necessidade de trabalhar com requisitos muito exigentes de qualidade e eficiência.

Sabe-se, no entanto, que não é possível pensar em desenvolvimento de produto como processo isolado. As atividades nele executadas dependem de diversos departamentos, de diversas pessoas com formações diferentes, com visões diferentes, de informações advindas de diversas áreas da organização, influenciando e sendo influenciado por outros processos de negócios da empresa (comerciais, administrativos etc.). Daí a importância de uma visão de toda a organização. Para ROZENFELD e BREMER (2000), com uma visão holística é mais seguro tomar decisões, pois dessa forma elas consideram o todo. Segundo ROMANO *et al.* (2001), para que o PDP ocorra satisfatoriamente, cumprindo seu papel de mantenedor da competitividade da empresa, o mesmo deve ser executado de maneira integrada, resultando no chamado Desenvolvimento Integrado de Produtos – DIP, comumente representado como um processo de negócio.

Ainda segundo ROMANO *et al.* (2001), para descrever um processo de negócio podem ser utilizados modelos de referência que representem setores industriais específicos, como por exemplo, o automotivo, o aeroespacial, etc., servindo de parâmetro de comparação para as empresas avaliarem e incorporarem melhorias em seus processos. De acordo com ROZENFELD (1999), através de um modelo do processo de negócio pode-se materializar as políticas e estratégias gerenciais e racionalizar o fluxo de informações e de documentos durante o desenvolvimento de produtos, integrando a empresa em torno de uma visão única e focalizada num tipo de negócio, direcionado a um determinado mercado ou cliente.

Segundo BUSS e CUNHA (2002), alguns modelos referenciais são oferecidos por áreas que têm como objeto de estudo o PDP. Os autores apresentam diversos modelos de referência de PDP oriundos de pesquisas realizadas nas áreas de Marketing, Engenharia de Produção e *Design* (figuras 2.5, 2.6 e 2.7).

(Dickson, 1997)	(Crawford, 2000)	(Park & Zaltman, 1987)	(Kotler, 1998)
Geração de Idéias	Identificação e Seleção de oportunidades	Geração de Idéias	Geração de Idéias
Desenvolvimento de Conceito	Geração de Conceito	Seleção de Idéias	Triagem de Idéias
Plano de Desenvolvimento	Avaliação de Conceito/Projeto	Conceito do Produto	Desenvolvimento e Testes
Desenvolvimento e Teste	Desenvolvimento Técnico	Análise de Performance de Mercado	Estratégia de Marketing
Lançamento	Lançamento	Desenho do mix de Marketing	Análise Comercial
		Testes de Mercado	Desenvolvimento do produto
		Comercialização	Testes de Mercado
			Comercialização

Fig. 2.5 – Modelos de PDP em Marketing. (Fonte: BUSS e CUNHA, 2002)

(Rozenburg & Eeckles, 1995)	(Pahl & Beitz, 1996)	(Kaminski, 2000)	(Nam Suh, 1990)
Análise do Problema	Especificação do Projeto	Especificação técnica da necessidade	Necessidade Social
Síntese das Soluções	Projeto Conceitual	Estudo de Viabilidade	Requerimentos Funcionais
Simulação das Soluções	Projeto Preliminar	Projeto Básico	Atributos de Produto
Avaliação do Projeto	Projeto Detalhado	Projeto Executivo	Protótipo
		Planejamento da Produção	Produto
		Execução	

Fig. 2.6 – Modelos de PDP em Engenharia de Produção. (Fonte: BUSS e CUNHA, 2002)

(Bonsiepe, 1984)	(Bruche Archer apud Bonsiepe, 1984)	(Bernhard Burdek apud Bonsiepe, 1984)
Problematização	Estabelecimento de Programa	Problema
Análise	Coleção de Dados	Análise da Situação
Definição do Problema	Análise	Definição do Problema
Anteprojeto	Síntese	Concepção (geração de alternativas)
Avaliação	Desenvolvimento	Avaliação, escolha
Realização	Comunicação	Realização
Análise Final		

Fig. 2.7 – Modelos de PDP em *Design*. (Fonte: BUSS e CUNHA, 2002)

Conforme BUSS e CUNHA (2002), a Administração, através de seus braços em Marketing e na Produção, preocupa-se com os aspectos mercadológicos e de organização e controle da produção; a Engenharia, através de sua linha em Engenharia da Produção, foca basicamente os aspectos referentes à engenharia do produto e ao desenvolvimento de seu projeto técnico; e o Design preocupa-se principalmente com a caracterização do problema e com a investigação de alternativas possíveis.

Para KRISHNAN e ULRICH (2001), estas diferenças de abordagens e pontos de vista ocasionam uma desconexão entre os modelos apresentados pela literatura. O quadro 2.1 apresenta essas diferentes perspectivas em relação ao PDP.

	Marketing	Organizações	Engenharia	Administração da Produção
Perspectiva do produto	Um produto é um conjunto de atributos	Um produto é um artefato resultante de um processo organizacional	Um produto é uma montagem complexa de componentes interconectados	Um produto é uma seqüência de desenvolvimento e/ou passos do processo de produção
Métricas Típicas de Desempenho	"Adequado ao mercado" Participação de mercado. Utilidade para o consumidor. (Algumas vezes lucros)	"Sucesso do projeto"	"Forma e função" Desempenho técnico. Inovação. (Algumas vezes custos diretos)	"Eficiência" Custo total. Nível de serviço. Tempo de desenvolvimento. Utilização da capacidade produtiva.
Paradigma de representação dominante	Utilidade para o cliente como uma função dos atributos do produto	Sem paradigma dominante. Rede organizacional é usada algumas vezes	Modelos geométricos. Modelos paramétricos de desempenho técnico	Diagrama de fluxo do processo
Exemplos de variáveis de decisão	Níveis de atributos de produto, preço	Estrutura da equipe de desenvolvimento de produto, incentivos	Tamanho do produto, forma, configuração, função, dimensões	Seqüência e cronograma do processo de desenvolvimento, ponto de diferenciação no processo de produção
Fatores críticos de sucesso	Posicionamento do produto e preço. Coletar e entender necessidades dos clientes	Alinhamento organizacional. Características da equipe	Conceito e configuração criativa. Otimização de desempenho	Seleção de material e fornecedores. Projeto da seqüência de produção. Administração do projeto

Quadro 2.1 - Comparação das perspectivas das comunidades acadêmicas de Marketing, Organizações, Engenharia e Administração da Produção. (Fonte: KRISHNAN e ULRICH, 2001).

Note-se que “Custo” não aparece explicitamente no quadro 2.1, seja como exemplo de variável de decisão, seja como fator crítico de sucesso, especialmente nas áreas de Engenharia e de Administração da Produção. Pode-se dizer, no entanto, que “custo” está relacionado com “preço”, já que, na visão de COGAN (1999), o preço (através do mercado) é quem pode, em certas circunstâncias, determinar ou limitar o custo possível e permitido. A esse respeito serão tecidas mais considerações no capítulo 3. De qualquer forma, no quadro 2.1 “preço” aparece como exemplo de variável de decisão apenas para a área de Marketing embora se saiba que seus desdobramentos atinjam decisões relativas às demais áreas.

Há trabalhos que, tendo em vista a dificuldade advinda das diversas visões parciais de cada área da organização, procuram integrar essas visões num mesmo modelo referencial. ROZENFELD (1997) apresenta o modelo de referência desenvolvido no NUMA – Núcleo de Manufatura Avançada – Universidade de São Paulo - USP São Carlos/SP para o que foi chamado de Fábrica Integrada Modelo – FIM. Neste modelo as atividades são desenvolvidas por grupos multifuncionais em que são levadas em consideração decisões relativas aos diversos aspectos funcionais de um projeto. A figura 2.8 traz a representação do Modelo de Referência da FIM.

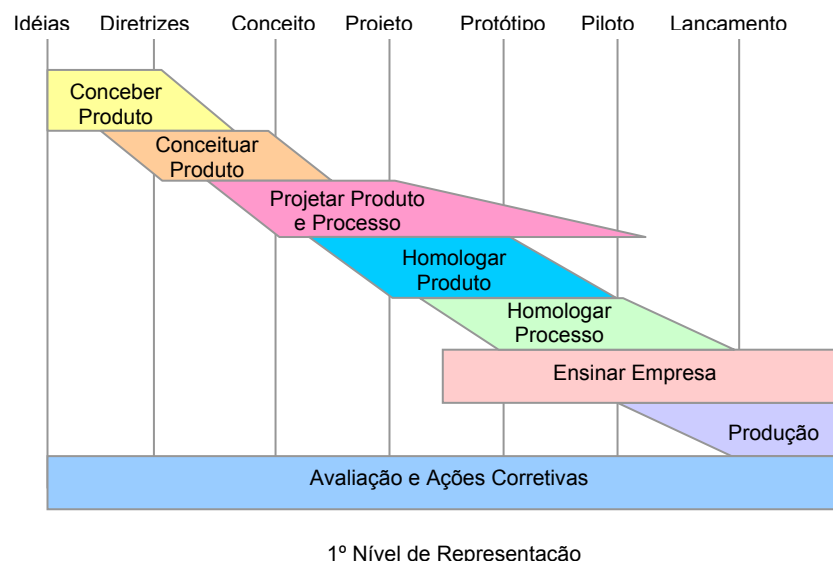


Fig. 2.8 – Representação do Modelo de Referência da FIM (Fonte: ROZENFELD, 1997).

Cada uma das etapas apresentadas é posteriormente desdobrada em atividades e tarefas com respectivos resultados esperados. Assim tem-se:

Conceber Produto - É a fase inicial do desenvolvimento do produto. Tem início com idéias e informações de mercado tais como pesquisas encomendadas e/ou realizadas pelos dirigentes, observações de concorrentes, necessidades de melhoria, opinião de clientes, etc. Após a discussão e aprovação de uma das propostas surgidas, um grupo composto por pessoas da alta gerência e um coordenador de produto define as diretrizes deste produto: como **custo**, retorno esperado, data de lançamento, especificação final do produto, etc.

Conceituar Produto - Consiste em complementar as diretrizes obtidas anteriormente com uma definição detalhada das características técnicas do produto. Esta atividade é desempenhada por um time multifuncional, composto por engenheiros de qualidade, processo, projeto, marketing e outros, liderados pelo coordenador de produto. O trabalho do time é guiado pela filosofia de engenharia simultânea e busca o desdobramento das necessidades dos clientes em características técnicas a serem satisfeitas pelo produto. Todas as informações sobre o projeto são arquivadas de forma sistemática, garantindo a sua reutilização em fases posteriores. Os diferentes conceitos especificados para o produto são avaliados, suas diretrizes detalhadas e validadas e é tomada a decisão, em conjunto com a alta administração (representada por um conjunto de diretores denominado grupo de concepção) de dar-se continuidade ao projeto, investindo ou não mais recursos no detalhamento do conceito considerado mais promissor.

Projetar Produto e Processo - nesta fase realiza-se o detalhamento do produto pelo mesmo time multifuncional, acrescido agora de especialistas de áreas específicas. Informações de produtos semelhantes são recuperadas de forma sistemática. No final da fase de detalhamento acontecem reuniões para analisar os potenciais de falhas do projeto e processo e são desenvolvidos todos os detalhamentos do projeto, ou seja, análise do fluxo de processo, croquis de fabricação, de *setup* de equipamento, de inspeção, lista de ferramental, procedimentos de qualidade, etc.

Homologar Produto – Nesta etapa define-se um programa de testes do produto, um plano de processo do protótipo, plano de controle para o protótipo, os itens a serem comprados e os serviços externos para a sua construção. Em seguida são realizadas as atividades de planejamento, fabricação e montagem do protótipo, onde são feitos testes e uma avaliação sobre os resultados obtidos. Na homologação verifica-se o cumprimento das diretrizes do produto por meio de reuniões de avaliação com as equipes envolvidas no seu desenvolvimento

Homologar Processo - Com o protótipo aprovado, parte-se para a definição de um cronograma interno de implantação do produto na empresa. São detalhados planos de montagem, planos de controle e é verificada a capacidade dos processos. Ao final da produção piloto são avaliadas as falhas do processo de fabricação e tomam-se as medidas pertinentes para eliminá-las. Estas falhas são comparadas com aquelas previstas e é avaliada a eficácia das ações corretivas derivadas desta análise, gerando novos índices de risco. Ao final deste esforço o processo é homologado em reunião com toda a equipe.

Ensinar a Empresa - Consiste em diversas atividades com o objetivo de transmitir as informações sobre o produto e seus processos para as demais áreas da empresa e para a avaliação crítica do desenvolvimento visando a melhoria contínua do processo de desenvolvimento de produto. O primeiro deles é um conjunto de esforços tais como: preparação de manuais de manutenção, de aplicação, catálogos para venda, etc. Com esse material realizam-se cursos e palestras para pessoas das áreas de marketing, vendas, assistência técnica, planejamento e fabricação, a fim de divulgar os conceitos e características do novo produto. Sistemas de informação para apoio às outras atividades da empresa relacionadas com o produto, tais como software de apoio a vendas ou assistência técnica, são desenvolvidos nesta fase. Com todas estas atividades realizadas chega-se ao fim do esforço de desenvolvimento. Os principais elementos envolvidos com o processo (Coordenador, diretoria e time de desenvolvimento) podem então se reunir para uma avaliação crítica visando acumular as experiências geradas com este desenvolvimento. É analisado o cumprimento das diretrizes iniciais, são identificados pontos críticos, relatados eventos problemáticos, apontados pontos fortes e fracos e, por fim, elaborada uma lista com potenciais ações de melhoria.

Note-se a preocupação explícita com os custos do produto, desde as etapas iniciais de seu desenvolvimento, presente no modelo referencial proposto pelo autor. A necessidade de gestão dos Custos do Ciclo de Vida do produto em desenvolvimento, como parte de um Modelo de Desenvolvimento do produto, é tratada nos capítulos 3 e 4 com maiores detalhes.

Existem muitos outros modelos referencias para o desenvolvimento de produtos, muitos deles especialmente criados para determinado tipo de organização ou mercado. ROMANO *et al.* (2001), por exemplo, apresentam um modelo referencial para desenvolvimento de máquinas agrícolas.

Segundo MAXIMIANO e RABECHINI JR. (2002), tem sido crescente a preocupação das organizações com seus modelos de desenvolvimento e gestão de projetos, além da própria avaliação do nível de maturidade desses modelos de gestão. Segundo os autores, a recente ênfase na administração de projetos foi acompanhada por um movimento de sistematização dos princípios dessa área do conhecimento, que a transformou em uma disciplina. Desde 1987, esses princípios estão registrados no Guia do *PMBOK (Project Management Body of Knowledge, Corpo de Conhecimentos sobre a Administração de Projetos)*, que é atualizado periodicamente (*PMI, 2002*), e paralelamente multiplicaram-se as publicações sobre o assunto, expandindo e atualizando as técnicas e conceitos disponíveis.

KRISHNAN e ULRICH (2001) também mapearam, depois de realizar extensa revisão bibliográfica, as principais decisões necessárias ao desenvolvimento de produtos. Os autores vinculam estas decisões a cinco etapas do processo, segundo sua visão: Desenvolvimento do conceito, Projeto da cadeia de suprimentos, Desenvolvimento do produto, Teste e validação de desempenho e Lançamento do produto (quadro 2.2). Novamente “preço” (e portanto “custo”) aparece como um dos atributos cujos valores alvo devem ser definidos já no desenvolvimento do conceito, ou seja, nas primeiras fases do desenvolvimento do produto.

A definição de valor alvo para “preço” tem implicações no valor alvo para “custo”, também chamado de Custo Alvo ou *Target Cost*. Para COGAN (1999), o custo de um produto é um dos elementos que dão suporte às decisões de entrar ou permanecer no mercado, de lançar ou de retirar um produto. Em sua visão, “custo”

aparece como importante ferramenta nas decisões de caráter mercadológico, econômico e financeiro, tornando-se um diferencial competitivo para as organizações.

	DECISÕES
Desenvolvimento do conceito	<p>Quais são os valores alvo dos atributos do produto, incluindo preço? Qual é o conceito central de produto? Qual é a arquitetura do produto? Quais variantes do produto serão oferecidas? Quais componentes serão compartilhados entre as diferentes variantes do produto? Qual será a forma física e o <i>design</i> industrial principais do produto?</p>
Projeto da cadeia de suprimentos	<p>Quais componentes serão projetados e quais serão selecionados? Quem projetará estes componentes? Quem produzirá os componentes e montará o produto? Qual é a configuração da cadeia física de suprimentos? Que tipo de processo será usado para montar o produto? Quem desenvolverá e fornecerá a tecnologia e o equipamento para o processo?</p>
Desenvolvimento do produto	<p>Quais são os valores dos parâmetros-chave do desenvolvimento? Qual é a configuração da relação entre os componentes e a precedência de montagem? Qual é o projeto detalhado dos componentes, incluindo materiais e o processo de seleção?</p>
Teste e avaliação de desempenho	<p>Qual é o plano de prototipagem? Que tecnologia deve ser usada para prototipagem?</p>
Lançamento do produto	<p>Qual é o plano para o teste de mercado e lançamento? Qual é o plano para a alavancagem da produção?</p>

Quadro 2.2 – Decisões de desenvolvimento de produto em um projeto. (Fonte: KRISHNAN e ULRICH, 2001)

Observa-se, portanto, que um modelo de desenvolvimento integrado de produtos agrega atividades que funcionalmente pertenceriam a diversas áreas do conhecimento organizacional (Marketing, Finanças, Engenharia, Comércio etc.), mas que, no entanto, dependem umas das outras e não podem ser realizadas separadamente, pois sua interação tem influência nos resultados desse grande processo empresarial que é o Desenvolvimento de Produtos.

Os modelos de desenvolvimento devem prever o impacto de cada decisão, relativo a cada área funcional, em todos os atributos do produto: desempenho, custo, aceitação pelo mercado etc. Assim sendo, a gestão dos custos, como se observou, deve integrar o processo de desenvolvimento do produto e, portanto, atividades relacionadas a ela devem também compor o modelo de desenvolvimento adotado.

No capítulo a seguir a gestão dos Custos do Ciclo de Vida do produto durante seu desenvolvimento é discutida com maior profundidade.

3 GESTÃO DOS CUSTOS DO CICLO DE VIDA DO PRODUTO DURANTE O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO

3.1 A Relação entre Preço, Custo Alvo e Processo de Desenvolvimento do Produto

As decisões sobre o preço de um produto assumiram importâncias diferentes ao longo do século passado. Até meados dos anos 60 as empresas davam pouca importância para o preço ao tomarem decisões no contexto de mercado. Nos anos 70 e 80 já havia fortes indicadores das crescentes pressões sobre os preços dos produtos, resultantes dos altos custos da energia e da aceleração da concorrência japonesa. Esta tendência acentuou-se com a recessão dos países desenvolvidos e os preços baixos tornaram-se uma estratégia competitiva importante (ROCHA E CHRISTENSEN, 1999), já que quando a oferta é maior que a demanda o preço acaba por ser definido pelo mercado.

Particularmente no Brasil, até o início dos anos 90, a inflação e a reserva de mercado traziam dificuldades na estimativa de custos, ênfase em ganhos financeiros e a perda da capacidade de analisar o valor relativo de bens e serviços, ou seja, a dificuldade de julgar quando um produto tinha um preço justo. A abertura do mercado e o controle parcial da inflação, que caracterizaram a década de 90, criaram desafios para as empresas nacionais no sentido de melhorarem suas práticas de custeamento e precificação dos produtos. A menor interferência do governo no mercado e as menores taxas de importação acentuaram a importância das decisões de preço.

As estratégias para se fixar os preços podem assumir orientações diferentes conforme se trate de produto já existente ou de um novo produto. Segundo KOTLER e ARMSTRONG (1998), “a precificação é apenas uma das ferramentas do *mix* de marketing que a empresa usa para alcançar seus objetivos, e as decisões sobre preços afetam e são afetadas pelo planejamento do produto...”. Além disso, afirmam: “Os custos definem o piso do preço da empresa, o qual deve cobrir todos os custos com fabricação e venda do produto, além de proporcionar um lucro que gere uma taxa de retorno razoável”.

Assim, existem vários fatores a serem considerados na definição de preços. Nesse cenário complexo, o **custo** aparece como mais um elemento importante e necessário para essa definição, pois permite à empresa posicionar-se com maior segurança em relação à concorrência e aos seus propósitos de retorno econômico e financeiro.

Em que pese a importância do assunto, a questão da determinação dos custos de produtos e serviços e dos esforços para reduzi-los no sentido de tornar a empresa mais competitiva há décadas vêm desafiando executivos e acadêmicos e parece estar longe de ter uma solução final (COGAN, 1999). As dificuldades estendem-se desde as estratégias de precificação do produto, passando pelos métodos de custeamento, pelas ferramentas de engenharia para redução de custos, pela organização das atividades ao longo de toda a vida do produto, até os sistemas de informação. Não resta dúvidas, no entanto, de que o Processo de Desenvolvimento do Produto - PDP desempenha papel importante pois, do ponto de vista técnico, atribui aos produtos características que influenciam e até mesmo determinam seu custo e sua competitividade.

Segundo NUENO (2002), os resultados das modificações introduzidas nos orçamentos de marketing e de publicidade geralmente têm impacto sobre o mercado depois que se passaram semanas ou meses. Já os ajustes de preços provocam reações imediatas nas vendas, na concorrência e até no valor das empresas. Por isso, para o autor, os preços devem ser tratados como elemento fundamental da estratégia competitiva das empresas.

Conforme já mencionado, ao longo das últimas décadas a relação entre a oferta e a demanda de produtos alterou substancialmente as estratégias das empresas para a formação dos preços de venda. O aumento da concorrência e a maior exigência por parte dos consumidores fizeram com que surgissem pressões de mercado que fizeram com que as empresas passassem a se preocupar em fornecer produtos a preços mais competitivos, o que significa dizer produtos mais baratos com a mesma qualidade ou mesmo com qualidade superior. Para ZALE e WISE (2002), no entanto, vale lembrar que nem sempre a diminuição dos preços dos produtos aumenta as vendas; existem

muitas causas possíveis para que as vendas estejam abaixo do esperado e cada uma delas pode comportar soluções específicas.

Tendo em vista que um dos primeiros fatores, senão o primeiro, a chamar a atenção do consumidor é o seu preço, cabem algumas considerações sobre as estratégias possíveis para a sua formação: KOTLER e ARMSTRONG (1998) dividem as estratégias de formação de preços em três classes: Fixação de Preços Baseada em Custos, Fixação de Preços Baseada no Valor e Fixação de Preços Baseada na Concorrência. O quadro 3.1 resume estas estratégias.

Fixação de Preços Baseada no Custo	Fixação de Preços Baseada no Valor	Fixação de Preços Baseada na Concorrência
A fixação de preços é feita adicionando-se uma margem-padrão ao custo do produto. Alguns tipos de contrato prevêem esta modalidade. Ignora a demanda e a concorrência.	Usa a percepção dos consumidores com relação ao valor do produto. O valor e o preço do produto orientam as decisões sobre o projeto do produto.	Os consumidores baseiam seus julgamentos sobre o valor do produto nos preços que os concorrentes cobram por produtos semelhantes. O preço pode ser fixado aos níveis da concorrência ou com intenção de suplantá-la.

Quadro 3.1 – Estratégias para formação de preços (KOTLER e ARMSTRONG, 1998).

Quanto aos fatores que afetam a determinação do preço, ROCHA e CHRISTENSEN (1999) relacionam alguns deles e sua influência, conforme a figura 3.1. Assim como no trabalho de KOTLER e ARMSTRONG (1998), nota-se forte ênfase dada ao poder do mercado na definição do preço de um produto.

COGAN (1999) também considera que, com algumas exceções, é o mercado o fator decisivo no estabelecimento dos preços dos produtos. Segundo o autor, com exceção dos contratos de preços baseados nos custos, ou de alternativas anacrônicas de comercialização, tais como cartel, monopólio etc., o mercado é, em última análise, quem determina o preço. O objetivo do custo, nesse caso, é, pois, o de

dar suporte a decisões de ser ou não válido entrar num determinado mercado, ou mesmo de nele se manter.

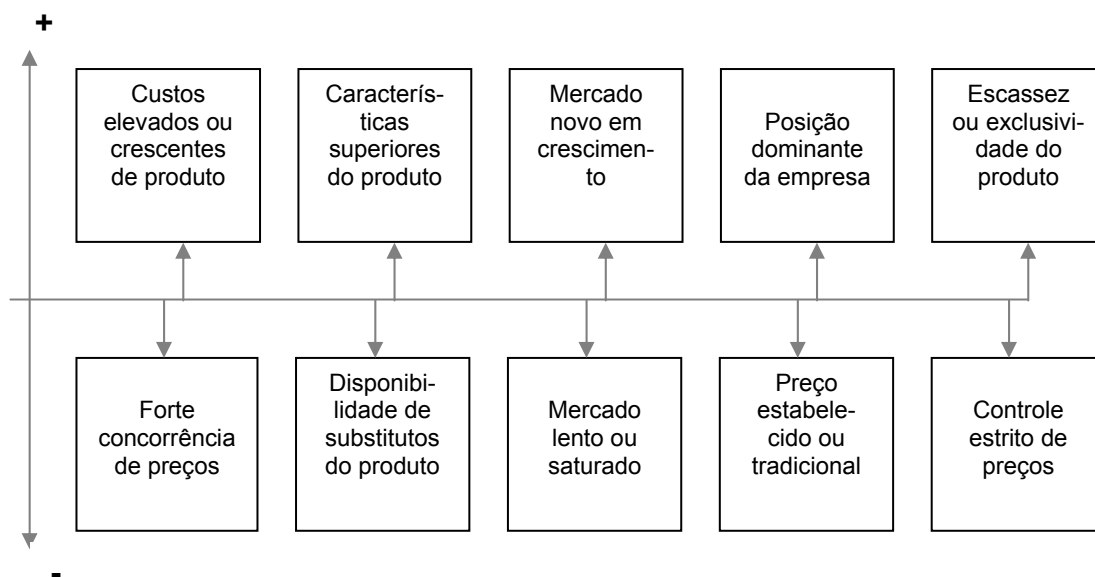


Fig. 3.1 – Fatores que influenciam o preço do produto (Fonte: ROCHA e CHRISTENSEN, 1999)

PADOVEZE (1997) observa que, embora nem sempre isto seja verdadeiro, na maioria das vezes a formação do preço de venda de um produto parte da percepção do que o mercado está disposto a absorver, ou seja, o mercado é quem determina o preço.

Assim, assumindo a condição de que o preço que o mercado está disposto a pagar é o valor máximo que a empresa pode atribuir a seu produto, o preço de mercado passa a ser o elemento fundamental de referência para a formação dos custos e despesas.

Diante de tal situação, parte-se do preço de venda pretendido, deduz-se a margem mínima de retorno esperado pela empresa, além dos custos financeiros e de financiamento da produção, e de eventuais efeitos monetários sobre o capital de giro, para se obter o valor máximo de custo do produto para a empresa (Custo Alvo, Custo Meta ou, ainda, *Target Cost*). Para o autor, apesar da eventual existência de monopólios, oligopólios, mercados cativos e situações similares, em que obviamente o mercado não possui tanta força, ainda assim é necessário o conhecimento do custo do produto

visando análises comparativas em relação a um padrão de referência da própria empresa (análise de produtividade, por exemplo), ou para atender a outras situações como: estudos de engenharia e marketing para introdução de novos produtos; acompanhamento dos preços e custos dos produtos atuais; análise de novas oportunidades de negócios; pedidos especiais ou por encomenda; análise de preços de produtos de concorrentes, entre outras.

De acordo com SANTOS (1999), a formação do preço de venda dos produtos e serviços nas empresas constitui-se numa estratégia competitiva de grande relevância para as organizações. Embora reconheça a importância do mercado na formação do preço de venda do produto, para o autor, no entanto, as abordagens existentes de decisão de preço, conforme exposto até aqui, não são satisfatórias pois tratam o problema com parcialidade ou com excessiva ênfase em algumas variáveis críticas. Para SANTOS (1999), o processo de decisão de preço é complexo e envolve diversas ações, propostas em um modelo de decisão de preço de venda, como a avaliação estratégica das variáveis externas não-controláveis, a caracterização do ambiente de competição de mercado, a projeção da demanda de mercado e do produto, a identificação dos objetivos, políticas e estratégias globais e funcionais da empresa para o estabelecimento das políticas e estratégias de preço, a projeção das estrutura de custos e despesas da empresa, a apuração do capital investido no negócio e do respectivo custo de oportunidade e a avaliação e adequação do preço referencial às condições de comercialização.

Segundo NAGLE (2002), não se pode pensar em preços e custos separadamente. O especialista em estratégias de preço afirma que a estratégia para determinar preços deve apoiar-se em dois fatores: Primeiro, o desenvolvimento de uma estrutura de preços baseada no valor para o cliente, nos custos e na posição competitiva e, segundo, a comunicação eficaz desse valor. Para o autor, a fixação de preços é um processo que exige a compreensão do ambiente de negócios da empresa e a elaboração de uma estratégia de preços lucrativa baseia-se, segundo sua proposta, na coleta e análise das informações sobre clientes, custos e concorrentes.

Para NAGLE (2002), a estimativa de custos (que será tratada com mais detalhes no item 3.4) é o primeiro passo da coleta de dados, dentro do processo de

precificação. De acordo com o autor, identificar os custos é importante para o cálculo correto da margem de contribuição, uma medida da relação entre a lucratividade de um produto e seu nível de vendas e, para isso, algumas perguntas, devem ser respondidas, tais como: Qual é a estrutura de custos? Que custos fixos podem ser evitados? A partir de que nível de produção serão necessários investimentos adicionais para cobrir custos semifixos? Qual será o montante desses investimentos? Quais serão os custos variáveis? Qual o custo de uma venda adicional, considerando-se os custos de produção, atendimento ao cliente e suporte técnico? Quais serão os custos de oportunidade? Sem responder a estas perguntas, qualquer tentativa de estabelecer um preço competitivo e rentável para o produto teria grandes chances de fracassar.

Para CRESSMAN JR. (2002), dentro do processo por ele descrito como de “Precificação e Definição de Lucros”, a estrutura de custos de um produto (mais custos fixos e menos custos variáveis, ou vice-versa) tem importância na decisão de precificação pela maximização do lucro (reduzir ou aumentar preços). Em seu exemplo, se a sensibilidade do consumidor a preço for alta e a estrutura de custos da empresa é de custos variáveis, deve-se tentar reduzir a sensibilidade a preço por meio de diferenciação dos produtos ou serviços. De qualquer forma, o conhecimento das estruturas de custos, da empresa e da concorrência, é de suma importância para a tomada de decisão.

Observa-se, portanto, que a definição do custo de um produto (entenda-se o Custo de seu Ciclo de Vida - CCV) constitui-se numa importante ferramenta de suporte às decisões de caráter mercadológico, econômico e financeiro. Um dos objetivos do PDP é justamente o de garantir que os custos de um produto sejam tais que ele possa ser competitivo e ao mesmo tempo permita à empresa obter o retorno desejado sobre o investimento feito. Como já citado no item 1.3, muitos autores afirmam que grande parte dos CCV são definidos já nas primeiras fases do Ciclo de Vida do produto, particularmente nas etapas iniciais de seu desenvolvimento; segundo CROW (1997a), de 70 a 80% deles. Decorre daí a preocupação com a gestão de custos durante o PDP, pois, na visão de WEUSTINK *et al.* (2000), “completado o processo de Desenvolvimento, a maioria das oportunidades de redução de custos terão passado”.

Note-se que o processo descrito pelos autores está em sintonia com o método conhecido como “Desdobramento da Função Qualidade” ou *Quality Function Deployment – QFD*, particularmente no que se refere ao desdobramento dos custos do produto para os seus sistemas, subsistemas, até o nível dos componentes. Segundo AKAO (1990), *QFD* é um método para a conversão dos requisitos do consumidor em características de qualidade do produto, através do desenvolvimento da qualidade de projeto, desdobrando sistematicamente as relações entre estes mesmos requisitos do consumidor e características do produto. Para o autor, o processo da garantia da qualidade do produto é realizado, no *QFD*, com atenção em quatro ênfases (qualidade, confiabilidade, tecnologia e custos), estendendo-se o desdobramento para cada sistema, subsistema e componente.

Para MAEKAWA *et al.* *Apud* AKAO (1990), o propósito do desdobramento de custos é construir um procedimento sistemático de redução dos custos do produto enquanto se mantém adequado balanceamento com a sua qualidade.

DUTTON (2000) considera *Target Costing* uma metodologia estratégica de negócios, pois permite o planejamento do leque de serviços oferecidos, do projeto do produto e de todos os processos que geram valor para o cliente, levando ao gerenciamento de lucros e custos. Permite ainda determinar a contribuição relativa de pessoas, processos e tecnologia para os custos do produto, possuindo estreita relação com o gerenciamento do seu Ciclo de Vida. Em seu artigo cita empresas como a Caterpillar e Chrysler, que obtiveram benefícios com a aplicação do *Target Costing*.

Alguns autores afirmam ser muito estreita a relação entre *Target Costing* e Engenharia do Valor (essencialmente um processo que utiliza a análise do valor das funções para reduzir custos - DEAN, 1999). De acordo com TOLEDO e FREIXO (2000), Engenharia do Valor (EV) é baseada no princípio fundamental de que o consumidor sempre procura pelo melhor produto oferecido ao menor preço; “Valor” é a conexão entre satisfação do consumidor e preço; “Valor” representa o quanto o consumidor considera importante uma determinada função do produto e é, portanto, um parâmetro essencial na melhoria de um processo através da redução de custos, mantendo-se ou aumentando-se a satisfação do cliente. O método permite identificar as

etapas do processo, e os seus respectivos custos, que não contribuem para assegurar-lhe qualidade.

TANAKA *et al.* (1997) apresentam uma proposta de método para definição dos Custos Alvos de componentes durante a etapa de conceituação do processo de desenvolvimento do produto, baseada na avaliação do valor de suas funções pelos usuários. NODA e TANAKA (1997) apresentam, na mesma linha de raciocínio, uma pesquisa sobre *Target Cost Management (TCM)* aplicado à indústria de autopeças japonesa em que Engenharia de Valor é peça fundamental na aplicação desse conceito.

Segundo TOLEDO e FREIXO (2000), Engenharia do Valor e *Target Costing* são na verdade métodos complementares. Juntos possibilitam não apenas controlar e reduzir custos, mas, antes disso, identificar onde fazê-lo, o que os torna indispensáveis ao *Design To Cost – DTC*. Segundo FERREIRA *et al.* (2000), *DTC* compõe-se de um conjunto de práticas através das quais as equipes de projeto buscam otimizar o desempenho funcional do produto, por meio da introdução de novas características nos subsistemas ou componentes deste produto, de tal forma que o custo estimado deste produto aproxime-se do valor do custo alvo, definido na fase de planejamento do processo de projeto. Pode-se entender o *DTC* como o projeto voltado à obtenção de um desempenho técnico satisfatório para um dado Custo Alvo.

SCHLINK *et al.* (2001a) propõem um desdobramento do Custo Alvo do produto para cada fase de seu ciclo de vida (ver item 3.2), ou seja, a definição de custos alvos parciais para desenvolver o produto, para fabricar o produto, para operar e manter o produto e até para reciclar ou descartar esse mesmo produto. Para este planejamento de custos parciais sugerem primeiramente a atribuição de custos alvos para as funções dos produtos, de acordo com sua importância, e, através dos relacionamentos com estas funções, para os respectivos componentes. Trata-se novamente da utilização do conceito de Engenharia do Valor.

3.2 Custo do Ciclo de Vida do Produto e as Decisões Tomadas Durante o PDP

Como foi visto no capítulo 2, existem diversas visões parciais sobre o desenvolvimento de produtos. Isto também se verifica em relação ao conceito de “Ciclo

de Vida”. As literaturas de Administração e Marketing apresentam a teoria clássica do Ciclo de Vida, segundo a qual os produtos passam por diferentes níveis de vendas, assemelhando-se à evolução dos seres vivos, que nascem, crescem, amadurecem e morrem. A figura 3.3 representa essa evolução. Nela observa-se o comportamento normal de Vendas e Lucros ao longo da existência do Produto.

Obviamente, tanto Vendas quanto Lucros são influenciados por decisões de preços. Tais decisões dependem tanto de estratégias da empresa quanto de fatores internos e externos que puxarão os preços para cima ou para baixo e influenciarão os limites de custos a serem suportados.

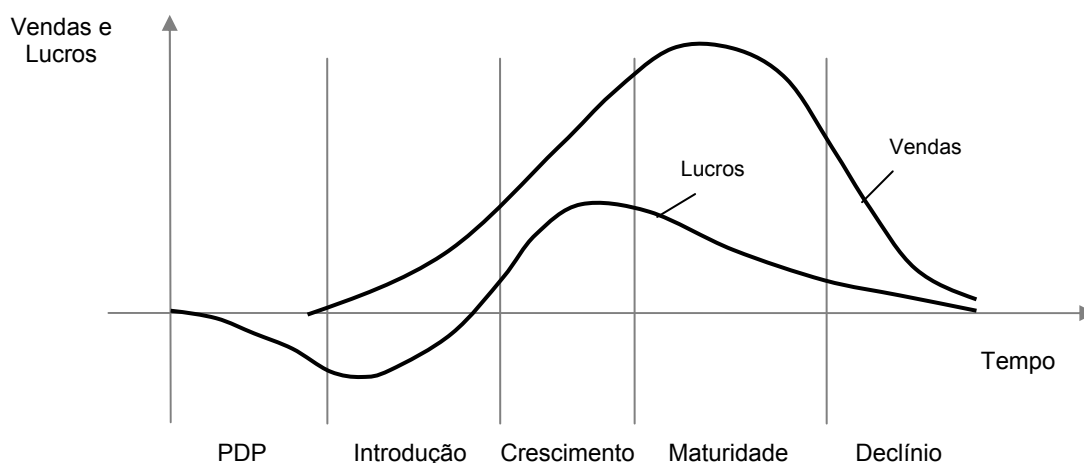


Fig. 3.3 – Vendas e Lucros ao longo do Ciclo de Vida do Produto (Fonte: KOTLER e ARMSTRONG, 1998)

Do ponto de vista da literatura de engenharia, o Ciclo de Vida reveste-se de outras características, mantendo, no entanto, a mesma essência. ASIEDU e GU (1998) apresentam uma abordagem mais voltada para o projeto, construção e utilização do produto, inclusive com atenção às alternativas de reaproveitamento do mesmo depois de descartado pelo usuário (figura 3.4).

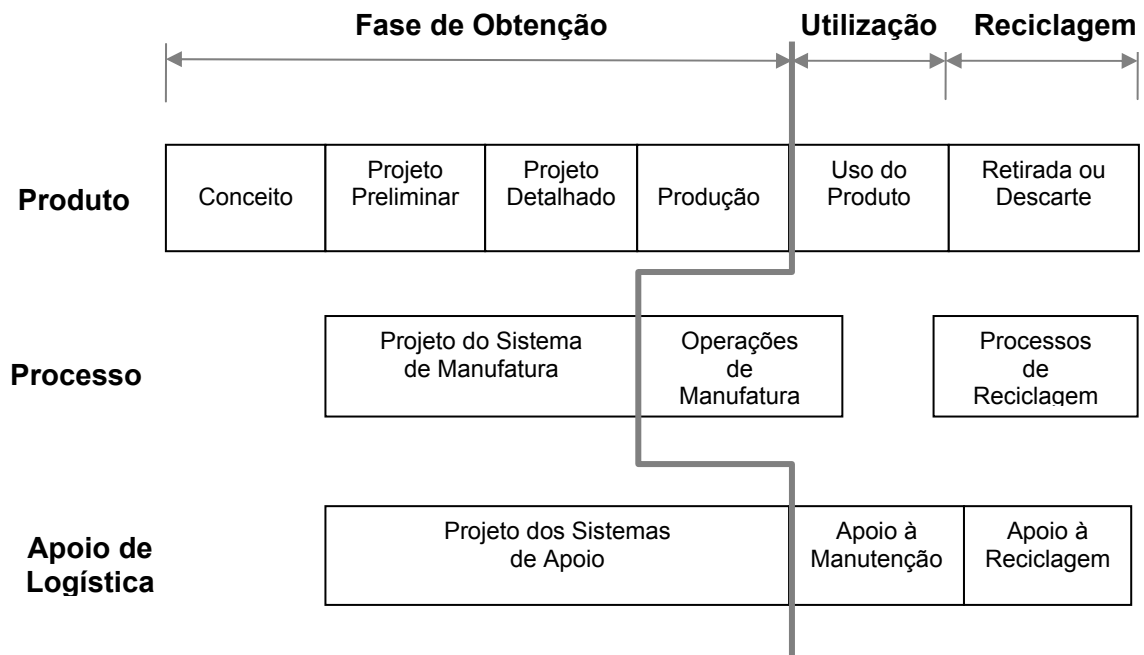


Fig. 3.4 – Ciclo de Vida do produto (fonte: ASIÉDU e GU, 1998)

Os autores discutem esses aspectos do Ciclo de Vida do produto chamando a atenção para o fato de existirem processos paralelos de desenvolvimento (Engenharia Simultânea), ou seja, ao mesmo tempo em que se define o projeto detalhado elabora-se o processo de manufatura e assim por diante.

CROW (1997b) afirma que o desenvolvimento do produto deve prever todas as fases do seu Ciclo de Vida, antevendo a necessidade de teste/inspeção, manutenção, atualização, instalação, operação/uso, descarte (condições ambientais) etc. e, ainda, para que isto seja possível, que o projeto de processos chamados “de apoio” (manutenção, por exemplo) devem caminhar em paralelo ao PDP.

Devido a todas as questões que envolvem o Ciclo de Vida do produto, decisões tomadas ao longo do PDP certamente afetam os seus custos em todas as fases de sua vida, seja do ponto de vista de Administração e Marketing ou de Engenharia (quadro 3.2).

Venda do Produto
↓

	CUSTOS DA EMPRESA	CUSTOS DO USUÁRIO	CUSTOS DA SOCIEDADE
PROJETO	- Reconhecimento do Mercado - Desenvolvimento		
PRODUÇÃO	- Materiais - Energia - Salários - Encargos - Estrutura		- Desperdícios - Poluição - Danos à Saúde
USO	- Transporte - Armazenamento - Perdas - Quebras - Seguros	- Transporte - Armazenamento - Energia - Materiais - Manutenção	- Recolhimento - Desperdícios - Poluição - Danos à Saúde
DESCARTE E RECICLAGEM		- Gastos com Descarte e Reciclagem	

Quadro 3.2 – Fases e Custos do Ciclo de Vida do produto (Fonte: ASIEDU e GU, 1998)

Uma decisão qualquer de configuração, por exemplo, pode afetar sensivelmente os custos de manutenção; a escolha do material de determinado componente pode influenciar o custo de fabricação ou de operação do produto, e conseqüentemente as vendas. Enfim, durante todo o desenvolvimento de um produto são tomadas decisões que impactam com maior ou menor intensidade os custos de cada fase do seu Ciclo de Vida, sejam eles suportados inicialmente pela empresa (desenvolvimento, fabricação, distribuição), pelo cliente (aquisição, operação, manutenção, descarte) ou pela própria sociedade (descarte, poluição).

Diversos autores sustentam que grande parte dos custos do ciclo de vida de um produto é definida nas primeiras etapas de seu desenvolvimento. Segundo HANSEN *Apud* COMPTON e ELIAS (2003), 90% desses custos estão já comprometidos após o projeto do produto (figura 3.5).

RUSH e ROY (2000) compartilham dessa opinião e afirmam que há poucas oportunidades para redução de custos após o início da produção (figura 3.6). Para os autores, as etapas de desenvolvimento conceitual do produto são as mais críticas em termos do comprometimento dos seus custos. Após estas etapas iniciais, onde efetivamente as características principais do produto são determinadas, muitas vezes de

forma irreversível, há, segundo os autores, pouca possibilidade de redução de custos durante a sua fabricação, já que está atrelada às especificações técnicas então já definidas.

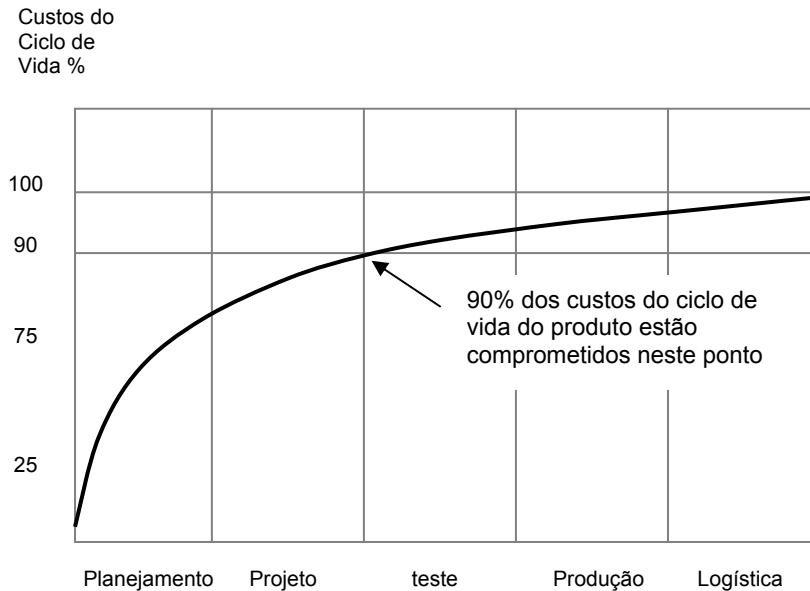


Fig. 3.5 – Comprometimento do CCV do produto (Fonte: HANSEN *et al.* Apud COMPTON e ELIAS, 2003)

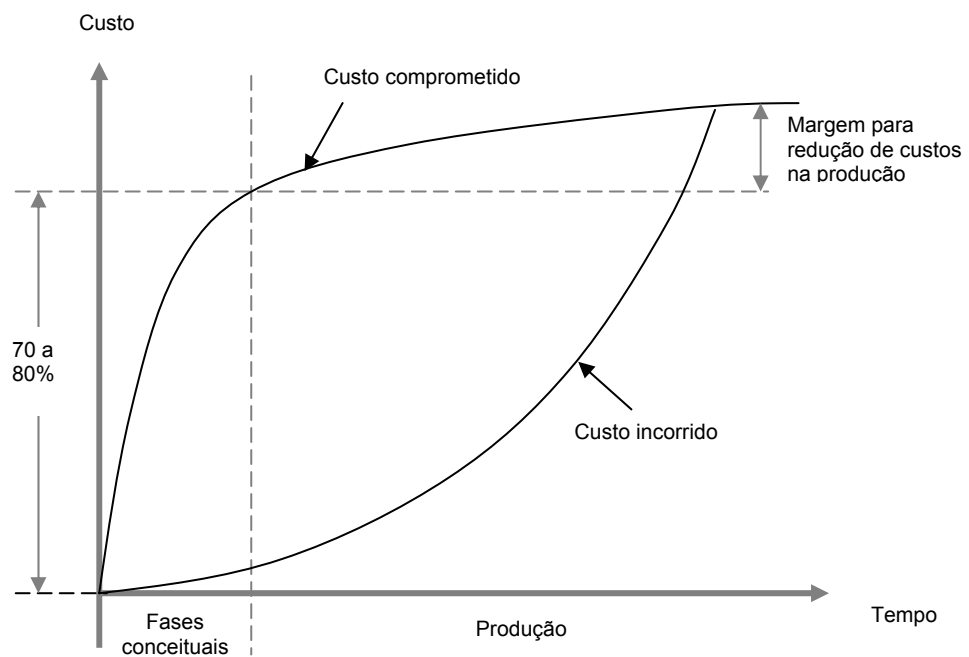


Fig. 3.6 – Curva de comprometimento do custo do produto (Fonte: RUSH e ROY, 2000).

Apesar do consenso no reconhecimento da importância do PDP na definição dos Custos do Ciclo de Vida do produto, segundo CROW (1997c), a abordagem tradicional no desenvolvimento de produtos é a ênfase no desempenho técnico, no tempo, na estética ou tecnologia, e em muitas organizações o custo é utilizado para a definição de preço e não o inverso (na contra-mão do mercado), ou então a ele é dada importância quando o produto já se encontra em estágio avançado de desenvolvimento e pouco se pode fazer para reverter uma situação desfavorável.

Para ilustrar a importância das decisões do PDP quanto à definição dos Custos do Ciclo de Vida, FREIXO e TOLEDO (2003) citam os recentes aperfeiçoamentos da legislação em relação à proteção do meio ambiente. As empresas fabricantes de baterias, por exemplo, são obrigadas a recolher os produtos descartados pelos usuários e devem encontrar formas de reaproveitá-los ou, no mínimo, garantir que não contaminem o meio ambiente. Particularmente em relação às baterias de automóveis, os revendedores, que trocam as baterias dos usuários, recolhem e encaminham os produtos descartados às fábricas, os quais são quase que totalmente reciclados. Segundo os autores, o que aparentemente poderia sugerir um custo adicional com recolhimento e reciclagem acabou se mostrando uma economia de matéria-prima. No entanto, para que seja possível tal racionalização, é necessário que, ao se desenvolver o produto, seja prevista tal exigência de modo que as características de fabricação, montagem do produto etc. permitam tal reaproveitamento ao menor custo possível. Estas decisões sobre configuração do produto afetam, pois, não apenas os custos da fase de fabricação do produto como também os da fase de descarte.

Outro exemplo prático da aplicação do conceito de Custo do Ciclo de Vida é apresentado pela GRUNDFOS (2003). Segundo essa empresa fabricante de sistemas de bombeamento, a maior conscientização a respeito dos custos atuais e futuros de energia, a noção cada vez maior de que o funcionamento, a manutenção e as perdas de produção causadas por paradas nas unidades de produção influenciam o CCV do produto, aliados ao desenvolvimento de diversos modelos de estimativa de custos que permitem a fácil comparação entre as diversas possibilidades de investimento (alternativas de projeto), têm levado os gestores de projeto a utilizarem cada vez mais métodos que permitem identificar e quantificar todos os componentes do CCV. De acordo com o exemplo apresentado, num determinado sistema para irrigação de lavoura

de milho, com capacidade de bombeamento, profundidade de captação de água, número de horas de trabalho por ano, período de amortização e outros atributos de projeto definidos, chega-se à conclusão de que, durante toda a vida do sistema, 82 % dos CCV referem-se ao consumo de energia, 9% são de investimento inicial e 6% da manutenção. Logo, conclui a fabricante, a maior atenção deve ser dada à eficiência do conjunto eletrobomba para otimizar o consumo energético, seguido da importância quanto à confiabilidade com o objetivo de minimizar os custos de manutenção e reparos. Estes atributos (consumo, confiabilidade etc.) funcionam como “direcionamentos das atenções” durante o PDP e são conhecidos como “Direcionadores de Custos” (*Cost Drivers*). Para a fabricante desses equipamentos, à medida que os mercados nacionais e globais se tornam cada vez mais competitivos, as organizações são obrigadas a procurar continuamente reduções nas despesas, de tal forma que possam aumentar a sua rentabilidade. O exemplo apresentado é uma típica resposta a tal necessidade.

Como se percebe, os resultados alcançados por uma empresa podem, e normalmente estão, estreitamente relacionados à Gestão dos Custos do Ciclo de Vida do produto, entre outros fatores. Para COOPER e SLAGMULDER (2003), a gestão de custos tornou-se uma ferramenta crucial para a sobrevivência de muitas empresas. Tal gestão deve sempre reforçar o seu posicionamento estratégico e ser realizada com clientes e fornecedores. Para os autores, uma gestão estratégica de custos deve permitir que se faça uma análise das ações atuais e planejadas para compreender se elas efetivamente melhorarão o posicionamento estratégico da empresa; deve ampliar o campo da gestão interna de custos além da fábrica e; ampliar o programa de gestão de custos além das fronteiras da empresa. Nota-se em suas afirmações uma clara preocupação com os custos do produto em fases de seu ciclo de vida que ultrapassam a fabricação, tais como a de suporte ao cliente, por exemplo, ou seja, com os Custos de todo o Ciclo de Vida do Produto.

Assim, pode-se resumir a relação entre o Custo do Ciclo de Vida do produto e as decisões tomadas durante o PDP nas seguintes afirmações:

- a) O preço do produto é definido, na maior parte das vezes, pelo mercado (*Target Price*);

- b) Fixado o preço do produto e deduzidas algumas despesas, além do retorno de investimento, chega-se ao Custo Alvo do produto (*Target Cost*);
- c) O Custo Alvo do produto não se restringe ao seu custo de fabricação ou de aquisição. É necessário levar-se em conta todos os custos incorridos ao longo de toda a vida do produto (*Life Cycle Costs*);
- d) Os Custos do Ciclo de Vida do produto são decorrentes, em grande parte, de decisões tomadas durante o seu processo de desenvolvimento. Por esse motivo, também, o PDP é considerado um processo estratégico para o sucesso das organizações;
- e) Se o PDP é responsável pela definição dos Custos do Ciclo de Vida do produto, ele deve permitir o controle do impacto das decisões sobre tais custos, ou seja, a gestão dos CCV.

Para FREIXO e TOLEDO (2003), embora a preocupação com os impactos das decisões do PDP nos Custos do Ciclo de Vida do Produto já esteja presente em muitas empresas, persistem ainda perguntas: respeitadas demais restrições de projeto e mercado, tais como Qualidade, *Time-to-market*, Logística etc. (os chamados *trade-offs*), como garantir que determinada solução de projeto representa o menor Custo do Ciclo de Vida do produto? Quais as condições necessárias para que os responsáveis pelas decisões possam tomá-las com o menor grau de incerteza possível? Na opinião dos autores estas perguntas poderiam ser feitas em outro contexto que não o de Custos, e a resposta talvez pudesse, no entanto, ser a mesma: a melhoria do processo decisório passa necessariamente por um aperfeiçoamento do PDP. Ainda segundo FREIXO e TOLEDO (2003), seja qual for o enfoque, o modelo de PDP adotado deve contemplar necessariamente a gestão dos custos. Significa dizer que, assim como há tarefas relacionadas ao dimensionamento de uma determinada peça ou subsistema, ou ao controle de configuração do produto (em que fase se encontra cada componente, se houve modificações, se tem o desenho liberado etc.), deve haver também atividades destinadas a responder se aquele subsistema tem um custo estimado dentro do que foi definido como custo máximo permitido. É necessário saber se o produto, em avaliações feitas em cada etapa de seu desenvolvimento, permite à empresa atingir seus objetivos de negócio (os lucros desejados). Da mesma forma como o projeto não pode prosseguir

se determinado sistema ou componente ainda não foi desenvolvido o suficiente, de modo a atingir o desempenho que dele se espera, também não pode ir adiante enquanto não se conheçam os impactos de cada decisão no custo do ciclo de vida do produto de modo a garantir, dentro do grau de certeza possível em cada etapa de desenvolvimento, que os custos estimados até aquele instante estejam dentro do que foi definido no plano de negócios como Custo Alvo. Se assim não for, corre-se o risco de desenvolver um produto que pode ter o desempenho técnico esperado, que seja oferecido no prazo estipulado, que possua boa logística de distribuição e manutenção mas que seja caro para o mercado a que se propõe ou que não dê à empresa o retorno esperado.

Os itens a seguir discutem as principais funções de um Modelo de Gestão dos Custos do Ciclo de Vida do produto.

3.3 Funções Básicas de um Modelo de Gestão dos Custos do Ciclo de Vida do produto.

Segundo SCHLINK *et al.* (2001), a gestão de custos no desenvolvimento do produto é parte de um processo empresarial de gestão de custos e deve prever todo o ciclo de vida do produto, desde o planejamento do produto (conceituação) até o seu descarte ou reciclagem. Para os autores, a gestão de custos do produto deve ser capaz de planejar os custos do produto em cada fase de sua vida, checar os custos estimados e compará-los com os planejados à medida que o desenvolvimento do produto avança e permitir redução de custos dentro dos limites estabelecidos.

De acordo com FREIXO e TOLEDO (2003), as funções de um Modelo de Gestão dos CCV muito se aproximam das funções do conhecido ciclo *PDCA* de administração (*Plan/Planejar, Do/Fazer, Control/Controlar, Act/Agir*), conforme figura 3.7.

A aplicação do ciclo *PDCA* à Gestão dos CCV pode ser explicada da seguinte forma: Ao se considerar diversas alternativas de projeto, deve-se inicialmente estimar o CCV decorrente de cada uma delas de modo a se escolher a que melhor atende às expectativas da empresa, representadas pelo Custo Alvo do Ciclo de Vida – CACV,

anteriormente definido para o produto, além de outras restrições como Qualidade, *Time-to-market*, etc.

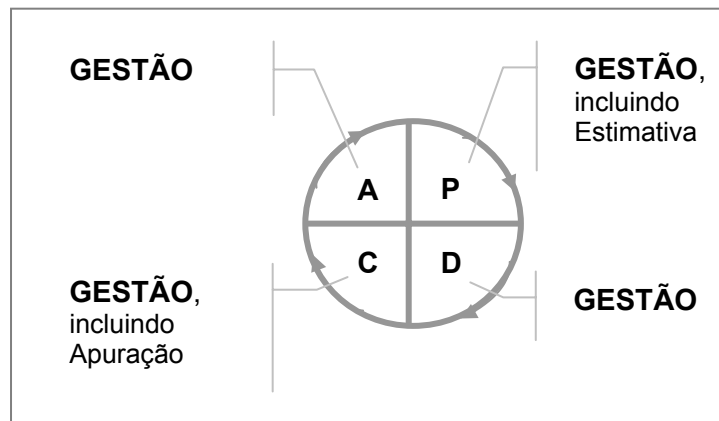


Fig. 3.7 – Gestão dos CCV e as funções do Ciclo PDCA (Fonte: FREIXO e TOLEDO, 2003)

Nessa etapa inicial, que corresponde ao Planejamento (P), utilizam-se métodos de estimativas de custos apropriados ao nível de informações disponíveis e de detalhamento do produto, informações estas históricas, de projetos anteriores, provenientes de fornecedores, advinda das experiências dos projetistas, além de outras fontes.

Adotada uma das alternativas, passa-se a trabalhar com ela, o que implica na execução de atividades como o detalhamento do Custo Alvo para sistemas, subsistemas e componentes, negociação com fornecedores, alimentação de banco de dados sobre custos reais, enfim, atividades de ordem operacional. Trata-se do Fazer (D).

Com o andamento do projeto, com seu maior detalhamento, e de posse de informações mais precisas, é possível então verificar se a alternativa escolhida realmente permitirá atender às metas de CCV especificadas. É quando apuram-se os custos de forma mais realística. Neste ponto os Sistemas Integrados de Gestão (Sistemas de Informações conhecidos como SIG, ERP etc.) podem ser bastante úteis. Esta é a fase do Controlar (C).

Resta o Agir (A), que é a fase em que se confirma a alternativa de projeto inicialmente adotada ou se decide buscar novas alternativas de projeto. Em seguida reinicia-se o ciclo *PDCA*, quando novamente vem a fase de Planejamento, em que então novas alternativas são consideradas, novas configurações avaliadas, e assim por diante. Para FREIXO e TOLEDO (2003), este ciclo *PDCA* é formado por atividades e tarefas que se confundem com o próprio PDP e estão presentes em cada uma de suas etapas.

Ainda de acordo com os autores, o desenvolvimento de um produto somente deve mudar de etapa se o processo de gestão indicar, a cada rodada do ciclo *PDCA*, que os custos estimados encontram-se dentro dos limites estabelecidos. Por esse motivo consideram a Gestão dos CCV como um subprocesso do PDP, da mesma forma como existem outros subprocessos, tais como os de Gestão da Qualidade, de Gestão do Tempo, de Gestão de Requisitos do produto etc. Este procedimento indicado está expresso na figura 3.8.

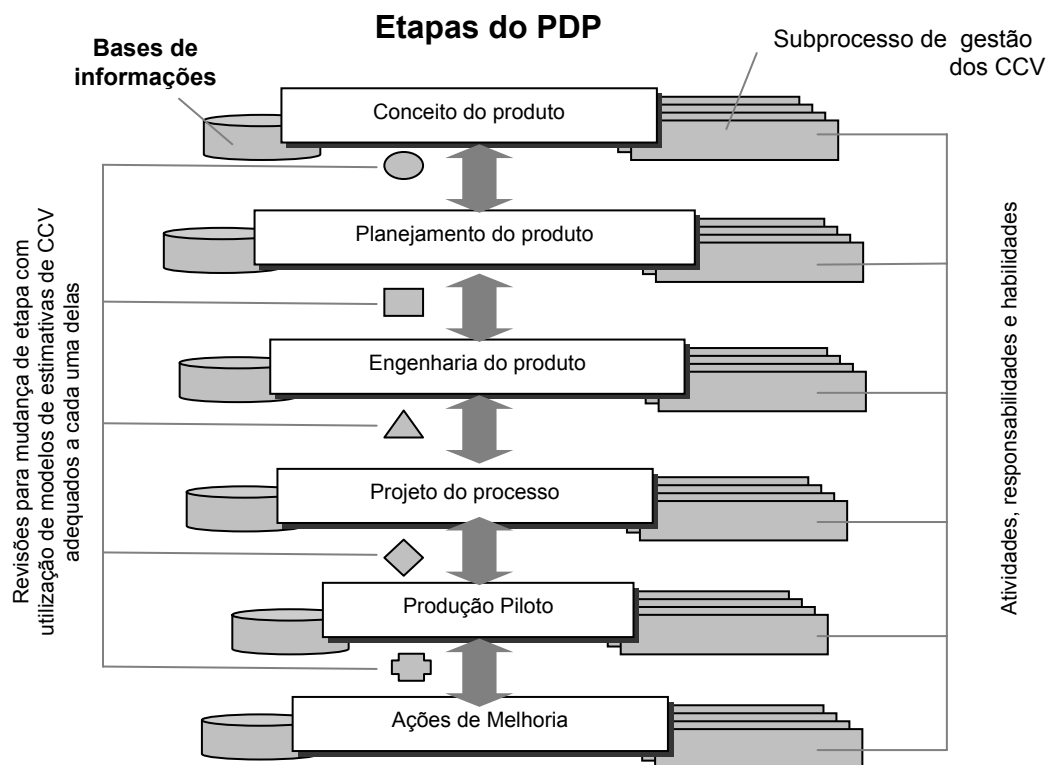


Fig. 3.8 – Subprocesso de Gestão de Custos, bases de informações e passagens de etapa no PDP (Fonte: FREIXO e TOLEDO, 2003)

Como se vê, Estimativa dos CCV e Apuração dos CCV são funções da Gestão dos Custos do Ciclo de Vida do produto, esta considerada, por sua vez, parte integrante do PDP. A seguir são discutidos aspectos importantes dos Modelos para Estimativas de Custos e dos Sistemas de Informação para o PDP.

3.4 Modelos Para Estimativa dos CCV do Produto Durante o PDP

Para ZACKRINSON (1997), Custeio do Ciclo de Vida, ou *Life Cycle Costing – LCC*, é uma técnica utilizada para avaliar alternativas de projeto na fase de desenvolvimento de um plano de trabalho, especificamente em relação aos custos de um produto ou serviço. Compara os custos totais dessas alternativas, as quais devem satisfazer funções idênticas, possibilitando a indicação da mais adequada. O autor se refere à necessidade de avaliar tais alternativas antes do início da execução do plano de trabalho (fornecimento de um serviço, fabricação de um produto etc.), como forma de garantir que os custos a serem incorridos sejam conhecidos e avaliados de antemão. Ainda segundo o autor, o Custo do Ciclo de Vida mais baixo nem sempre é o melhor valor, mas apenas parte da equação que recomendará a melhor alternativa. De fato, o autor alerta para a necessidade de se levar em consideração vários parâmetros (teóricos, práticos, matemáticos, históricos), comparando-os entre si para, após a análise sob diferentes pontos de vista, chegar-se à melhor alternativa.

Conforme ASIÉDU e GU (1998), a análise do CCV deve ser capaz de fornecer informações para a tomada de decisão durante o desenvolvimento do produto no sentido de diminuir mudanças e reduzir o tempo necessário para a sua oferta no mercado (*time-to-market*). A análise do CCV considera tanto os custos incorridos quando o produto ainda está em desenvolvimento/fabricação quanto aqueles que são assumidos pelo usuário ou pela sociedade.

Mas do que consiste um modelo de estimativa do CCV? ASIÉDU e GU (1998) apresentam um estudo bastante detalhado sobre o Custo do Ciclo de Vida, seus componentes e modelos para sua estimativa. Em termos de classificação, descrevem três tipos básicos de modelos de estimativa do CCV. Os primeiros são os modelos

paramétricos, os quais procuram relacionar diretamente o custo a variáveis físicas de projeto. O desenvolvimento de tais sistemas envolve esforços consideráveis na medida em que eles necessitam de uma vasta gama de informações para compor a sua base de dados, informações relativas à complexidade de manufatura, similaridade de projeto, peso, desempenho e diversas outras variáveis quantitativas. Em seguida, os modelos analógicos procuram relacionar o produto a ser elaborado com outros similares já fabricados. A principal dificuldade deste tipo de modelo refere-se à identificação de pontos importantes incomuns entre os produtos e à avaliação de como tais diferenças poderão afetar o custo estimado. O último tipo de modelo é aquele aplicável a projetos já detalhados. Basicamente, trabalha com especificações técnicas já definidas de tempos e condições de produção, materiais, ferramentas, custos de mão-de-obra e outros. É o tipo de modelo que exige maior número de informações e maior nível de detalhamento e, por isso, é o mais preciso na estimativa de custo do produto.

Está claro que uma boa estimativa de custos é essencial para a sobrevivência de uma organização. Custos subestimados podem levar a prejuízos irrecuperáveis; por outro lado, custos estimados muito acima da realidade podem fazer com que a empresa perca pedidos ou deixe de aproveitar oportunidades de mercado.

Assim, de acordo com a fase de desenvolvimento em que se encontrar o produto, utilizar-se-á um ou outro tipo de modelo de estimativa. Nas primeiras fases do PDP, CREESE e MOORE *Apud* ASIEDU e GU (1998) acreditam que, dada a escassez de informações, são basicamente utilizados os modelos paramétricos, os quais admitiriam uma acuracidade na estimativa do custo do ciclo de vida do produto variando entre -30 e + 50%. ROY *et al.* (2000) fazem uma série de considerações a respeito dos riscos inerentes à utilização dos modelos paramétricos e afirmam que tais riscos estão fortemente associados ao estágio de desenvolvimento em que se encontra o produto, além, obviamente, das suas próprias características e das particularidades do ambiente organizacional da empresa.

Avançando-se no PDP, mais informações estariam disponíveis, o que permitiria realizar comparações um pouco mais consistentes com outros produtos já existentes. Nesta fase a acuracidade na estimativa de custos estaria entre -15 e + 30%.

Por fim, na fase de detalhamento do projeto, as informações estariam já bem definidas no que se refere a dimensões, materiais, acabamentos, processos etc. Nesta fase, os modelos baseados em projetos detalhados proveriam acuracidade entre -5 e +15% na estimativa de custos.

SCANLAN *et al.* (2002), no entanto, consideram que os modelos de custeio existentes utilizam fundamentalmente duas abordagens: a paramétrica e a generativa. Na abordagem paramétrica procura-se identificar relações de mais alta abstração entre custos e outros parâmetros de projeto. Para os autores, a abordagem paramétrica possui algumas desvantagens: de exigir um grande número de informações históricas, de modo que permitam extrair relacionamentos estatisticamente relevantes; os dados sobre custos podem ser suscetíveis, se não tratados convenientemente, à influência de outros fatores como inflação, tendências nas flutuações de preços, produtividade da manufatura etc.; novos processos industriais podem exigir a definição de novos relacionamentos e; métodos paramétricos possuem baixa resolução e não podem ser utilizados para uma classe de componentes (tamanho, material, peso, tolerância etc.) para a qual não foram validados. Já os métodos de custeio do tipo generativo utilizam definições mais detalhadas do produto e procuram inferir seqüências, processos e tempos de fabricação. Tais métodos possuem, na visão dos autores, as seguintes desvantagens: dependem de uma definição rica e detalhada do projeto; os algoritmos empregados podem ser caros e de aplicabilidade restrita; não permite aplicação nas etapas iniciais de desenvolvimento do produto, em que as informações disponíveis são de mais alto nível de abstração; requer extremo conhecimento dos processos de fabricação relacionados a cada componente. SCANLAN *et al.* (2002) afirmam ainda que, para um mesmo nível de definição do produto, particularmente em relação a aeronaves, a acuracidade das avaliações sobre parâmetros de desempenho aerodinâmico ou estrutural, por exemplo, é muito superior à acuracidade obtida no custeio estimado do produto, o que indica que, para um mesmo nível de desenvolvimento do produto, estimativas sobre custos, seja qual for o método adotado, são menos confiáveis que outras estimativas sobre parâmetros de desempenho (figura 3.9). Isto faz crer que há ainda muito a se avançar em relação ao desenvolvimento de métodos de estimativa de custos. Vale lembrar que SCANLAN *et al.* (2002) restringem suas observações aos custos de fabricação do produto.

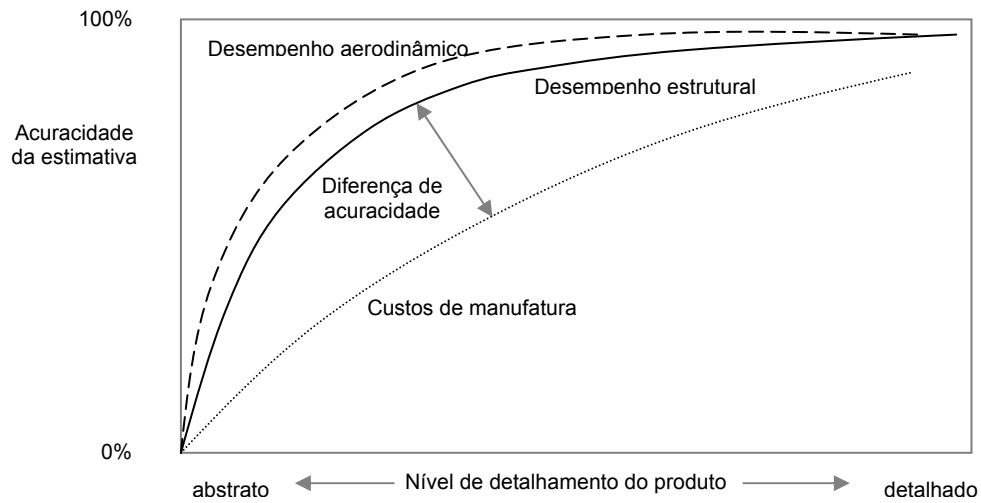


Fig. 3.9 – Comparação entre acuracidades nas estimativas de diferentes parâmetros de projeto (Fonte: SCANLAN, 2002)

Diversos outros trabalhos têm tratado da estimativa de custos visando a escolha de alternativas de projeto durante o desenvolvimento de produtos ou mesmo da estimativa dos custos de determinada fase do ciclo de vida do produto. THEOBALD *Apud* HICKS *et al.* (2002) aponta estudos que mostram que, em projetos mecânicos, 50 a 80% dos componentes utilizados são comerciais, padronizados e comprados de terceiros. Segundo HICKS *et al.* (2002), embora as especificações técnicas de tais componentes possam estar bem definidas, informações sobre seus custos, no entanto, muitas vezes não estão facilmente disponíveis, o que dificulta a tomada de decisão nas primeiras etapas do desenvolvimento do produto, quando diversas alternativas de projeto devem ser consideradas. Os autores propõem modelo de custeio que considera 3 classes de componentes: a que abrange aqueles componentes mais comuns (ex.: rolamentos e motores), com lista de preços fornecida pelos fabricantes; outra para aqueles que são representados por famílias, para os quais o custo depende de algumas informações adicionais (ex.: engrenagens e polias), ou para aqueles que, embora comerciais e possam fazer parte de uma família, são fabricados de acordo com especificações técnicas específicas e, por fim, aqueles que possuem características especiais fugindo aos padrões encontrados em mercado. Para cada uma das classes

descritas procura identificar os atributos importantes e seus relacionamentos com os respectivos custos.

REHMAN e GUENOV (1998) apresentam uma metodologia voltada à modelagem dos custos de fabricação do produto desde a sua fase de desenvolvimento conceitual até o projeto detalhado. Os autores utilizam bases de conhecimento relativos ao projeto em andamento em conjunto com as informações disponíveis na manufatura e advindos de casos passados. Segundo os autores, o resultado é o estímulo do emprego do conceito de “*Design To Cost - DTC*” e a diminuição do retrabalho.

ROY *et al.* (1999) apresentam método de custeio de atividades indiretas relacionadas ao processo de projeto de engenharia em empresas que operam num ambiente de Engenharia Simultânea. Segundo os autores, atividades como “pensar”, “comunicar”, ou “entender” os requisitos de um projeto não possuem direcionadores de custos aos quais se possa atribuir valores precisos. Apesar disso, seus estudos mostram um forte correlacionamento entre horas despendidas nessas atividades, ditas “qualitativas”, e a complexidade geométrica e funcional do projeto (os direcionadores de custos).

KESSLER (2000) desenvolve estudo mais qualitativo em relação às variáveis que influenciariam o custo de desenvolver uma inovação em um produto. Aspectos mais gerenciais como o interesse da gerência pelo projeto e seus custos, cultura organizacional, clareza na definição de objetivos, tipo de inovação (radical ou incremental), uso de fontes externas de conhecimento ou de tecnologias *como CAD – Computer Aided Design*, qualidade das equipes de projeto e seus líderes e autonomia dessas equipes, dentre outros, são analisados.

ROY *et al.* (2001) desenvolvem método, aplicado junto a fornecedor da indústria aeroespacial européia, em que tanto atividades quantitativas quanto qualitativas compõem o que chamou de *CER – Cost Estimation Relationships*. Este método, segundo os autores, permite prever os esforços financeiros necessários ao projeto, ainda em sua fase inicial de desenvolvimento, e utiliza basicamente duas técnicas de estimativa de custos: a parametrização, já descrita anteriormente, e aquela baseada em “*features*” (*features* são as características funcionais, dimensionais, de

fabricação etc., presentes em determinados modelos de representação de componentes ou produtos).

Ampliando essa discussão, BARTON *et al.* (2001) sugerem a aplicação de um “*Design For Existing Environment*”; em suas palavras, uma visão mais holística para os conhecidos conceitos “*Design For*”. Para os autores, o conhecimento apenas interno, e muitas vezes teórico, das atividades desenvolvidas durante um projeto não são suficientes para avaliá-lo em termos de custos. Em sua visão, outras informações do meio ambiente, externas à organização, são necessárias.

DAHMUS e OTTO (2001) desenvolveram um método para estimativa dos Custos do Ciclo de Vida do produto em função dos custos parciais de cada fase do Ciclo de Vida de cada módulo (para produtos desenvolvidos sob o conceito de plataforma). Segundo os autores, enquanto métodos heurísticos são úteis para avaliar possíveis esquemas de modularidade, outros critérios, como o exame do Custo do Ciclo de Vida, podem determinar a viabilidade de determinada solução e propiciar o desenvolvimento de produtos competitivos.

Paralelamente aos esforços acadêmicos para desenvolver métodos de estimativa dos Custos do Ciclo de Vida dos produtos, observam-se outras iniciativas desenvolvidas por entidades que congregam empresas e profissionais com interesse no assunto. A *AACE – Association for the Advancement of Cost Engineering* (2001), por exemplo, apresentou seu projeto *TCM – Total Cost Management Framework*. Segundo a associação, trata-se de uma abordagem sistemática para o gerenciamento do Custo do Ciclo de Vida de uma empresa, programa, projeto, produto ou serviço, através do mapeamento de todos os processos, subprocessos ou funções relativas aos custos de engenharia e seus inter-relacionamentos, o que permitiria o planejamento e controle dos recursos, lucratividade, custos e riscos. Baseia-se no ciclo *PDCA* (Planejar, Fazer, Controlar e Agir).

Também, organismos oficiais têm trabalhado no sentido de dar à estimativa de custos um caráter científico e menos empírico. A *NASA* (2002) – Agência Espacial Norte Americana – revela que há 20 anos atrás os custos de operação de seus projetos não representavam mais que 20% dos investimentos totais. Hoje esse percentual chega a 50%, o que tem causado maiores dificuldades e despertado maior

atenção à estimativa dos CCV. Nesse sentido, desenvolveu o que chamou de “*Cost Estimating Handbook (CEH)*”. Trata-se de um guia, fruto de horas de entrevistas, discussões e correspondências com a comunidade envolvida na estimativa de custos, que contém as melhores práticas existentes na *NASA*, incluindo os diversos modelos de estimativa utilizados em cada etapa do projeto. Tal documento, segundo a Agência, permite uma melhoria das capacidades de estimativa de custos ao fornecer recursos básicos tanto para os profissionais mais novos quanto para os mais experientes.

Como se vê, há trabalhos e pesquisas das mais generalistas e teóricas às mais específicas e práticas. Nota-se, no entanto, uma clara distinção entre aqueles que propõem apenas métodos de estimativa dos CCV, na visão de FREIXO e TOLEDO (2003) apenas uma das funções da Gestão dos CCV, e aqueles mais voltados à Gestão dos CCV propriamente dita, que abrange outros aspectos como os processos estabelecidos com esse propósito, a composição das bases de informações necessárias à estimativa de custos, a formação e treinamento dos envolvidos no PDP, entre outros.

Para CROW (1997a), um efetivo gerenciamento dos custos do ciclo de vida do produto requer a aplicação do *DESIGN TO COST - DTC*, que consiste dos seguintes elementos:

- Compreensão, pelos participantes do processo de desenvolvimento, das capacidades financeiras do consumidor ou dos requisitos de preço impostos pelo mercado;
- Alocação ou desdobramento de custos alvo em nível de conjuntos e componentes, onde podem ser efetivamente gerenciados;
- Comprometimento do pessoal de desenvolvimento com as metas de orçamento e custos alvo;
- Estabelecimento e gerenciamento de outros requisitos em balanço com as metas de custo alvo;
- Compreensão dos direcionadores de custos no estabelecimento das especificações técnicas e na atenção à redução de custos (direcionadores de custos representam os atributos do produto para os quais o consumidor, cliente, mercado ou negócio atribui maior importância, maior VALOR);

- Adoção de modelos de custeio do ciclo de vida do produto para estimar custos nas primeiras etapas do desenvolvimento dando suporte à tomada de decisões;
- Fazer de “custos” um parâmetro de projeto, apropriadamente cuidado e balanceado com outros parâmetros;
- Exploração criativa de conceitos e alternativas de projeto como base do desenvolvimento de projetos mais rentáveis;
- Acesso a dados de custos para suportar e potencializar as decisões dos times de desenvolvimento;
- Utilização de Análise de Valor (ou Análise de Função e conceitos derivados) para entender as funções essenciais do produto e identificar aquelas com alto custo relativo por função visando redução de custos;
- Aplicação dos princípios de *DFM – Design For Manufacturing* como uma outra chave para a redução de custos;
- Utilização de sistemas/métodos de contabilidade efetivos, por exemplo *ABC – Activity-Based Costing*, para fornecer dados de custos realmente úteis;
- Consistência entre os sistemas de contabilidade de custos e os modelos de custeio dos produtos, assim como uma validação periódica destes modelos, e
- Melhoria contínua dos produtos ao longo do tempo através da aplicação freqüente do conceito de Engenharia do Valor.

Observa-se nas recomendações acima uma preocupação que transcende a simples adoção de um modelo de custeio do ciclo de vida do produto. Calcular esse custo é apenas parte de um processo bem maior e complexo de gestão.

Além disso, dentro do processo chamado de “*Design-to Life Cycle Cost*” por STERLING (2001), os métodos de estimativa ou custeio dos produtos, segundo ele, nem sempre são eficazes nas primeiras fases do seu desenvolvimento. Uma observação importante feita pelo autor é a de que os modelos de CCV existentes hoje são todos “gerenciadores de bancos de dados” com maior ou menor capacidade para importar, modificar, analisar, integrar e gerenciar uma grande quantidade de dados que vão

compor relatórios com informações a serem utilizadas durante o desenvolvimento de produtos e a tomada de decisão.

Segundo SOUZA *et al.* (2000), após realizar pesquisa com empresas de produção sob encomenda, o fator “experiência dos estimadores de custos” apresenta grande relevância no processo de estimativa de custos e formação de preços, uma vez que tende a suprir as deficiências das ferramentas computacionais adotadas. Assim, o grau de precisão da estimativa de custos estaria, segundo os autores, diretamente relacionado como o julgamento dos estimadores.

Para reforçar a idéia de que não basta a adoção de modelos de custeio dos CCV, RUSH e ROY (2001) observam ainda que o conhecimento necessário para se elaborar um modelo de custeio é complexo e suas fontes são muito variadas dentro do ambiente de Engenharia Simultânea (figura 3.10). Segundo os autores, as pessoas constantemente aplicam uma combinação de lógica, senso comum, formação, experiência e julgamento para que seja produzida uma estimativa de custos relevante do ponto de vista de precisão e tempo. Trata-se da aplicação de uma série de conhecimentos tácitos, difíceis de serem captados por não-especialistas.

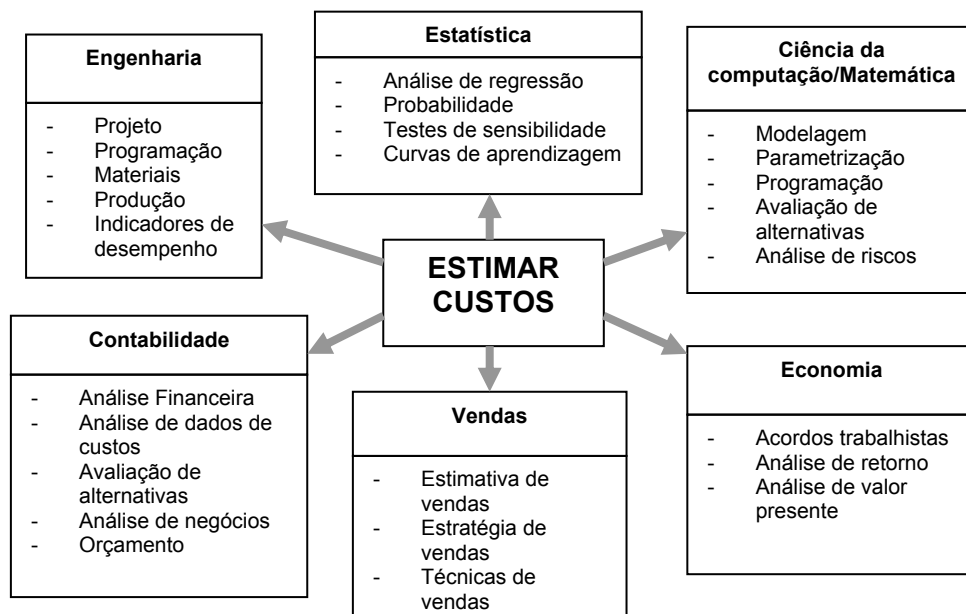


Fig. 3.10 – Habilidades e conhecimentos necessários à estimativa de custos (Fonte: RUSH e ROY, 2001).

Assim, conclui-se que estimar custos, principalmente nas primeiras etapas do PDP é essencial para a manutenção da competitividade da empresa. Por outro lado, a Estimativa de Custos não basta. Ideal seria a existência de um modelo de Gestão dos Custos do Ciclo de Vida do produto capaz de lidar com os mais diversos fatores relacionados a essa questão, como a definição das atividades e tarefas a serem desempenhadas na gestão dos CCV, as competências e capacidades pessoais e dos times de projeto a serem desenvolvidas, as bases de informações a serem construídas e os conceitos, métodos e ferramentas a serem utilizados.

Todos esses fatores citados acima, combinados, comporiam uma estrutura capaz de propiciar a real gestão dos custos do ciclo de vida do produto durante todo o seu desenvolvimento, a qual deveria ser incorporado ao próprio PDP. Uma experiência de elaboração e implantação de um “Modelo de Gestão dos CCV” será tratada com detalhes no próximo capítulo.

3.5 A Importância dos Sistemas de Informações Contábeis Para o PDP

Para PADOVEZE (1998), a ciência contábil traduz-se naturalmente dentro de um sistema de informação já que a própria contabilidade nasceu sob a arquitetura de um sistema informacional. Para o autor, o sistema de informações contábeis é um dos importantes sistemas de informação dentro da empresa e nele se encontram diversos subsistemas. Dentre eles, o subsistema de custos tem como objetivo principal apurar os custos unitários dos produtos fabricados pela empresa, além de outros objetos de custos como, por exemplo, o custo das atividades. Esse subsistema deve então providenciar informações para tomada de decisão, entre outras, sobre:

- Custo unitário dos produtos e atividades;
- Análise de custos;
- Análise de rentabilidade de produtos;
- Acompanhamento de preços de venda formados e praticados;
- Custo-padrão e análise das variações;
- Acompanhamento das variações de preços e insumos etc.

Certamente muitas dessas informações são de relevante interesse no momento de se desenvolver um produto novo ou de modificar um já existente. Um sistema de informações contábeis deve ser naturalmente capaz de registrar o número de horas utilizada em projeto e fabricação de determinado produto, o custo de componentes e serviços, a posição de estoques de conjuntos e peças, os custos de distribuição e de manutenção, enfim, uma série de informações que podem ser úteis e necessárias às equipes de desenvolvimento.

BARBOSA e TACHIBANA (1999), no entanto, afirmam que as informações fornecidas pelas práticas contábeis tradicionais não consideram aspectos relevantes do custeio de produtos, pois utilizam técnicas onde a arbitrariedade predomina, o que inibiria a capacidade da tomada de decisões lógicas e consistentes. Propõem um método para a gestão estratégica de custos que abriga 4 etapas: a identificação das atividades relevantes na cadeia de valor da empresa; o levantamento dos fatores que direcionam os custos em cada uma dessas atividades; aplicação do conceito *ABC - Activity Based Costing* (Custeio Baseado em Atividades) e o desenvolvimento de um sistema de informações de apoio à tomada de decisão.

De acordo com FACCI e MORIBE (2003), o que se observa é uma subutilização das capacidades dos Sistemas de Informações Contábeis – SIC. Conforme os autores, os SIC, em muitos casos, não atingem completamente sua finalidade, qual seja, a de otimizar o gerenciamento da empresa pelo conveniente tratamento e uso das informações processadas, o que afeta de várias maneiras o desempenho organizacional e interfere na competitividade da empresa. Os autores assinalam, ainda, algumas possíveis causas para o surgimento deste quadro, tais como a ênfase na contabilidade financeira em detrimento de informações não-financeiras; a falta de entendimento conceitual necessário, por parte dos gestores dos Sistemas de Informações Gerenciais das empresas, para identificar o potencial informativo característico de um SIC; e a impossibilidade de transmissão das informações necessárias a seus diversos usuários pela falta de percepção, por parte de muitos profissionais de contabilidade, da importância do plano de contas (representação contábil de como são organizadas e armazenadas as informações) da empresa em termos de complexidade e abrangência, o

que traz implicações negativas no planejamento, adequabilidade, flexibilidade e velocidade na geração de relatórios dele derivados.

Para COOPER e SLAGMULDER (2003), o predomínio da contabilidade financeira sobre a gerencial durante a maior parte do século 20 levou a uma atrofia das práticas de gestão de custos. Para os autores, os sistemas de custos tradicionais, em particular, estão reduzidos aos limites da fábrica e são usados para determinar somente o custo do produto (custo de fabricação). Outros possíveis geradores de custos, como fornecedores e clientes, são ignorados, e os custos a eles associados são tratados como custos indiretos gerais e arbitrariamente atribuídos aos produtos, ou então como despesas do exercício e lançados diretamente no demonstrativo de resultados da empresa.

Ainda segundo COOPER e SLAGMULDER (2003), o problema dessa abordagem é que os custos que estão além da fabricação não podem ser administrados com eficácia, pois são mascarados pela forma como são tratados pelos sistemas de custos tradicionais das empresas. Em sua visão, *ABC – Activity Based Costing* é um método de custeio que aparece como alternativa para alocação de custos aos produtos com maior eficiência, pois permite distribuí-los de forma causal para uma ampla faixa de geradores de custos, incluindo produtos, fornecedores e clientes.

Em pesquisa realizada com 32 empresas componentes do ranking “500 Melhores e Maiores”, publicado anualmente pela revista EXAME, SANTOS e NININ (2000) puderam constatar que o *ABC* foi o método de custeio considerado por 36,14% dos entrevistados como o mais adequado em decisões empresariais, algumas relacionadas ao Produto, seguido pelo Custeio Direto (29,21%) e pelo Custeio por Absorção (24,75%).

Ainda sobre o *ABC*, ABERNETHY *et al.* (2001) realizaram pesquisa de campo para examinar as implicações da diversidade de produtos para a escolha de um sistema de custeio. Segundo os autores, embora esta diversidade seja um reconhecido antecedente para a adoção do *ABC*, foram encontradas evidências de que a escolha de um sistema de custeio é fortemente influenciada pela maneira como a tecnologia existente na empresa é utilizada para gerenciar tal diversificação. Assim, observaram que os sistemas de custeio possuem diversos graus de sofisticação possíveis e não são

fruto de uma simples escolha entre as alternativas discretas do *ABC* e outros sistemas tradicionais de custeio.

SAKURAI (1997) lembra que já em 1993 a Associação de Contadores do Japão nomeara uma comissão especial para estudar os sistemas de gerenciamento de custos no ambiente empresarial do final do milênio. Os resultados desses estudos, publicados em um relatório sob o título “Gerenciamento Integrado de Custos”, apresentaram as técnicas e filosofias que mais influenciaram a contabilidade gerencial japonesa na prática. O Gerenciamento Integrado de Custos (*ICM – Integrated Cost Management*) é definido como uma abordagem abrangente de toda a cadeia de valores para o gerenciamento estratégico de custos do produto, software e serviços. *ICM* cobre o ciclo inteiro de vida do produto, da pesquisa e desenvolvimento ao planejamento do produto, desenho, produção, promoção de vendas, distribuição física, operação, manutenção e descarte.

Percebe-se nesse trabalho a presença de alguns conceitos já discutidos anteriormente tais como “cadeia de valor” e “ciclo de vida do produto”. Quando trata da evolução da contabilidade gerencial dos anos 60 aos 90, o autor cita ainda a adoção de outras técnicas como o *Target Costing* e Engenharia do Valor como elementos fundamentais nas práticas japonesas para gerenciamento de custos na última década. A presença de tais conceitos e técnicas em trabalhos da área contábil não tem sido comum, particularmente no Brasil, o que demonstra um certo distanciamento entre duas especialidades importantes para as empresas: Engenharia e Contabilidade. Este distanciamento pode ser um fator importante para o aprofundamento das citadas deficiências dos sistemas contábeis de gestão de custos.

Segundo ROCHA (1999), a otimização do grau de eficácia de todo processo administrativo (inclua-se a Gestão do PDP) depende de um adequado suporte do sistema de informação. No entanto, o modelo conceitual tradicional da maioria dos sistemas de informação gerencial não é, na visão do autor, suficiente, pois estes geralmente se concentram apenas na busca do equilíbrio estacionário das organizações. Ainda conforme ROCHA (1999), até aquele momento, não se encontrava na literatura da área contábil constatação ou proposta de um modelo conceitual de sistema de informação específico para dar apoio ao processo de análise estratégica de custos.

RABINO (2001), por sua vez, reconhece a pouca participação dos profissionais de contabilidade no Processo de Desenvolvimento do Produto. Após pesquisa realizada com montadoras do ramo automotivo, americanas e japonesas, e, após considerar os diferentes tipos de sistemas contábeis utilizados, o autor conclui que a participação de profissionais da área contábil nos times de desenvolvimento de produto, especialmente aqueles familiarizados com o estudo e aplicação de sistemas de custeio, pode representar considerável melhoria do PDP, contribuindo na consecução dos objetivos de rentabilidade de determinado projeto, sem comprometimento da qualidade e de outros atributos importantes.

Assim, muitos outros trabalhos, especialmente aqueles voltados para os estudiosos de contabilidade, fazem uma extensa descrição dos inúmeros métodos de custeio, desde os mais tradicionais como o Custeio por Absorção, passando pelo Custeio Variável e o Custeio *ABC*, até abordagens mais recentes como a Teoria das Restrições. A literatura é farta neste assunto. O que se pode afirmar, no entanto, é que a escolha do método, aliada à utilização de conceitos como os que foram citados neste trabalho, certamente definirão o risco assumido ao se tomar uma decisão, especialmente durante o processo de desenvolvimento do produto.

Para CROW (1997a), à medida que um projeto avança, são necessárias ferramentas, métodos e modelos de custeio diferentes capazes de auxiliar na previsão dos custos do produto de acordo com a maior ou menor disposição de informações em cada etapa do PDP. Ao final, quando os produtos entram em fabricação, os sistemas contábeis promovem a coleta dos custos incorridos, por produto, conjunto, peça ou operação, além de outras, provenientes das áreas de suporte ao cliente, manutenção etc., e devem retroalimentar o PDP. A figura 3.11 exprime esse raciocínio.

Por esse motivo, ainda de acordo com CROW (1997a), todas as ferramentas, métodos e modelos de custeio utilizados ao longo do PDP devem guardar consistência com o sistema contábil utilizado para dele receberem informações. Além disso, devem ser estabelecidos procedimentos que permitam periodicamente validar os modelos de custeio utilizados através da comparação dos custos estimados, frutos desses modelos, com os custos reais apurados pelos sistemas de informação contábil.



Fig. 3.11 – Sistemas Contábeis e as informações para o PDP. (Adaptado de CROW, 1997a).

Em relação aos sistemas de informação e de controle da área de Engenharia, especialmente a de Produção, tradicionalmente proliferaram-se nas empresas sistemas incompatíveis em termos de troca de dados, como *CAD – Computer Aided Design*, *MRP – Material Requirements Planning* e *MRP II – Manufacturing Resources Planning*, os quais armazenavam informações vitais, sem mecanismos de busca e acesso a elas ou de transferência entre sistemas. Estas deficiências trazem dificuldades adicionais à produção, o que leva a prazos de entrega maiores, comprometimento da qualidade de produtos e serviços e aumento de custos.

Nesse aspecto, o da consistência entre as informações fornecidas e recebidas pelos sistemas de informação, há que se registrar a importância crescente dos sistemas *ERP – Enterprise Resource Planning*, termo genérico para o conjunto de atividades executadas por um software multi-modular com o objetivo de auxiliar o gestor de uma empresa nas importantes fases de seu negócio, incluindo desenvolvimento de produto, compra de itens, manutenção de inventários, interação com fornecedores, serviços a clientes e acompanhamento de ordens de produção. *ERP* traz uma arquitetura de software que facilita o fluxo de informações entre todas as atividades da empresa como fabricação, logística, finanças e recursos humanos. É um sistema amplo de soluções e informações, um banco de dados único, operando em uma

plataforma comum que interage com um conjunto integrado de aplicações, consolidando todas as operações do negócio em um simples ambiente computacional.

Segundo ROZENFELD e ZANCUL (2000), no entanto, o processo de desenvolvimento de produtos não tem sido considerado na implantação de sistemas *ERP*. Ainda assim, com o aumento da abrangência das funcionalidades desses sistemas e com a consolidação de seu papel de espinha-dorsal dos sistemas de informação das organizações, muitas empresas passam a considerar a utilização dos *ERPs* para apoiar as atividades e gerenciar as informações do desenvolvimento de produtos. Os autores procuram identificar as funcionalidades de um sistema *ERP* que podem ser utilizadas para apoiar as atividades de um processo de desenvolvimento de produtos. Segundo eles, um dos benefícios da antecipação da criação dos dados no *ERP* é a possibilidade de utilização de outras funcionalidades como, por exemplo, o apoio à cotação de itens e as estimativas de custo de produto.

Aplicações de outros conceitos tentam diminuir as dificuldades inerentes a um processo complexo como o desenvolvimento de produtos e serviços, que se compõe de atividades de conceituação, planejamento, projeto, produção, entrega, suporte ao cliente e descarte, e que naturalmente congrega muitas pessoas, operando em diversos departamentos, comumente de diferentes empresas, muitas vezes localizadas em locais e países espalhados pelo mundo. Um desses conceitos é conhecido por *PLM – Product Life-Cycle Management*. Trata-se de uma tentativa de gerenciar todas as informações relativas às atividades acima mencionadas, presentes não apenas nos processos da empresa, mas de todos os envolvidos na cadeia de suprimentos.

3.6 – Considerações Finais sobre Gestão dos CCV

Concluindo, pode-se dizer que a Gestão dos Custos do Ciclo de Vida do produto envolve diversas atividades, de diferentes áreas da empresa. A Gestão dos CCV depende de Marketing, que dita os limites de preços e as características funcionais para que o produto tenha aceitação no mercado. A Engenharia é responsável pela adoção de soluções técnicas capazes de permitir a fabricação, operação, manutenção e descarte do produto dentro dos limites de custos (e de preços) possíveis para que a empresa obtenha

o retorno econômico e financeiro planejado, estimando o custo de cada uma dessas soluções através de modelos convenientemente adotados em função da disponibilidade de informações verificada em cada etapa do PDP. Finanças deve ser capaz de gerenciar os recursos disponíveis e necessários para que o projeto se desenrole no prazo e condições técnicas estipulados. Contabilidade deve fornecer informações sobre custos, informações tão realistas e rápidas quanto possível, capazes de permitir as melhores decisões técnicas por parte da Engenharia. Da mesma forma, outros setores como Manufatura, Suporte ao Cliente, Suprimentos etc. devem participar, senão diretamente, dando as condições necessárias para que as equipes de desenvolvimento do produto tomem decisões em relação aos CCV com o menor grau de incerteza possível. Gerir os Custos do Ciclo de Vida do produto é, portanto, conciliar diversos interesses, da empresa, do mercado, da sociedade etc., com base em informações as mais diversas, e muitas vezes dispersas, de modo a obter o menor CCV alcançável, com o menor grau de incerteza possível, sem comprometer outros atributos importantes do produto como qualidade, desempenho etc.

O capítulo 4 traz a descrição da experiência de desenvolvimento de uma estrutura de responsabilidades, tarefas e informações destinada a propiciar a Gestão dos CCV do produto, de acordo com o que as pessoas envolvidas no PDP entendem como condições necessárias para a sua composição e funcionamento. Trata-se da construção de um Modelo de Gestão dos CCV a partir de impressões dos próprios envolvidos no PDP, mediante a aplicação de Pesquisa-Ação em empresa com forte vocação para desenvolvimento de produtos complexos e de elevado conteúdo tecnológico.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Sobre a Organização da Pesquisa de Campo

Como já mencionado no capítulo 1, a pesquisa nasceu de interesses mútuos da empresa investigada e do pesquisador. Para seu início, no entanto, uma série de requisitos tiveram de ser cumpridos, o que denota uma forte organização da EMBRAER na definição, formalização e condução de seus projetos.

Para possibilitar o melhor desenvolvimento e gestão dos Projetos de Desenvolvimento Tecnológico, a EMBRAER adota uma estrutura baseada em método contido no *Project Management Book of Knowledge*, editado pelo *Project Management Institute – PMI* (ver <http://www.pmi.org>). De acordo com a estrutura adotada, as atividades de um Projeto são agrupadas em quatro etapas distintas: Concepção, Planejamento, Execução, Controle e Fechamento. A seguir são descritas estas etapas:

4.1.1 Concepção

A etapa de Concepção inicia-se com a proposição de um Projeto de Desenvolvimento Tecnológico e conclui-se com a Proposta de Projeto (*Project Charter* – formulário modelo). Nesta etapa são preliminarmente identificadas as necessidades e possibilidades por indivíduos, times, programas ou áreas funcionais e encaminhadas a um Gestor/Patrocinador, que tem a responsabilidade de avaliar o mérito da proposta e, caso seja de interesse, indicar um Líder e uma Equipe Multifuncional para dar prosseguimento aos estudos de viabilidade do projeto.

Concluídos estes estudos e confirmada a viabilidade e o interesse na proposição inicial, é formulada a Proposta de Projeto. Esta Proposta de Projeto identifica o Escopo do projeto ou da pesquisa, os recursos necessários, os riscos, o tempo e os custos estimados para sua consecução, o pessoal envolvido etc., e é apresentada a um Grupo de pessoas, das diversas áreas envolvidas e interessadas, com vistas à sua aprovação.

4.1.2 Planejamento

A etapa de Planejamento do Projeto visa discutir com maior profundidade as premissas estabelecidas na Proposta inicial (objetivos, justificativa, hipóteses, restrições) e detalhar os itens referentes ao planejamento das atividades com os futuros responsáveis. Estes responsáveis são os prováveis componentes da equipe ou Grupo de Apoio já mencionado.

Por se tratar de pesquisa participativa (Pesquisa-Ação), com grupo de pessoas composto por elementos da empresa e de fora dela, foi muito importante a análise crítica mais detalhada da Proposta, já aprovada, pois ela propiciou maior integração entre os componentes do grupo, criando e fortalecendo canais de comunicação entre eles, internos e externos, além de garantir o entendimento sobre o trabalho a ser desenvolvido, de que forma e quais os resultados esperados. Também se minimizou a possibilidade de incompatibilidades de interesses, além de se estabelecerem compromissos e responsabilidades individuais. Da etapa de planejamento resultaram, após diversas reuniões, as seguintes diretrizes:

a) Informações Iniciais:

- Proposta de Projeto aprovada, que definiu os limites iniciais do projeto em termos de objetivos, prazo, horas e pessoas disponíveis.
- Confirmação do Gestor/Patrocinador do Projeto, do Coordenador do Grupo de Apoio e o Responsável pela parte metodológica da pesquisa.
- Áreas envolvidas (interessados ou *Stackholders*) no desenvolvimento do Projeto, que depois serviriam de parâmetro para a definição dos entrevistados.

b) Time do Projeto:

Definição dos nomes dos componentes da equipe, internos e externos, e suas respectivas atribuições, responsabilidades e limites de ação.

c) Validação (Aprovação) do Escopo:

A definição desta diretriz tomou a maior parte do tempo gasto no Planejamento. Tendo em vista que eram inúmeras as possibilidades de encaminhar o projeto sem fugir do escopo inicialmente proposto, foram feitas diversas reuniões até que o grupo chegasse a um consenso. As dificuldades se deram principalmente em função da necessidade de realizar o trabalho sem afetar outros projetos existentes que tinham o mesmo tema (a Gestão de Custos) mas voltados para outras áreas não envolvidas em questões eminentemente técnicas de engenharia. Lembremo-nos que o tema “Gestão de Custos” pode denotar um caráter especificamente financeiro (orçamento e caixa), diferente da Gestão dos Custos do Ciclo de Vida do Produto, que era, enfim, o trabalho proposto. De toda forma, houve um longo trabalho de convencimento da Direção da empresa por parte de toda a Equipe no sentido de mostrar que informações sigilosas relativas à área financeira não eram de forma alguma o alvo do trabalho de pesquisa e que não seriam, portanto, divulgadas e até mesmo acessadas.

Outro complicador importante foram os atentados terroristas de 11 de Setembro de 2001 nos Estados Unidos. Basta lembrar que os primeiros contatos foram feitos com a empresa em meados de 2001. Como se sabe, todas as empresas ligadas ao setor aeronáutico foram seriamente impactadas por aqueles acontecimentos. Houve desvalorização das ações dessas companhias, cancelamento de contratos e demissões. Por esse motivo alguns dos projetos em andamento foram suspensos temporariamente até que a situação voltasse à normalidade. Somente em Fevereiro de 2002 o projeto foi retomado e confirmado de fato. As entrevistas foram iniciadas em meados de 2002 e concluídas em outubro, com apresentação de resultados em novembro de 2002.

d) Planejamento detalhado

Definidos o escopo da pesquisa, os integrantes do Grupo de Apoio, suas atribuições e responsabilidades e o prazo previsto, passou-se ao detalhamento das atividades operacionais da pesquisa, o que permitiu um bom controle dos prazos para os objetivos propostos. Basicamente foram definidas as pessoas a serem entrevistadas, os instrumentos de coleta e análise das informações obtidas, a frequência e a pauta das

futuras reuniões, além da forma de divulgação e apresentação de resultados. No APÊNDICE III encontram-se o cronograma da pesquisa e a definição das tarefas e serem executadas, elaborados com o auxílio de uma *WBS (Work Breakdown Structure)*.

4.1.3 Execução, Controle e Fechamento da Pesquisa

Os Projetos de Desenvolvimento Tecnológico da EMBRAER exigem um grande controle do seu andamento. Para tanto foram realizadas ao longo do Projeto reuniões que possuíam ao mesmo tempo caráter Técnico e de Planejamento de Gestão. Técnico porque se discutiram e se divulgaram resultados parciais das entrevistas, registraram-se as alternativas e oportunidades, comparou-se o avanço alcançado com o que havia sido planejado, algumas vezes com adoção de medidas corretivas, e reavaliou-se o alcance dos objetivos propostos. Também eram reuniões de Planejamento e Gestão porque se identificaram as áreas de riscos do Projeto e tomaram-se medidas para diminuí-los, discutiu-se o tempo dedicado ao Projeto e fez-se o acompanhamento do cronograma proposto. Tudo registrado em atas de reuniões.

Outro fator importante foram as chamadas “visibilidades”. Vários meios de comunicação foram utilizados para a divulgação e busca de participação dos vários setores da empresa, tais como *e-mails*, reuniões individuais e coletivas e até a utilização de página na *Internet* para troca de informações, disponibilização de artigos etc. O propósito foi o de criar um clima favorável ao desenvolvimento da pesquisa ao mesmo tempo em que já se procurava criar uma “cultura” ou uma atenção para o tema, ou seja, a Gestão dos Custos do Ciclo de Vida do Produto no âmbito do Processo de Desenvolvimento do Produto na EMBRAER.

O Fechamento, parcial para a empresa, pois a implementação do modelo de Gestão proposto ao final da pesquisa deve prosseguir, foi feito através de relatório apresentado em seminário ao conjunto dos entrevistados, dos representantes das áreas envolvidas e dos componentes de toda a equipe de pesquisa (Grupo de Pesquisa, Grupo de Apoio e Coordenadores). A pesquisa descrita nesta tese acompanhou o Projeto até o item 1.2.7 de sua estrutura, vista no APÊNDICE III.

4.2 Caracterização da Empresa

A criação do CTA – Centro Tecnológico da Aeronáutica pelo então Maer - Ministério da Aeronáutica Brasileira em 1945 e de seu primeiro instituto, o ITA – Instituto Tecnológico da Aeronáutica, foi um marco decisivo para o início da indústria aeronáutica no Brasil. O ITA foi viabilizado através de contrato de cooperação com o MIT – *Massachusetts Institute of Technology* e sinalizava a forte intenção do Brasil de formar profissionais capacitados para a criação e absorção de tecnologia aeronáutica, além de dar condições para que aqui se realizassem pesquisas, se desenvolvessem fornecedores e outras atividades aeroespaciais.

Apoiada no desenvolvimento aeroespacial e bélico da região de São José dos Campos/SP, onde se localiza o CTA, foi fundada em 1970 a EMBRAER, Sociedade de Economia Mista de capital aberto e controlada pelo Maer – Ministério da Aeronáutica, focada no investimento em algumas tecnologias consideradas chaves para a sua estratégia de manufatura e na aposta de conquistar nichos do mercado brasileiro e internacional de transporte aéreo regional.

Os dois produtos que garantiram à EMBRAER participação importante nos mercados foram o EMB – 110 Bandeirante, para 19 passageiros, e o EMB 120 Brasília, de 30 lugares. Há que se ressaltar nessa trajetória de sucesso o forte investimento estatal, seja no fomento da pesquisa, na concessão de incentivos fiscais ou de outras políticas governamentais (SANTIAGO, 2002).

No final da década de 80 e até meados da década de 90, toda a região de São José dos Campos passa por séria crise devida a problemas políticos e econômicos de caráter nacional. Muitas empresas do setor aeroespacial e bélico encerram suas atividades e houve problemas de fornecimento e demissões em grande escala. Com o desequilíbrio das finanças públicas os investimentos na EMBRAER, que eram até então 80% advindos do Estado, diminuíram paulatinamente, levando não só a cortes nos orçamentos destinados a Pesquisa e Desenvolvimento e a financiamentos de vendas, com conseqüente perda de competitividade, como a uma drástica diminuição das compras de aviões por parte do próprio governo brasileiro. No plano interno à empresa houve agravantes como a execução de grandes projetos sem a estrutura financeira

necessária, o que a levaria a recorrer a bancos e instituições privadas com pagamento de juros a taxas mais elevadas, falta de cuidados com as condições de mercado e das necessidades de clientes potenciais e ausência de uma consciência de custos na gestão empresarial, esta voltada muito mais para as questões de desempenho técnico das aeronaves, que para resultados financeiros (BERNARDES, 2000).

Esse quadro de instabilidade econômico-financeira e de incertezas levou à privatização da EMBRAER em dezembro de 1994, vendida a um consórcio de investidores composto por empresas, fundações e fundos de pensão. Com novos investimentos e diretrizes voltadas para a administração de resultados, foco no mercado e no cliente, com especial atenção para os fornecedores, nova estratégia de mercado, reestruturação organizacional e produtiva e prioridade para o programa ERJ 145 (avião regional de 50 lugares), a EMBRAER conseguiu reverter uma situação de iminente falência tornando-se o 4º maior produtor de aeronaves do Ocidente e o líder em jatos regionais em 1998. Os contratos firmados durante a Feira Internacional de Le Bourget de 1997, em Paris, representaram um recorde de vendas até então e consolidaram a EMBRAER como empresa líder em volume de exportações no Brasil.

4.3 Os Produtos EMBRAER

4.3.1 O Mercado de Aviões

O mercado de aviões divide-se em dois grandes grupos: O Militar e o Civil, com características de desenvolvimento, de construção e até mesmo comerciais bastante diferenciadas. Os aviões de uso militar normalmente nascem de especificações do comprador, que define suas características técnicas, e os custos do produto são uma decorrência de tais especificações. Ao contrário, na aviação civil as especificações técnicas da aeronave são definidas em conjunto com os clientes e parceiros. Como a concorrência também adota práticas semelhantes, já que o mercado é comum, existe uma maior oferta de produtos similares no mercado.

Essas peculiaridades contribuem para que os processos de desenvolvimento dos aviões para as aplicações civil e militar sejam diferentes, embora realizados pela mesma empresa.

Embora o conceito de Custo do Ciclo de Vida tenha se desenvolvido inicialmente nos Departamentos de Defesa de alguns países desenvolvidos, portanto na área militar, principalmente dos Estados Unidos da América, percebeu-se que a sua aplicação na EMBRAER teria maior repercussão se feita em relação ao desenvolvimento de produtos destinados à aviação civil (A EMBRAER praticamente acabara de estruturar seu Modelo de Desenvolvimento para este nicho de produtos).

Dessa forma, deste ponto em diante, todas as informações e conclusões apresentadas referem-se aos produtos destinados ao mercado de transporte de passageiros, o qual se divide em quatro faixas:

- Aeronaves de grande porte para transporte de carga e passageiros – acima de 120 lugares, liderado pela BOING e pelo consórcio europeu AIRBUS.
- Aeronaves de médio porte – de 10 a 120 lugares – também denominadas *commuters* e destinadas a viagens de curta ou média distâncias. Neste segmento concorre a EMBRAER.
- Aeronaves de pequeno porte – para uso exclusivo, na agricultura e nos esportes.
- Aeronaves para uso corporativo – não possui fins comerciais e destina-se ao transporte de executivos e clientes de empresas. Caracteriza-se pela velocidade e conforto. A EMBRAER também atua neste mercado.

Dentro do segmento de Aeronaves de médio porte, o ERJ 145, como foi visto, teve papel decisivo na recuperação econômico-financeira da empresa. Posteriormente surgiram outros programas importantes em 1997 e 1998 com o desenvolvimento do ERJ 135 e do ERJ 140, para 37 e 44 passageiros respectivamente, e

em 1999 o início do desenvolvimento da nova família de jatos regionais, o ERJ 170, o ERJ 190 e o ERJ 200, para 70, 98 e 108 passageiros, respectivamente. No ano 2000 a EMBRAER assinou contratos da ordem de US\$ 4,9 bilhões para fornecimento de aeronaves do programa ERJ 170/190, o que representou o maior negócio da sua história. O ERJ 170 teve seu vôo inaugural em 2002, o que representou um tempo recorde de desenvolvimento de 4 anos.

4.3.2 Custos do Ciclo de Vida na Aviação Civil

Os custos na aviação civil, como em qualquer outro setor da economia, são resultantes da combinação de particularidades organizacionais da empresa fabricante da aeronave e da operadora, das peculiaridades do mercado de atuação e, obviamente, do próprio produto, ou seja, se suas características físicas e operacionais (consumo, complexidade etc.). O Custo Operacional Total de uma aeronave pode ser dividido em duas partes:

- a) **Custo Operacional Indireto**, composto dos custos fixos da companhia rateados pelos vôos efetuados em determinado período. O Custo Operacional Indireto ocorre independentemente, dentro de certos limites, do número de vôos ou de aviões da companhia operadora. É o custo de toda a estrutura de apoio necessária à operação da aeronave e que é fixo em determinado período, mas variável por vôo, ou seja, é um custo tanto menor quanto maior o número de operações realizadas.
- b) **Custo Operacional Direto**, que está relacionado aos gastos efetuados diretamente em cada aeronave. Este custo se repete a cada vôo, como o custo com combustível, por exemplo.

De maneira geral, a literatura do setor de aviação, corroborada por informações colhidas na EMBRAER, aponta que os Custos Operacionais Diretos e Indiretos representam aproximadamente 70% e 30%, respectivamente, do total de Custos Operacionais. Ela aponta, ainda, que, do total de Custos Operacionais Diretos, tem-se:

- a) Custo de Propriedade: 40% a 50%. Este Custo está relacionado a *Leasing*, Financiamento, Depreciação, Seguro, Estoque Inicial de Peças de Reposição e abarca o custo de desenvolvimento rateado, o custo de manufatura, além de outras despesas e o lucro do fabricante.
- b) Custo de Manutenção: 15% a 20%. Refere-se à manutenção direta (executada pela própria operadora) e indireta (executada pelo fabricante ou por terceiros).
- c) Custo de Consumo de Combustível e Óleo: 15% a 20%.
- d) Custo de Tripulação: 5% a 10%.
- e) Taxas aeroportuárias: 3% a 5%.

Como ilustração dos percentuais citados acima, HEISEY (2002) apresenta para o Modelo Boeing 717-200, os seguintes valores (figura 4.1):

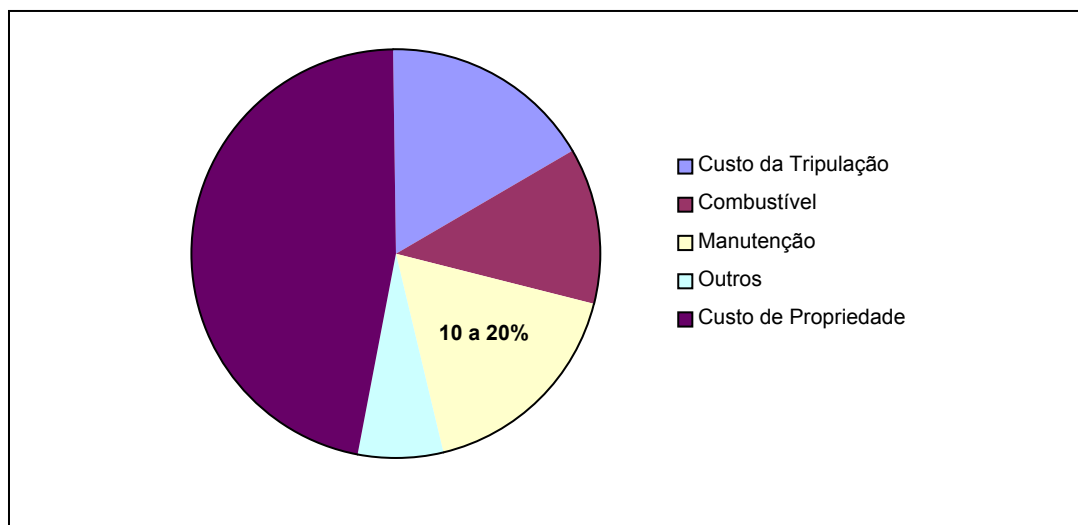


Fig. 4.1 – Composição dos Custos Operacionais Diretos para o Boeing 717-200 (Fonte: HEISEY, 2002.)

Vale notar que, do Custo Operacional Direto, que é parte do Custo do Ciclo de Vida da aeronave, os Custos de Propriedade (incluem fabricação), de Consumo (combustível e óleo), e de Manutenção estão diretamente relacionados às decisões de engenharia. Portanto, como já foi visto no capítulo 3, pode-se dizer que 70% a 90% desses custos dependem de escolhas entre diferentes alternativas de projeto.

Como foi dito, os percentuais apresentados são diferentes de produto para produto, já que dependem da combinação de um sem número de variáveis. No entanto, fica clara a relação entre a tomada de decisão do âmbito da Engenharia e o Custo do Ciclo de Vida do Produto.

4.4 O Desenvolvimento de Produtos na EMBRAER

Pode-se dizer que as preocupações da empresa com a estruturação do Processo de Desenvolvimento do Produto EMBRAER ficaram maiores a partir do avião ERJ 145, dada a importância do volume comercializado desse produto e das suas implicações nas relações com clientes, fornecedores e parceiros. Por esse motivo será apresentado o modelo de desenvolvimento do ERJ 145 como pano de fundo para o modelo de desenvolvimento do ERJ 170. Este foi o produto que, após a experiência adquirida com o ERJ 145, impulsionou a estruturação do DIP – Desenvolvimento Integrado de Produtos da EMBRAER, da maneira como hoje se apresenta.

4.4.1 O Desenvolvimento do Produto no Programa ERJ 145

Pelo que já se expôs até aqui, e conforme afirmam ainda YU *et al.* (2001a), o Programa ERJ 145 representou um divisor de águas na companhia ao fazer parte de um conjunto de grandes mudanças organizacionais culturais e de controle acionário. Em termos de Desenvolvimento de Produtos, a competitividade alcançada pelos produtos EMBRAER até hoje se deve em boa parte a ações que nasceram com o ERJ 145. Dentre elas citam os autores: a maior preocupação com os desejos do cliente; a implementação do conceito *Risk Sharing*, ou seja, o parceiro arca com os custos de desenvolvimento do segmento da aeronave sob sua responsabilidade e participa do seu retorno financeiro durante toda a fase de seriação; a utilização de *Mock Up* (maquete) eletrônico, para garantir o adequado encaminhamento e instalação de todos os sistemas do avião e a implementação da estrutura matricial na organização das equipes de engenharia.

ponto de vista de qualidade técnica (desempenho, estética, acabamento), mas muito caro para o mercado, passou-se, a partir do ERJ 145, a ter mais preocupação com as necessidades dos clientes e a formar parcerias no desenvolvimento e produção das aeronaves. Além dos ganhos de eficiência provenientes da maior especialização dos parceiros, os projetos passaram a ser financeiramente mais viáveis o que, na situação em que se encontrava a EMBRAER, era fundamental.

Com o envolvimento de terceiros, passou a ter grande importância a integração de tarefas em todo o processo de desenvolvimento do produto. Foram formadas as chamadas EIPs (Equipes Integradas de Projeto) que tinham como preocupação principal a integração, além do aspecto “simultaneidade” da Engenharia Simultânea.

Com o ERJ 145 surgiram também os *Advisory Boards*, que nada mais eram que reuniões com clientes para consultar-lhes a respeito de suas necessidades. Elas foram importantíssimas na busca de competitividade.

No ERJ 145 nasceu, ainda que não implementada de maneira completa, a *Joint Definition Phase – JDP*. É a etapa do desenvolvimento em que são detalhadas as exigências e características de desempenho, físicas e funcionais de cada um dos sistemas do avião, e é importante para a formalização dos contratos de parcerias. Neste Programa as definições não eram ainda feitas em conjunto com os parceiros, o que viria a acontecer com o ERJ 170.

A homologação das aeronaves é feita por órgãos homologadores internacionais de modo a garantir a sua segurança dentro dos padrões adotados. Ela é feita desde o início, pois a partir do momento em que se decide projetar e construir uma aeronave os requisitos são “congelados” e os prazos definidos. Se o projeto não for concluído nos prazos definidos os requisitos passam a ser atualizados e os custos de projeto sobem vertiginosamente, o que reforça ainda mais a importante relação entre a gestão do PDP e os custos do produto. Ressalte-se que sempre que novas configurações são geradas para atender aos clientes, novas homologações são necessárias em diversos países.

Com as EIP's, a transição Projeto-Manufatura deu-se de forma tranquila devido à incorporação dos conceitos da Engenharia Simultânea, ou seja, o

desenvolvimento dos processos de manufatura fez parte do próprio processo de desenvolvimento do produto. O sucesso do ERJ 145 neste ponto permitiu propor melhorias para o Programa seguinte, o ERJ 170/190, que traria a utilização de novas técnicas de simulação de processos, com a antecipação de problemas e a dispensa de protótipos.

4.4.2 Avanços do Desenvolvimento do Produto no Programa ERJ 170

O desenvolvimento do ERJ 170 contou com uma evolução do Processo de Desenvolvimento de Produtos na EMBRAER em relação ao ERJ 145 e constituiu-se de quatro fases, conforme mostra a figura 4.3.

A primeira fase, de Estudos Preliminares, já prevista no Programa anterior mas não totalmente implementada, é marcada por uma forte atuação da área funcional de Marketing da empresa. A Diretoria de Inteligência de Marketing, assim denominada desde a sua criação em 1998, é dividida em dois segmentos: o de produto e o de mercado, com funções distintas e bem definidas.

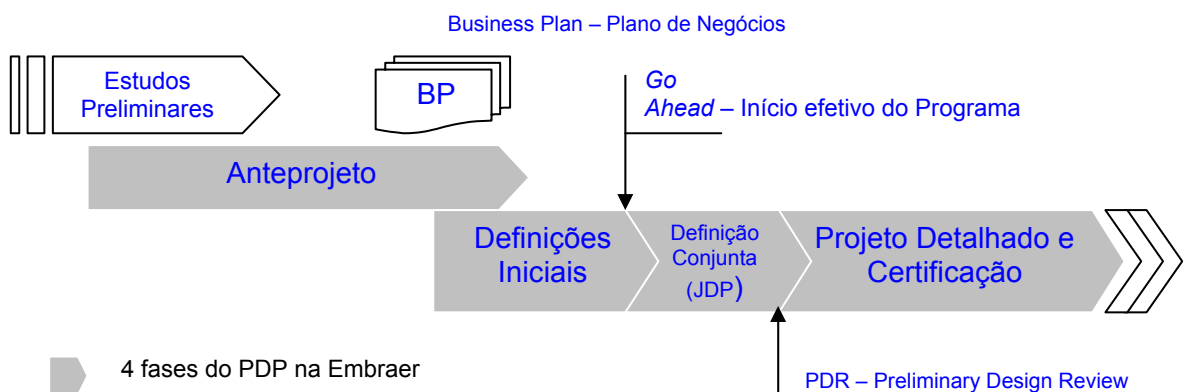


Fig. 4.3 – Fases do Desenvolvimento do ERJ 170

O segmento de produto preocupa-se com as questões técnicas relacionadas às necessidades mais imediatas dos clientes, à promoção e venda dos produtos e à viabilidade de operação nas rotas conhecidas. Já o segmento de mercado

possui preocupações de mais longo prazo e realiza constante monitoramento dos concorrentes, das tendências de mercado, das demandas em função de parâmetros macroeconômicos, além do acompanhamento, junto às operadoras, das políticas de manutenção das aeronaves e renovação das frotas e tudo mais que possa direcionar as estratégias da empresa. Sua atuação é fundamental para a elaboração do Plano de Negócios (*Business Plan - BP*) da EMBRAER.

O Anteprojeto continua sendo o responsável pela geração de idéias de produtos, o que é realizado por um grupo de engenheiros altamente qualificado e experiente, e que trabalha em conjunto com a Inteligência de Marketing. Nesta fase procura-se traduzir as necessidades de mercado avistadas anteriormente em soluções tecnicamente viáveis e financeiramente interessantes. Assim nasceu a idéia de uma aeronave de 70 lugares, ou seja, de uma lacuna verificada pela Inteligência de Marketing, e que se confirmou junto a várias companhias aéreas visitadas e através das quais procurou-se levantar as informações necessárias à concepção de um novo produto. Os *ABM – Advisory Board Meeting* (encontros com potenciais clientes) possibilitaram a incorporação de várias sugestões e o aprimoramento da proposta inicial apresentada. Ainda nesta fase iniciaram-se os contatos com fornecedores e parceiros para o novo projeto além dos primeiros estudos do *BP – Business Plan* para o Programa 170, assim chamado o Plano de Negócios na EMBRAER.

Na fase de Definições Iniciais são estipulados, a partir dos estudos do Anteprojeto, a configuração básica do produto e os requisitos de alto nível (mercado, cliente, órgãos reguladores, manufatura, suporte ao cliente etc.). Os resultados são o planejamento geral do Programa e as definições básicas do produto.

Encerrados o Conceito e o *BP*, após a aprovação (*GO Ahead*) do Programa pela Diretoria, inicia-se a próxima fase que é a de Definições Conjuntas (*JDP – Joint Definition Phase*), existente desde o ERJ 145. Como foi visto, nela são tomadas decisões conjuntas com os parceiros, detalhadas todas as exigências de cada segmento da aeronave e estabelecidos os respectivos contratos. Diferentemente do que ocorreu no ERJ 145, esta fase precede a Revisão Conjunta de Projeto (*PDR – Preliminary Design Review*). No ERJ 145 os parceiros receberam um projeto já definido ao invés de participarem de sua definição como no ERJ 170.

Dado o vulto deste novo Programa, para a *JDP* a empresa resolveu adotar a estratégia de co-localização dos parceiros, em um mesmo prédio especialmente preparado para isso. Foram aproximadamente 600 engenheiros (metade da EMBRAER) trabalhando juntos durante sete meses.

Após a *JDP* ficam definidas todas as especificações, conhecidas como “*specs*”, que devem ser seguidas por cada parceiro no detalhamento de seus segmentos (partes físicas do avião), e depois das quais qualquer modificação deve ser negociada. A partir de então vem a confecção da pré-série, já vendida e destinada também à homologação pelos Órgãos Oficiais de cada país.

Segundo YU *et al.* (2001b), a síntese das experiências e conhecimentos da EMBRAER na Gestão do Desenvolvimento de Produtos, desenvolvidos desde o ERJ 145, é representada pelo DIP – Desenvolvimento Integrado de Produtos. O DIP é o resultado da evolução do Processo de Desenvolvimento de Produtos na EMBRAER e tem sido disseminado aos seus funcionários através de palestras, cursos e manuais. A seguir, serão apresentados os principais conceitos e técnicas envolvidos no DIP.

4.5 Desenvolvimento Integrado de Produtos – DIP da EMBRAER.

Atualmente, como se pôde notar, um “Programa” EMBRAER, que é a execução de um determinado projeto em todos os seus aspectos técnico, financeiro, comercial etc., desde a sua concepção até a retirada do produto do mercado, é composto de 5 fases:

- Definições Iniciais do Programa
- Definição Conjunta (início efetivo da execução do Programa)
- Projeto Detalhado
- Seriação
- *Phase-out* (retirada do mercado)

Para que um Programa EMBRAER possa ser levado a cabo, foram definidos 10 processos empresariais, conforme a figura 4.4.



Fig. 4.4 – Processos Empresariais EMBRAER (fonte: ARAÚJO *et al.*, 2001).

Por ser o foco deste trabalho, tratar-se-á apenas do processo empresarial “Desenvolvimento Integrado de Produtos – DIP”. ARAÚJO *et al.* (2001), expuseram as razões e as dificuldades para se modelar um determinado processo, chegando mesmo a prescrever uma série de recomendações para empresas que se dispuserem a essa empreitada, fruto da experiência de modelagem do DIP que começou no início do ano 2000.

Durante a condução da Pesquisa-Ação realizada na EMBRAER pôde-se observar (e isto é até mesmo explícito, ao menos em alguns setores da empresa) que o DIP não se apoia apenas na detalhada definição de seus processos. Assim, embora o Desenvolvimento Integrado de Produtos na EMBRAER (DIP) seja tratado como um Processo Empresarial, este Processo também comporta outras dimensões que vão além da simples definição de uma seqüência de atividades. Como ARAÚJO *et al.* (2001) afirmam, “a empresa precisa de um ambiente propício (ambiente simultâneo), bem

como ferramentas, técnicas e metodologias de trabalho que suportam a execução do processo”. De fato, o DIP possui 4 dimensões (PROCESSOS, PLANEJAMENTO, ORGANIZAÇÃO E FERRAMENTAS) que, bem concatenadas, contribuíram para os bons resultados do ERJ 170 até o momento. Estas 4 dimensões são apresentadas na figura 4.5 e delas podem ser destacadas as seguintes características:

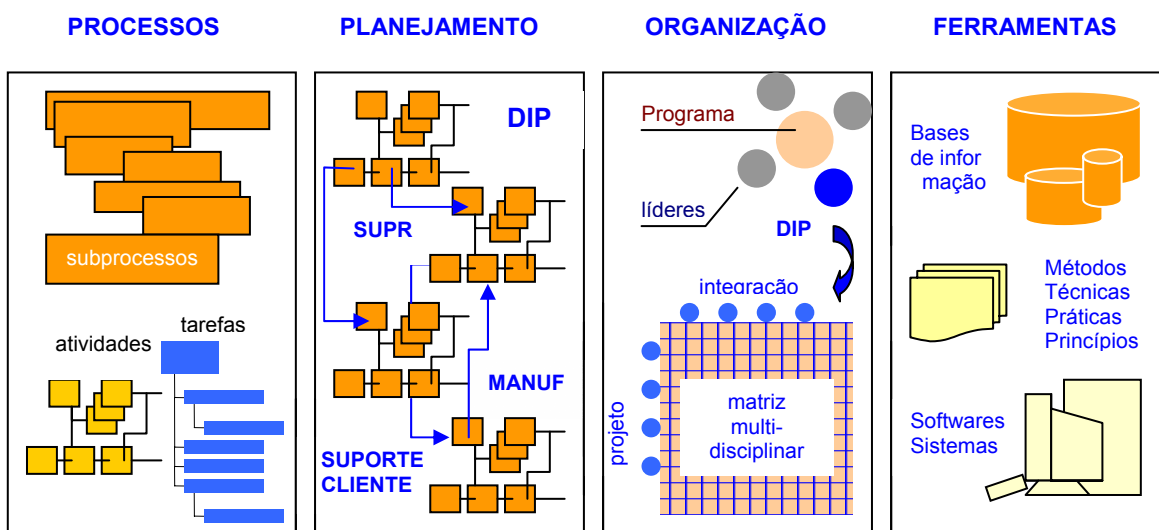


Fig. 4.5 – As quatro Dimensões do DIP – EMBRAER.

4.5.1 PROCESSOS

Em relação a esta primeira dimensão o DIP encontra-se dividido por sistema físico da aeronave. Assim, existe o processo de desenvolvimento da asa, o processo de desenvolvimento do sistema de oxigênio, e assim por diante. Cada um desses processos é dividido em subprocessos, que são o planejamento e controle de suas atividades, o estabelecimento e controle de requisitos técnicos e financeiros, as definições dos projetos conceitual e detalhado, a condução dos testes e a certificação. Cada subprocesso, por sua vez, é desdobrado em atividades e tarefas, que representam, de fato, o trabalho do dia-a-dia dos envolvidos no DIP. A dimensão PROCESSOS do DIP pode ser vista na figura 4.6.

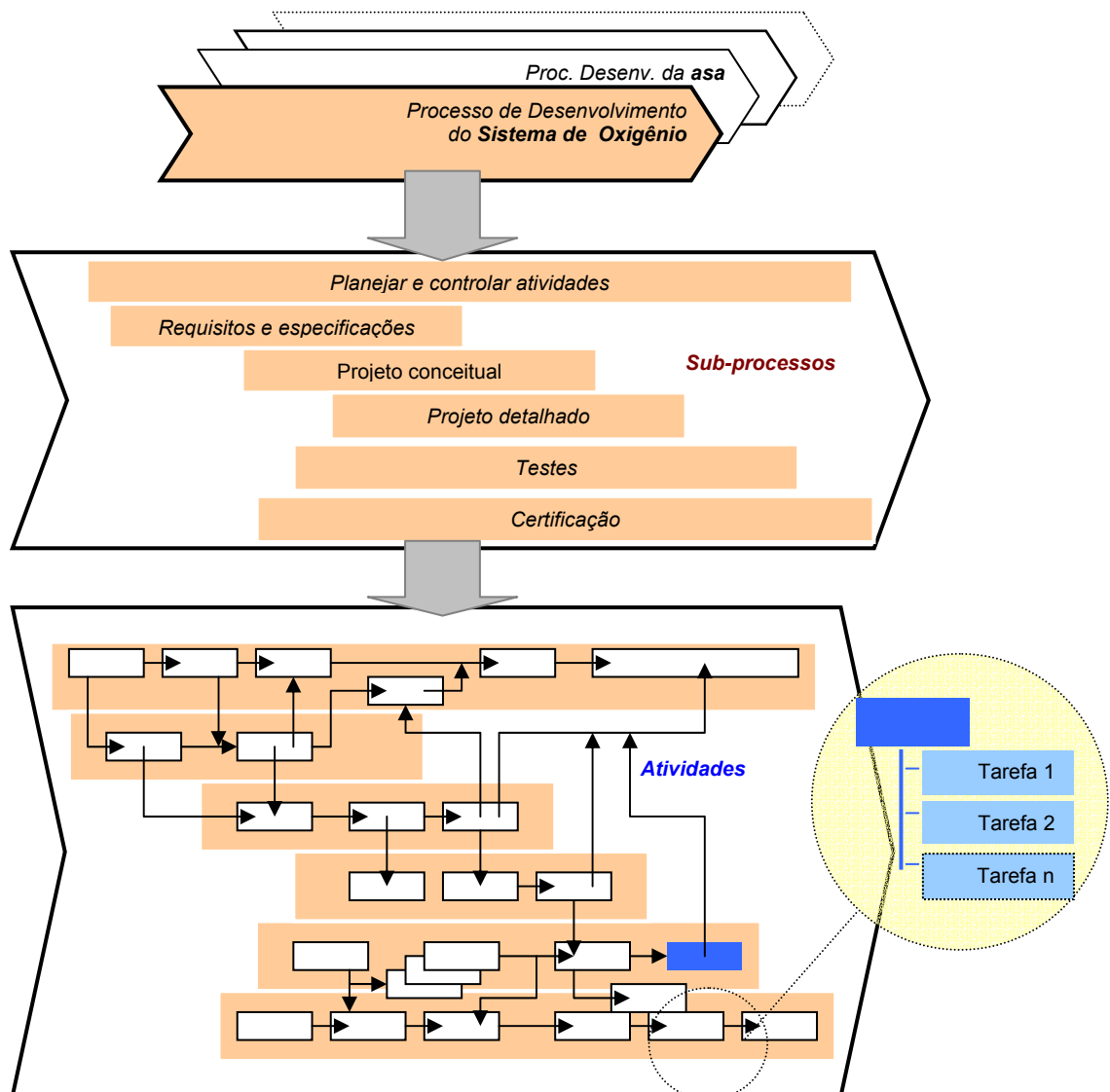


Fig. 4.6 – A dimensão PROCESSOS do DIP – EMBRAER (Fonte: ARAÚJO *et al.*, 2001)

4.5.2 PLANEJAMENTO INTEGRADO

Assim como existe a definição e o detalhamento do processo de desenvolvimento de produtos até o nível de tarefas, há também a definição e o detalhamento de outros processos empresariais. Dentre aqueles de especial importância para o DIP, além do desenvolvimento propriamente dito (ou projeto como também se conhece), existem processos e atividades destinadas a garantir que o cliente receba a

aeronave e possa mantê-la e operá-la conforme contratado. São atividades relativas a Manufatura, a Suprimentos e ao Suporte ao Cliente, dentre outras (figura 4.7).

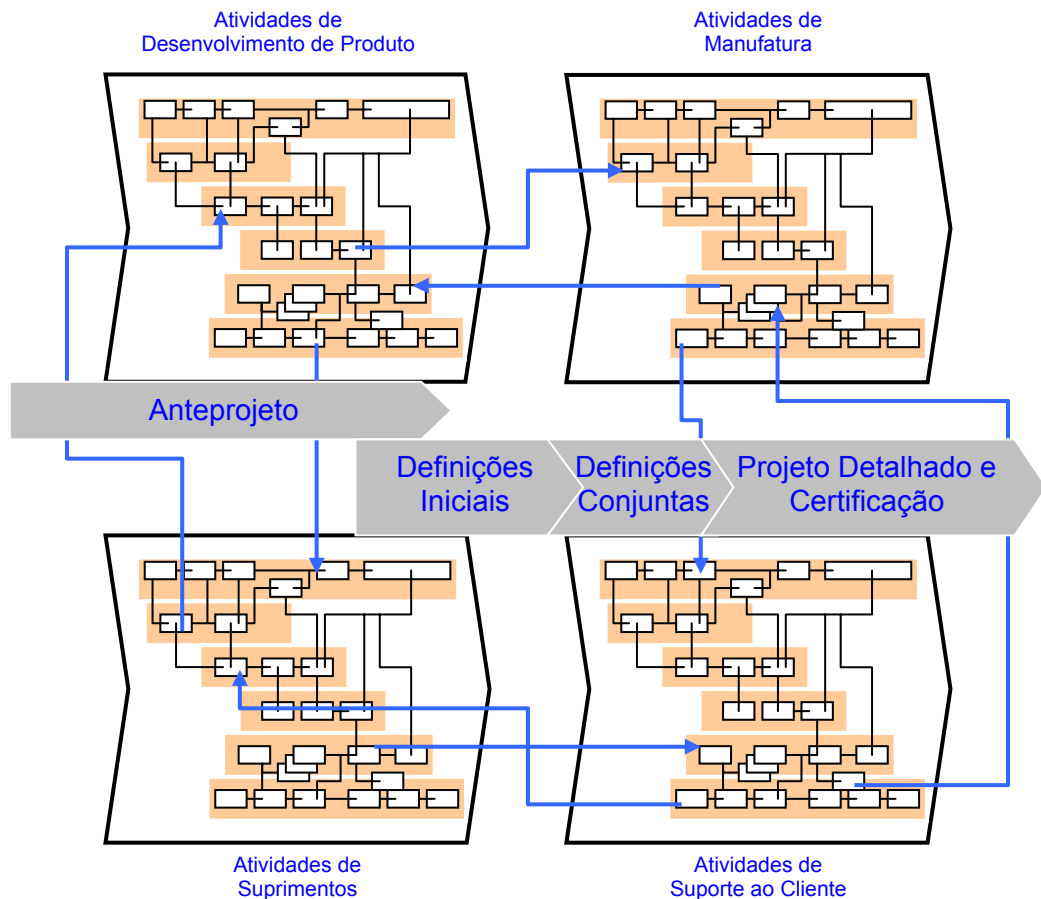


Fig. 4.7 – O PLANEJAMENTO INTEGRADO de atividades de diversos processos empresariais

O Planejamento Integrado tem como objetivo permitir que as diversas atividades dos diversos processos existentes num Programa EMBRAER possam ser realizadas de tal forma que haja o controle dos custos previstos e garantia dos prazos estipulados, além de outras restrições. Ou seja, não pode haver atrasos em determinado processo porque certa atividade de outro ou do mesmo processo não foi realizada da maneira ou no prazo em que se esperava. Vale frisar que atrasos na indústria aeronáutica podem inviabilizar um Projeto, não apenas pelas multas contratuais previstas, mas também porque a perda dos prazos para homologação implica no

cumprimento de novos requisitos técnicos que não existiam quando do pedido de certificação e para os quais a aeronave não foi projetada.

4.5.3 ORGANIZAÇÃO

Como foi visto na figura 4.3, após a atuação da equipe de Anteprojeto, de aproximadamente 10 engenheiros, e da etapa de Definições Iniciais, inicia-se oficialmente o Programa EMBRAER.

Na figura 4.8 pode ser visto como passaram a ser organizados os Programas EMBRAER, a partir do Programa ERJ 170. Cada Programa possui um diretor responsável **(a)** e diversos líderes de processos (Qualidade, Manufatura, Suporte ao cliente etc.), dentre eles o líder do Processo DIP **(b)**. Este líder do Processo DIP, responsável pelo núcleo técnico do Programa, coordena o trabalho de várias Gerências de Desenvolvimento de Projeto – GDP, como por exemplo, a de estruturas, de aeronáutica, de sistemas hidromecânicos ou de segmentos (partes da aeronave - **c**). Cada uma destas gerências congrega equipes relacionadas à sua área. Por exemplo, a gerência de Sistemas hidromecânicos e de propulsão possui equipes responsáveis por sistemas de propulsão, ar condicionado, trem de pouso, hidráulica, entre outros **(d)**.

Para organizar o trabalho de definição das especificações e elaboração do projeto (ver fig. 4.3 – item 4.4.2) os profissionais envolvidos no DIP foram divididos em dois tipos de equipes, subordinadas às GDP: os *IPTs – Integrated Program Teams* e os *DBTs – Design Built Teams*. Os *IPTs* **(e)** são times multidisciplinares que têm como responsabilidade a integração das funções (hidráulica, elétrica, propulsão etc.) no produto e dar suporte aos clientes, entre outras. Os *IPTs* devem garantir que determinada função esteja integrada às diversas partes da aeronave. Os *DBTs* **(f)** são times multidisciplinares responsáveis pela integração física das partes do avião (asa, fuselagem central etc.) bem como por outros equipamentos tais como dispositivos de teste (chamados de “RIGs”) e simuladores. Os *IPTs* e *DBTs* podem ser formados por profissionais da EMBRAER ou dos parceiros, dependendo da função ou segmento.

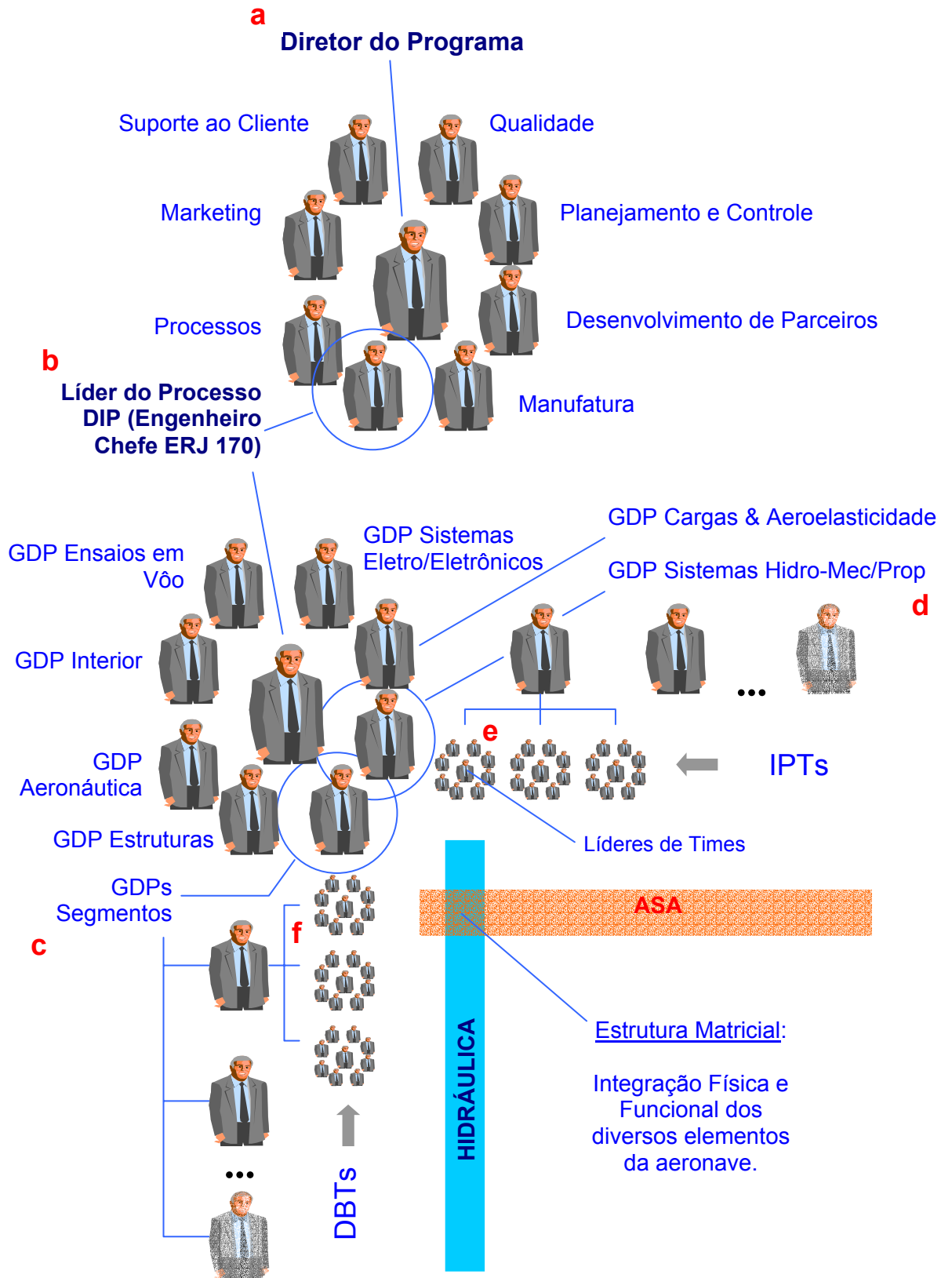


Fig. 4.8 – A Organização das pessoas alocadas ao DIP – Programa ERJ 170 (Fonte: Adaptado de ARAÚJO e CRUZ, 1999, e de NASCIMENTO E VASCONCELOS, 2003)

Pode-se dizer que no cruzamento das ações dos dois tipos de times multidisciplinares encontram-se as atividades de integração física e de funções. É uma estrutura de gerência de projetos tipicamente matricial. No Programa ERJ 170 este tipo de organização permitiu a participação integral dos parceiros, tarefa difícil de ser realizada, dados o número de pessoas envolvidas e o volume de informações a serem trabalhadas. NASCIMENTO e VASCONCELLOS (2003) fazem uma analogia entre a organização identificada nos Programas EMBRAER e a teoria dos “fractais”, dada a sucessão de estruturas que se repetem em diferentes níveis de um Programa EMBRAER, particularmente em relação ao Desenvolvimento Integrado de Produtos.

4.5.4 FERRAMENTAS

Para suportar todo o processo de desenvolvimento de produtos, assim como integrá-lo aos demais processos empresariais, são utilizadas diversas ferramentas adequadas a cada tipo de atividade. Tais ferramentas incluem não apenas aplicativos informatizados como também várias técnicas, métodos e práticas que de alguma forma contribuem para a execução e evolução do DIP.

Dentro do escopo de aplicação das diversas ferramentas de suporte do DIP pode-se citar, dentre outras (as descrições de algumas das ferramentas abaixo citadas encontram-se no Glossário):

- **Planejamento, gerenciamento e controle:** (*Primavera, CAPP, PCR, ERP, Design Review, MSEXcel, SAP/R3, WBS*);
- **Arquivamento e manipulação de dados:** (*PDM, Bases de dados, CGI, CAD, ccMail, Intranet*);
- **Síntese e geração de soluções:** (*Brainstorm, CAD, QFD, Lessons learned, VPM, Internet Browser*);
- **Análise e solução de problemas:** (*DFx, CAE, Knowledge Base*);
- **Comunicação** (*ccMail, Intranet, EDMS, MSOffice, Lotus Notes, CAD, VPM*)

Vale lembrar que a dimensão FERRAMENTAS do DIP tem efetivamente um caráter de suporte às atividades definidas, planejadas ou organizadas nas outras três dimensões do DIP. Nenhum *software* ou ferramenta pode ter um fim em si mesmo, mas, ao contrário, deve ser adequada e servir aos propósitos definidos anteriormente à sua adoção. Não são raros os casos descritos na literatura em que *softwares* e ferramentas prometem resolver uma série de problemas das empresas e acabam por se mostrar inadequados àquele ambiente específico ou com resultados muito aquém das expectativas criadas. Por não ser o foco deste trabalho, não são discutidos detalhes sobre cada ferramenta ou as razões que levaram à sua adoção.

4.6 Desenvolvimento e Resultados da Pesquisa de Campo

4.6.1 O Escopo da Pesquisa

Como foi visto no item 4.1, a primeira etapa da pesquisa a ser cumprida foi a definição do seu escopo. Foram várias reuniões com a equipe de pessoas envolvidas no projeto. Duas das principais preocupações eram: primeiro, traçar objetivos que fossem alcançáveis; segundo, que o projeto tivesse definição clara para as demais áreas da empresa, de modo que não fosse confundido com algum tipo de iniciativa no sentido de controle de orçamento, apuração de gastos ou algo similar. Dever-se-ia deixar bem claro que a intenção era fornecer às equipes de desenvolvimento do produto algum tipo de instrumento capaz de orientar as decisões de projeto de modo a se obter melhor controle do impacto de tais decisões sobre o Custo do Ciclo de Vida do produto.

A figura 4.9 traz a idealização do processo decisório no DIP, em relação às diversas alternativas de projeto. Tais alternativas devem satisfazer ao que a EMBRAER chama de 5 virtudes (Qualidade, Tempo, Meio Ambiente, Logística e Custos). Devem também obedecer a uma série de requisitos internos e externos (de lucro, contratuais, de homologação etc.) para então, após uma negociação sobre os níveis mais adequados para cada uma dessas virtudes (o compromisso, ou *trade-off*), chegar-se aos custos estimados para o todo o Ciclo de Vida do Produto. Este custo não poderá ser maior do

que o Custo Alvo estabelecido. Caso isto ocorra, novas alternativas deverão ser consideradas, novos compromissos estabelecidos etc., o que faz deste processo um ciclo decisório permanente. Obviamente este processo decisório ideal tem implicações específicas em cada uma das Dimensões DIP (Processos, Organização, Planejamento e Ferramentas) já citadas anteriormente.

É importante frisar que, de acordo com o material coletado na empresa (ARAÚJO e CRUZ, 1999), não era explícita a preocupação em relação à estipulação de Custos Alvo para cada fase do ciclo de vida do produto, assim como em relação à estimativa e controle formal de tais custos. A figura 4.9 representa, portanto, uma situação aperfeiçoada e idealizada, e que serviu de base para o estabelecimento dos objetivos desta pesquisa.

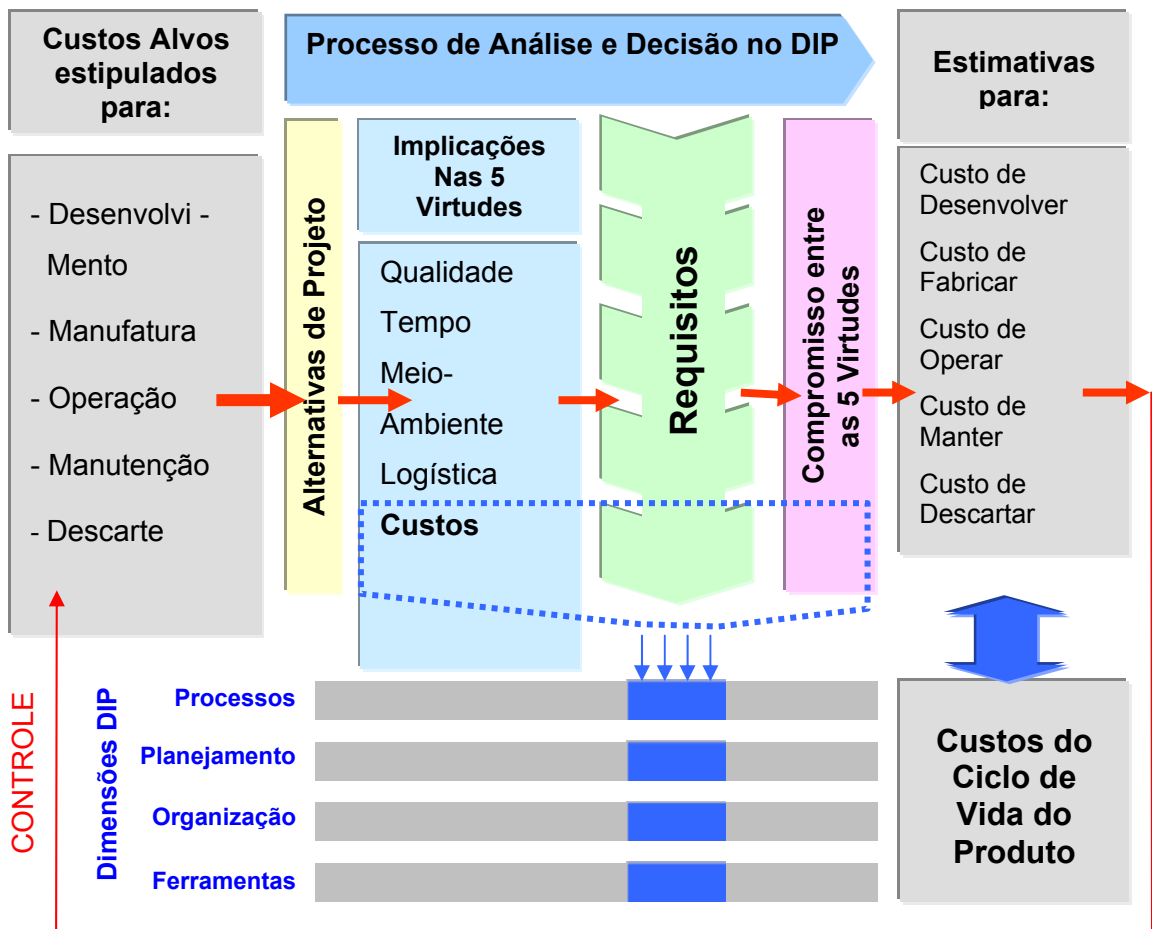


Fig. 4.9 – Relação entre as 4 Dimensões do DIP e o seu processo decisório.

As etapas do processo decisório no DIP apresentadas acima não se encontram dispostas de maneira seqüencial, exatamente como mostradas na figura. Já que o conceito de engenharia simultânea é amplamente utilizado, as etapas são muitas vezes simultâneas, ou seja, ao mesmo tempo em que são estabelecidas as alternativas de projeto são também avaliadas as suas implicações nas 5 virtudes e nos requisitos do Programa. O “Controle” mostrado na figura refere-se à comparação dos Custos do Ciclo de Vida estimados após o processo decisório com os Custos Alvos estipulados no início desse mesmo processo.

Face ao processo decisório idealizado para o DIP, foram identificadas 3 frentes de trabalho possíveis na Gestão dos impactos das decisões sobre os CCV. A primeira refere-se aos custos do próprio desenvolvimento do produto e envolve os salários pagos ao pessoal de desenvolvimento do produto e dos processos de fabricação, dos manuais, dos equipamentos de solo, aquisição de *software*, entre outros investimentos em desenvolvimento. As segunda e terceira frentes estão intimamente ligadas e dizem respeito ao reconhecimento do que cada decisão de projeto representa em termos de CCV e à comparação permanente dos CCV estimados com o Custo Alvo definido.

Tendo em vista que já havia iniciativas para se controlar os custos de desenvolvimento, atreladas à compra e implementação do sistema *SAP/R3*, ficou acertado que o trabalho concentraria esforços nas duas últimas frentes. A expectativa em relação aos resultados da pesquisa era de que fossem obtidos indicativos sobre quais atividades, a serem desenvolvidas no DIP, possibilitariam o desejado controle do CCV, quais informações seriam necessárias ao desempenho dessas atividades e tarefas, como utilizá-las, de onde viriam e como estariam disponíveis tais informações. A figura 4.9 resume estas questões.

O resultado esperado era também uma resposta a outra pergunta: A Pesquisa-Ação, como método de pesquisa proposto, seria adequada para responder às questões colocadas na figura 4.10? Poder-se-ia chegar a um Modelo de Gestão dos CCV a partir das entrevistas? Se a resposta fosse positiva, para que a Gestão dos CCV fosse aperfeiçoada, provavelmente haveriam de ser melhoradas ou criadas algumas atividades de gestão específicas, afetando as dimensões “Processos” e “Planejamento” do DIP.

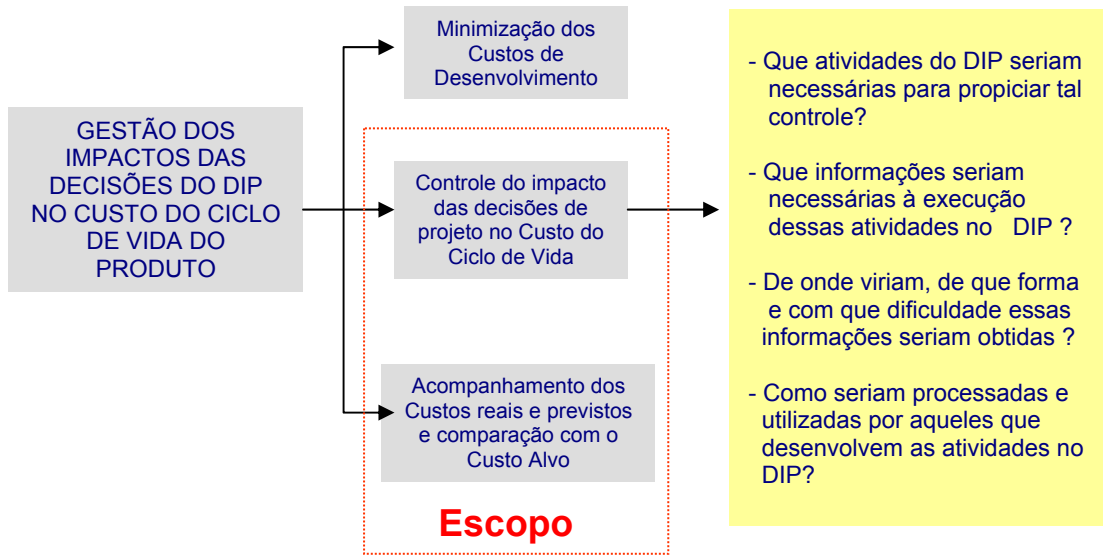


Fig. 4.10 – Definição do escopo da pesquisa.

Também haveriam de se estabelecer novas relações entre as diversas áreas da empresa, que disponibilizariam ou utilizariam as informações necessárias ao processo de gestão. A figura 4.11 representa esta expectativa de resultados.

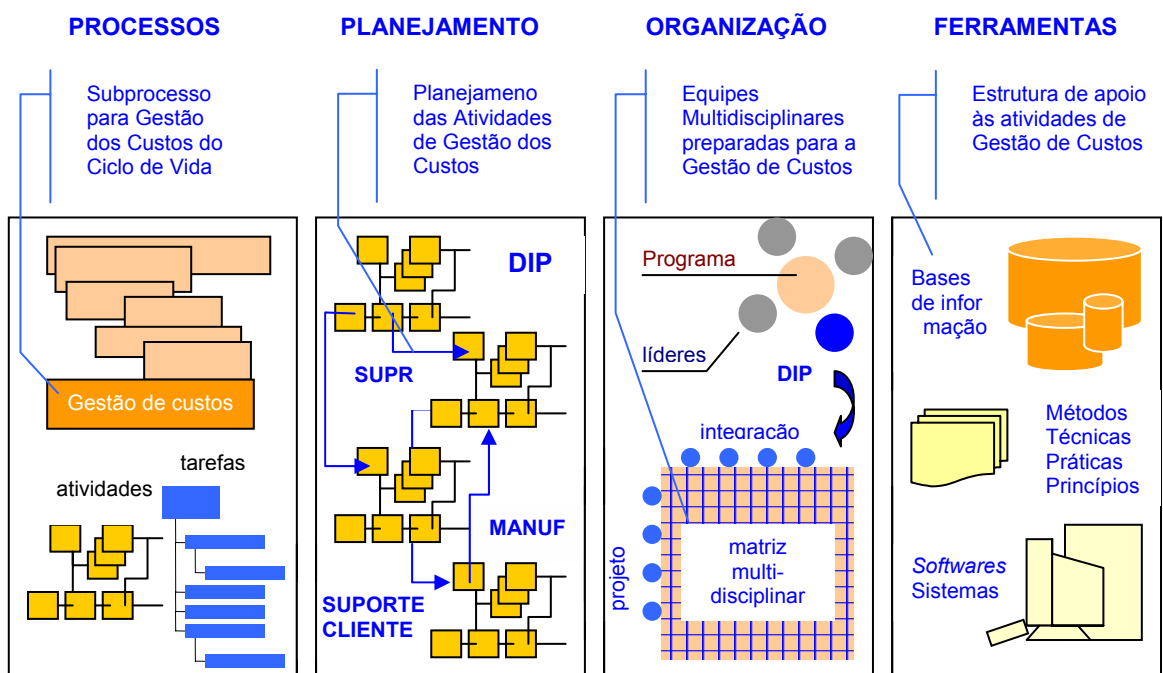


Fig. 4.11 – Aperfeiçoamento esperado de Processos, Organização, Planejamento e Ferramentas, no DIP.

Da mesma forma, novas atribuições e responsabilidades, agora em relação à gestão dos CCV, haveriam de ser criadas, afetando as relações de organização dos times de desenvolvimento. Eventualmente novas ferramentas poderiam também ser necessárias.

4.6.2 Modelo de Análise Utilizado como Referência

Como visto no item 1.6, a Pesquisa-Ação não prescinde de uma análise criteriosa do produto das entrevistas realizadas de modo que, com base nessa análise, se possa propor soluções ou fazer propostas de melhoria de determinado processo (no caso presente o processo de Gestão dos CCV no âmbito do DIP – EMBRAER).

Para sintetizar o produto das entrevistas, foi adaptado um Modelo de Referência para a Gestão do Processo de Desenvolvimento de Produtos, desenvolvido por TOLEDO *et al.* (2002). Os autores consideram-no como um “**Modelo conceitual das dimensões críticas da gestão do processo de desenvolvimento de produtos**”. O objetivo da pesquisa de TOLEDO *et al.* (2002) foi a de indicar elementos, relacionados com a gestão do PDP, que afetam o desempenho desse processo. Este modelo mostrou-se interessante, particularmente pela sua capacidade de fornecer tanto um diagnóstico quanto orientações voltadas à gestão do Processo de Desenvolvimento do Produto. Este modelo serviu para o reconhecimento da situação do PDP da empresa em termos de gestão dos CCV e, aliado ao conhecimento das práticas descritas na literatura e de sugestões colhidas nas entrevistas, propiciou a elaboração de um primeiro Modelo de Gestão do CCV específico para a empresa investigada, apresentado no final deste capítulo. Este modelo conceitual de TOLEDO *et al.* (2002), adaptado às especificidades da presente pesquisa, é chamado, neste trabalho, de **Modelo de Prospeção**.

Para a adaptação do modelo conceitual de TOLEDO *et al.* (2002) partiu-se do pressuposto de que modelos de referência gerais para o PDP agregam diversos pontos de vista do Processo de Desenvolvimento de Produto, não só em relação às áreas funcionais da empresa (Administração, Marketing, Engenharia), como já foi visto no capítulo 2, como também, dentro de uma mesma área, de Engenharia, por exemplo,

pontos de vista em relação às várias “Virtudes” do produto (Qualidade, Tempo, Logística e Custos). Ou seja, existem no PDP, por exemplo, atividades voltadas à garantia das especificações técnicas do produto, e que comporiam um submodelo de gestão da qualidade desse produto; por outro lado, existem ou podem existir também no PDP atividades relacionadas especificamente ao controle dos CCV do produto, e que comporiam um submodelo de gestão dos CCV desse produto. Pode-se dizer que cada um dos pontos de vista comporta um submodelo de gestão, mais focado em suas questões específicas, sem desconsiderar as demais visões do PDP. A figura 4.12 traz essa idéia.

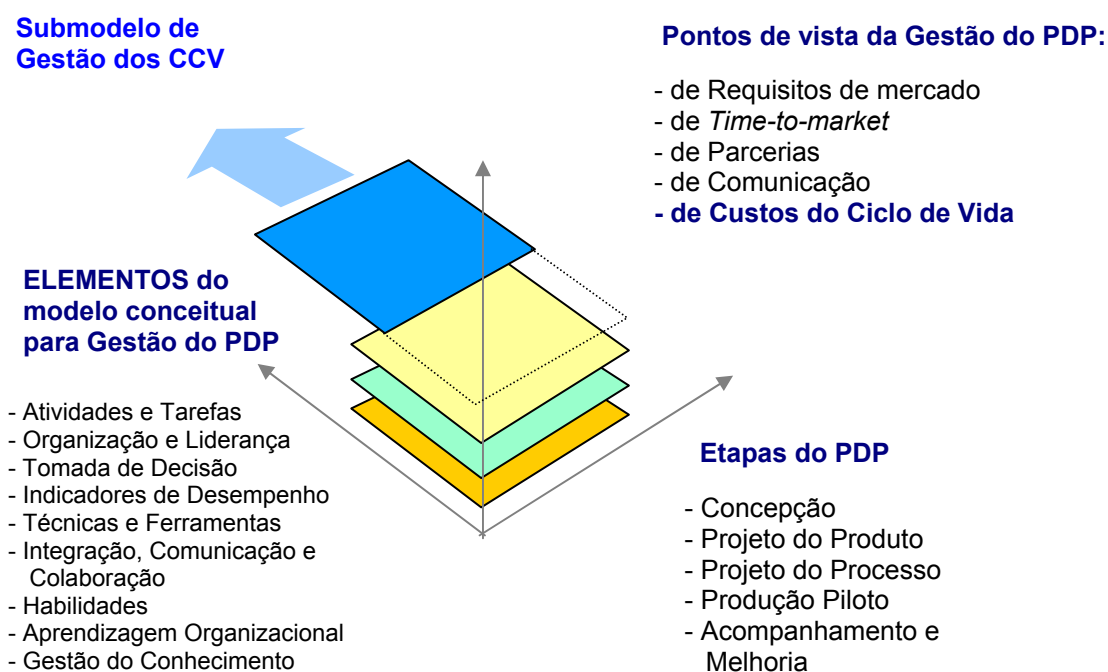


Fig. 4.12 – Modelo conceitual geral e submodelo específico para a Gestão dos CCV

É importante ressaltar que, embora se utilize a designação “Submodelo de Gestão dos CCV”, em relação ao PDP, não se trata de estabelecer uma visão parcial do Processo de Desenvolvimento do Produto. A Gestão dos CCV deve necessariamente contar com a participação de pessoas dos diversos setores interessados da empresa, com formações e atuações diversas, conforme toda a exposição de motivos apresentada no item 2.4. A Gestão dos CCV deve permitir uma visão holística do Processo de

Desenvolvimento do Produto e configura-se, no entendimento deste autor, como um submodelo do PDP apenas no que diz respeito à definição formal de tarefas, bases de informações e responsabilidades, conforme se pode constatar no item 4.6.6.

Na figura 4.12 podem ser distinguidas 3 dimensões: os Elementos do Modelo de Referência para análise do PDP, as etapas do PDP e as Visões (ou submodelos) do PDP. Nesta linha de raciocínio, o Modelo de Referência poderia ser utilizado para avaliar o grau de desenvolvimento do PDP quanto ao elemento “Técnicas e Ferramentas”, por exemplo. No entanto, poder-se-ia perguntar: Ferramentas para serem utilizadas em relação a quê submodelo (ou visão do PDP)? Ferramentas para Gestão de Custos? Para controle de Requisitos? Da qualidade do produto? Além disso, em que fases se aplicam tais Ferramentas?

Assim, passou-se a avaliar (através das entrevistas) os ELEMENTOS descritos na figura 4.12 em relação à empresa, voltando-os especificamente para a questão da “Gestão dos Custos do Ciclo de Vida”. Dessa forma, quando os entrevistados discorreram sobre “Habilidades”, por exemplo, ficou esclarecido que deveriam restringir-se a avaliar as capacidades técnica ou gerencial para tratar com CCV dentro do PDP. Assim chegou-se ao Modelo de Prospecção presente na figura 4.13.

As Etapas do Processo de Desenvolvimento do Produto presentes no modelo da figura 4.13 são aquelas adotadas pela EMBRAER, conforme já exposto no início deste capítulo. As células do Modelo de Prospecção foram preenchidas de acordo com as observações dos entrevistados, o que indicou quais os elementos de maior relevância ou preocupação e quê etapas deveriam merecer maior atenção.

Embora o trabalho de TOLEDO *et al.* (2002) traga um grande levantamento das questões críticas e das boas práticas relativas a cada um dos ELEMENTOS descritos na figura 4.13, a presente pesquisa, no entanto, ao adaptar e utilizar esse modelo, teve-se aos seus recursos de diagnóstico. Ele funcionou como ferramenta de auxílio à execução das entrevistas e classificação das observações coletadas. O Modelo de Prospecção com os resultados das entrevistas pode ser visto no APÊNDICE II (por solicitação da empresa, o teor dos depoimentos foi omitido).

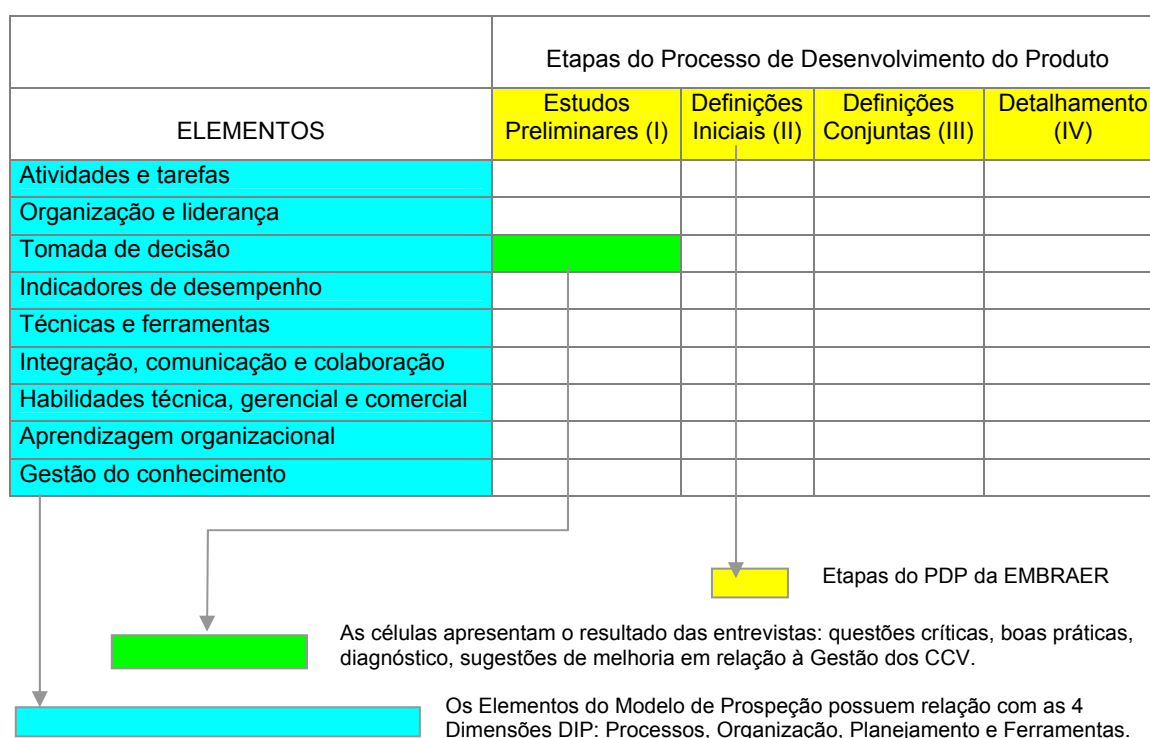


Fig. 4.13 – Modelo de Prospecção adotado na Pesquisa (adaptado de TOLEDO *et al.*, 2002)

4.6.3 Análise Qualitativa das Entrevistas

O caráter principal da análise das entrevistas foi, como já frisado, o de diagnóstico. Os objetivos principais foram o de classificar as observações dos entrevistados em termos das “Dimensões” e “Virtudes” do DIP, já mencionadas anteriormente, e de reuni-las em dois ou três grupos de preocupações principais a serem trabalhadas posteriormente com mais detalhes e possibilitar a proposição de um Modelo de Gestão do CCV. Vale observar que THIOLLENT (1997) recomenda que sejam focados poucos pontos de interesse principal, os quais devem ser tratados com mais detalhes posteriormente, e que são identificados ao cabo de uma fase da pesquisa chamada de “Fase Exploratória”, fruto das entrevistas.

O trabalho de entrevistas envolveu 11 áreas da empresa, indicadas como importantes para o DIP pelo Grupo de Apoio na EMBRAER. Os entrevistados foram em número de 24, cujos perfis encontram-se no quadro 4.1.

Área na empresa	Número de entrevistados	Cargos/Funções
Manufatura	2	Gerentes
Suporte ao Cliente	1	Diretor
	2	Gerentes
	1	Engenheiro Chefe
	2	Engenheiros de Manutenção
Planejamento Estratégico	1	Gerente
Gestão de Configuração	1	Gerente
Engenharia Industrial	1	Analista
Engenharia Avançada (AnteProjeto)	4	Gerentes
Gestão de Programas	4	Gerentes
	1	Engenheiro de Programa
Desenvolvimento de Parceiros	1	Gerente
Engenharia da Qualidade	1	Gerente
Ensaio em Vão	1	Gerente
Engenharia	1	Gerente Técnico

Quadro 4.1 – Perfis dos entrevistados

Ao todo foram 193 observações sobre a atual gestão de custos no DIP incluindo opiniões, citações de boas práticas e sugestões de melhoria. Como foi visto, a fase exploratória da pesquisa deveria culminar com a determinação de alguns poucos pontos de maior interesse. Em relação à identificação das maiores atenções dos entrevistados, pode-se dizer que concentraram-se em 3 conjuntos: Processo para Gestão do CCV, Bases de Informações sobre CCV para subsidiar as decisões no DIP e Capacitação de Pessoal para condução desse Processo de Gestão (figura 4.14).

A identificação destes três conjuntos de observações foi feita através da classificação das respostas dos entrevistados em relação aos elementos presentes no Modelo de Prospecção, conforme se pode observar no item 4.6.5 (figuras 4.16 a 4.18) e no APÊNDICE II.

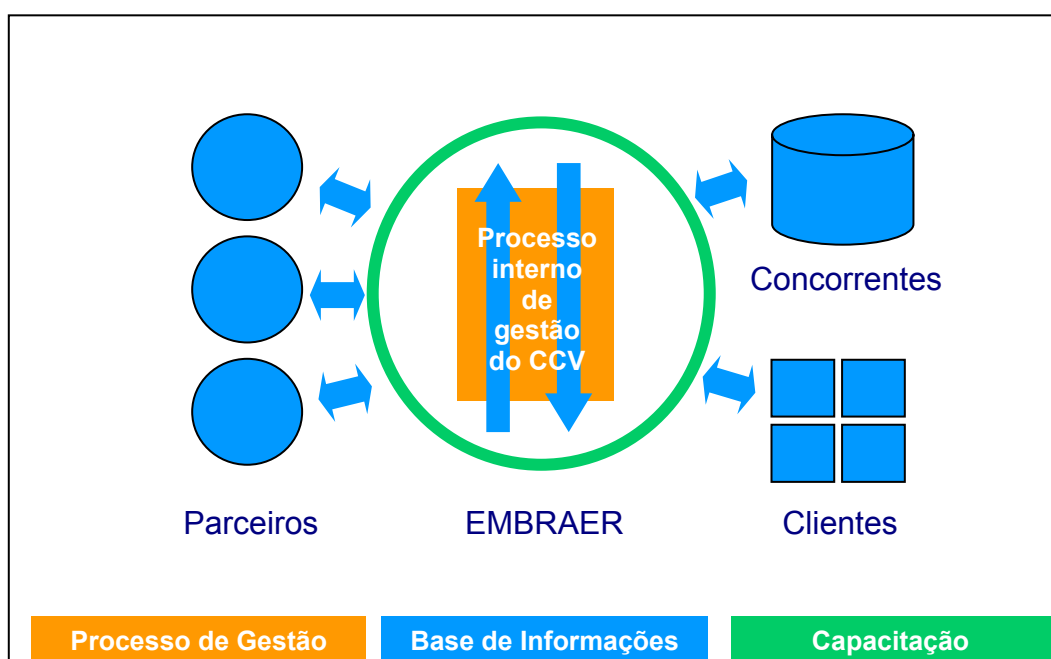


Fig. 4.14 – As maiores preocupações na Gestão do CCV, segundo os entrevistados.

Verificou-se ainda que tais atenções não se restringiram ao âmbito interno da empresa. De fato, elas se estenderam às relações com os parceiros e ao conhecimento mais profundo do Mercado e dos Clientes, como se poderá ver mais adiante. As principais constatações feitas através das entrevistas foram:

a) Em relação aos processos decisórios:

- A maioria dos custos da aeronave são recorrentes (termo utilizado para designar aqueles custos que se repetem a cada unidade produzida e cujo valor depende de decisões tomadas ao longo do desenvolvimento – exemplo: freio da aeronave). Significa dizer que uma decisão que implique em elevação de custos recorrentes de determinada fase do Ciclo de Vida do produto se repetirá a cada nova unidade produzida, ou seja, tal aumento de custos se multiplicará tantas vezes quantas forem as unidades comercializadas. Assim sendo, é importante dotar os líderes de time de recursos

(capacitação ferramental e, principalmente, gerencial) para uma adequada gestão do CCV.

- É necessário um adequado desdobramento do Custo Alvo global definido no BP, ou Plano de Negócios, para os níveis mais posteriores do DIP. Ou seja, há uma meta para o produto completo e esta meta deve ser convenientemente detalhada para os níveis de sistemas, subsistemas e peças. Isso tende a facilitar o controle dos custos pois dessa forma há limites bem definidos para que os projetistas avaliem as alternativas de projeto.
- O custo do produto costuma ser tratado com maior atenção em novas soluções de engenharia, situações em que há risco devido ao desconhecimento do completo resultado de uma inovação tecnológica. No entanto, ainda que algumas soluções e configurações adotadas não representem ruptura tecnológica, elas devem ser tratadas com a devida importância do ponto de vista dos CCV, pois, dessa forma, há maiores chances de seu aperfeiçoamento com conseqüente redução de custos.
- Via de regra, por questões contratuais, de homologação e de segurança, há grande atenção ao “*time-to-market*” (os prazos para lançamento do produto) e ao desempenho, em comparação com outras “virtudes” do DIP, entre elas o Custo. O reconhecimento da importância das questões relativas à qualidade de uma aeronave é óbvio; no entanto, há, na opinião dos entrevistados, situações em que se pode reduzir consideravelmente os custos sem comprometer a qualidade do produto.
- O processo decisório (configurações e soluções de engenharia importantes) pode algumas vezes estar concentrado num pequeno grupo de profissionais de áreas estratégicas e com larga experiência com o produto e com o negócio. Isto se explicaria pelo fato de que informações sobre Custos são sempre uma grande preocupação, pois sua divulgação ou disponibilização indiscriminada pode gerar inconvenientes (com a concorrência, com os parceiros etc.) e até mesmo comprometer o próprio negócio. Além disso, a EMBRAER tem crescido muito nos últimos anos (seu número de funcionários

passou de aproximadamente 5500 para 10.000 na última década). Assim, o número de jovens profissionais ou de pessoas com pouca experiência na área é inevitável, o que impediria, além dos outros motivos já elencados, que tais pessoas possam participar das importantes decisões sobre Custos.

- A estruturação e formalização de um processo de Gestão dos CCV no âmbito do DIP é importante uma vez que leva a uma diretriz única para escolha de alternativas de projeto em relação aos Custos do Ciclo de Vida do produto, em todas as etapas do PDP. Iniciativas isoladas de se estabelecer atividades de gestão que não cheguem a se constituir em um processo formal não são suficientes para garantir uma uniformização de procedimentos em relação à adoção de soluções. Para programas mais antigos e estáveis (ERJ 145) este problema é muito menor, haja vista que os projetos já são maduros e que estudos sobre custos, via de regra, referem-se a modificações solicitadas pelo mercado ou incorporadas pela própria EMBRAER. Nestes casos os custos de modificação e suas implicações no Custo do Ciclo de Vida do produto são bem mais previsíveis.

- Qualquer decisão deve sempre considerar as suas implicações em cada fase do ciclo de vida do produto posterior à fabricação. São vários os casos conhecidos em que decisões de projeto restritas ao âmbito comercial ou técnico provaram ser economicamente problemáticas do ponto de vista de manutenção e operação do produto ou de inventário (estoques de peças de reposição).

- Por fim, grande parte dos entrevistados reconhece que uma “cultura voltada aos cuidados com os CCV dos produtos” deve sempre ser incentivada. Ou seja, cada engenheiro deve, naturalmente, no Processo de Desenvolvimento de Produto, avaliar as alternativas de projeto do ponto de vista econômico, da mesma forma que o faz em relação ao desempenho. Os processos DIP devem incorporar essa cultura e moldar o comportamento das pessoas. Não se trata de se estabelecer ações para redução de custos; na visão dos entrevistados uma cultura voltada para custos faz com que os profissionais adotem atitudes proativas em relação às questões econômicas do projeto,

ou seja, passem a tratar do impacto da adoção de determinada solução nos custos do CCV como o fazem em relação aos prazos de entrega ou ao desempenho do produto.

b) Em relação às Informações sobre Custos do Ciclo de Vida visando a tomada de Decisão

Existe uma forte relação entre “Processos” e “Informação”. Para que os processos e suas atividades e tarefas possam ser convenientemente executados há sempre a necessidade de algumas informações. Por exemplo, como poderia ser possível que um projetista adotasse a solução “A” ou “B” se não possuísse informações sobre as implicações que essas alternativas teriam em termos de custos de manutenção? Não basta, portanto, existir um processo de gestão de custos devidamente estruturado se informações confiáveis para sua execução não forem disponibilizadas em tempo hábil.

Assim, distinguiram-se, dentre as observações dos entrevistados, aquelas referentes a “Processos” e a “Informações”, mesmo parecendo, muitas vezes, que se tratava de um único assunto. São as seguintes as principais observações:

- A grande preocupação com confidencialidade pode dificultar a disponibilização de informações. Da mesma forma como acontece com “Processos”, em que nem todos estão aptos a executar determinadas atividades de Gestão, há certas dificuldades na obtenção de dados importantes sobre custos (projeção de horas recorrentes, custos de componentes etc.). A criação, por alguns grupos de desenvolvimento, das próprias bases de informação pode ser uma maneira de enfrentar tais dificuldades. Tais iniciativas isoladas, no entanto, consomem muito tempo e ignoram a possibilidade de que outros grupos possam estar trabalhando na mesma direção (esforços replicados), talvez com mais resultados.
- Além da preocupação com confidencialidade, pode haver a dificuldade de se saber onde exatamente obter certas informações sobre custos de algumas fases do ciclo de vida do produto. Tais informações podem estar espalhadas pela empresa ou fora dela.

Não se trata propriamente de confidencialidade; o fato é que é necessária uma base onde se concentrem, de forma ordenada, informações sobre custos de manutenção, de operação, de inventários etc. A utilização, para um Programa (projeto), de informações de outros Programas sem as devidas ponderações (são outros parceiros, outros contratos, outras condições de operação etc.), pode acarretar discrepância entre os custos estimados e os realmente incorridos.

- Um maior envolvimento de todas as áreas da empresa nas primeiras fases do desenvolvimento do produto pode facilitar a obtenção de informações e evitar custos excessivos ou não previstos com construção, manutenção e volume excessivo de peças em estoque, este em razão do projeto de componentes com pequenas diferenças que podem ser evitadas.

c) Em relação à capacitação das pessoas

Os depoimentos em relação a este tópico em especial podem ser resumidos à seguinte afirmação: os profissionais de projeto devem possuir boa capacidade gerencial, de modo a facilitar a Gestão dos CCV. De fato, foram diversas observações no sentido de que um treinamento voltado à Gestão dos CCV leva a ações nas primeiras etapas do PDP que evitam problemas e dificuldades muitas vezes conhecidas apenas nas fases finais da vida do produto, o que implica em economia de tempo e recursos.

4.6.4 Conclusões Gerais Sobre as Entrevistas.

Pode-se condensar as observações acima em apenas três:

- a) É fundamental a existência de um processo formal de Gestão do CCV que permita o seu desdobramento a partir do BP para todas as Etapas do Programa e, em sentido inverso, o controle do custo estimado em comparação com o custo alvo em tempo real.

- b) São necessárias bases de informações capazes de suprir a necessidade dos grupos de desenvolvimento a respeito dos impactos de suas decisões no Custo do Produto em cada uma das fases do seu Ciclo de Vida.
- a) É importante a capacitação de pessoal para lidar com questões mais gerenciais relacionadas ao controle do Custo Alvo e de seu desdobramento para todo o ciclo de vida do produto para que o Processo de Gestão possa ser bem executado e para que as informações sobre CCV possam ser bem utilizadas.

Também foi possível concluir, através das entrevistas, que apesar de ser preconizada pela empresa uma grande preocupação com o que chama de “5 virtudes do Produto”, observa-se na prática uma preponderância, justificável, de algumas delas sobre as demais. A figura 4.15 resume a importância assumida pelas questões de Qualidade Técnica e Tempo em relação ao Custo, Logística e Meio-ambiente. Isso não significa que a relação entre as 5 virtudes deva ser de perfeito equilíbrio pois, talvez, não seja realmente possível ou até desejável e necessário.

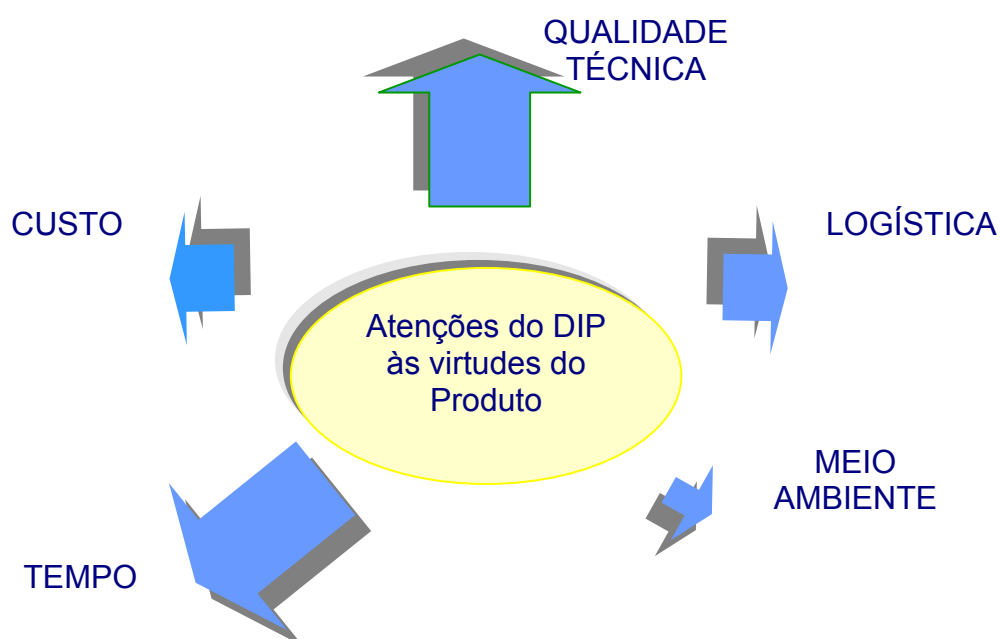


Fig. 4.15 – Prioridade relativa entre as cinco virtudes do Produto, segundo as entrevistas.

As entrevistas mostraram uma preocupação em razão do fator “custos”, em particular, receber menor atenção, não por possuir menor importância, mas por falta de uma cultura voltada para os CCV. Segundo conclusão do Grupo de Apoio, talvez não fosse esta a relação de forças se a EMBRAER não fosse competitiva em preço no mercado em que atua. O que não se pode prever é por quanto tempo esta situação permanecerá, já que há uma tendência de que os seus fornecedores e os fornecedores dos concorrentes sejam cada vez mais globais e comuns, o que implica num nivelamento de preços. Em tais condições a Gestão de Custos do Ciclo de Vida do produto ganha importância.

4.6.5 Considerações de Ordem Estatística em Relação às Etapas e Dimensões do DIP e aos Elementos do Modelo de Prospecção Utilizado no Diagnóstico

No capítulo 2 foram citados diversos autores que sustentam que boa parte dos custos de um produto é definida nas primeiras etapas de seu desenvolvimento. No entanto, não observamos qualquer trabalho que tenha trazido dados concretos a respeito dessa afirmativa. Apesar de fazer sentido, tudo leva a crer que se trata de estimativas. Este trabalho não tem como objetivo apresentar valores relativos aos Custos do Ciclo de Vida de um produto de modo que possam servir de base para corroborar as estimativas mencionadas acima. No entanto, não seria exagero considerar que, se as maiores preocupações dos entrevistados se concentrarem nas etapas iniciais do desenvolvimento do produto, tudo indicaria que aqueles autores teriam certa razão em suas afirmações, lembrando que se trata apenas de um indicativo.

Nesse sentido, foi feito um levantamento para se apurar em quais etapas do desenvolvimento do produto se concentraram as observações dos entrevistados sobre a Gestão de Custos do Ciclo de Vida do Produto (Figura 4.16). Além disso, procurou-se investigar, dentro do DIP - EMBRAER, quais os Elementos, do modelo de prospecção utilizado para análise das entrevistas, foram os mais citados (Figura 4.17). Os Grupos de Apoio e de Pesquisa entenderam que estes Elementos relacionam-se diretamente às

Dimensões DIP (Quadro 4.2), o que possibilitou também uma análise em relação a elas (Figura 4.18).

De fato, embora de maneira discreta, as observações e preocupações dos entrevistados concentram-se nas duas primeiras etapas do desenvolvimento do produto, ou seja, as etapas de Estudos Preliminares e Definições Iniciais, o que vem ao encontro das afirmativas de que nestas etapas iniciais são definidos os custos do produto em grande parte (figura 4.16).

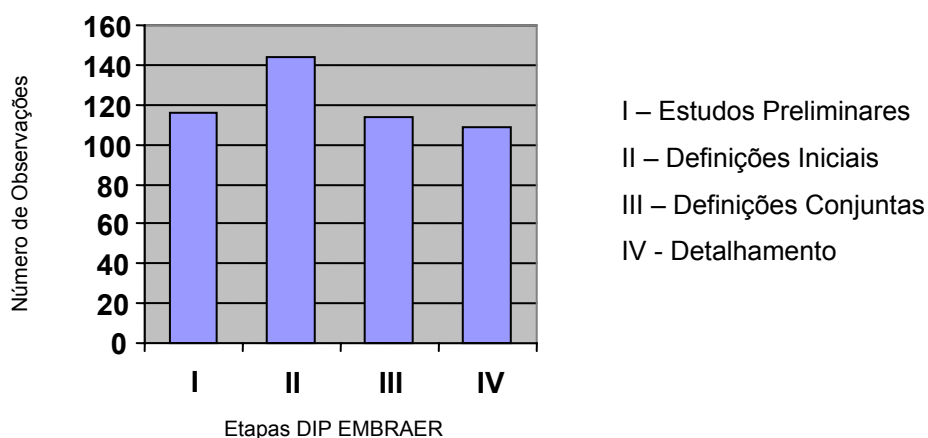
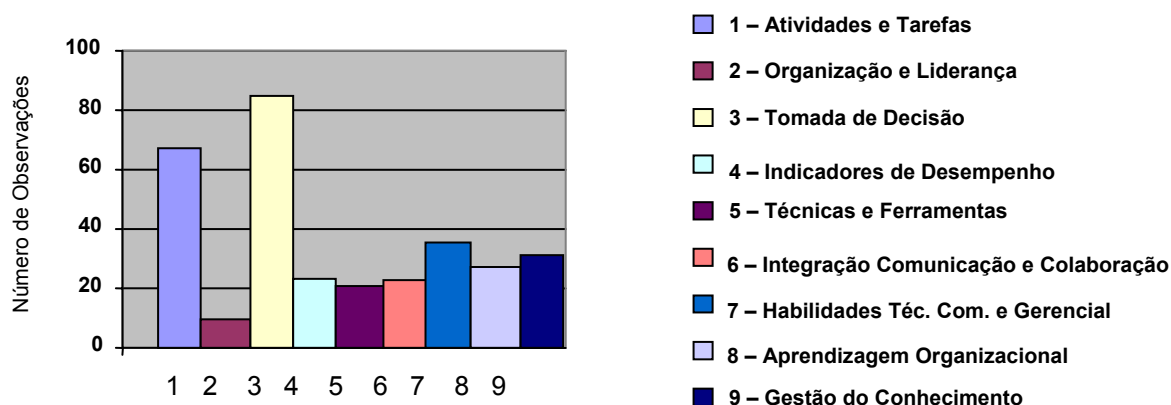


Fig. 4.16 – As observações dos entrevistados em relação às Etapas do DIP - EMBRAER.

Em relação aos diversos Elementos relacionados à Gestão de Custos, os entrevistados fizeram observações principalmente em relação a dois deles: Atividades e Tarefas e Tomada de Decisão (figura 4.17). Isto denota, novamente, a preocupação com o processo de gestão do CCV, relacionado à dimensão “Processos” do DIP/EMBRAER. Em seguida, em ordem decrescente, viriam números próximos de observações em relação a: Habilidades Técnica, Comercial e Gerencial; Gestão do Conhecimento e Integração, Comunicação e Colaboração (incluindo os parceiros); Aprendizagem Organizacional; Indicadores de Desempenho; Técnicas e Ferramentas; Organização e Liderança.



4.17 – As observações dos entrevistados em relação aos Elementos da Gestão dos CCV na EMBRAER, presentes no modelo conceitual da pesquisa.

No que se refere às Dimensões DIP/EMBAER, há grande número de citações em relação a Processos e Organização. Pode-se concluir que os entrevistados consideram os processos de gestão como chave para um melhor controle dos Custos do Ciclo de Vida do Produto, que posteriormente terá desdobramentos no planejamento das atividades correspondentes e na definição das respectivas responsabilidades, dentro da Organização do DIP (Quadro 4.2 e fig. 4.18).

Elementos para Análise da Gestão dos CCV, presentes no Modelo de Prospecção	Dimensões DIP correspondentes
1 – Atividades e Tarefas	Processos
2 – Organização e Liderança	Organização
3 – Tomada de Decisão	Processos
4 – Indicadores de Desempenho	Processos e Planejamento
5 – Técnicas e Ferramentas	Ferramentas
6 – Integração, Comunicação e Colaboração	Organização
7 – Habilidades Técnica, Comercial e Gerencial	Organização
8 – Aprendizagem Organizacional	Todas as Dimensões
9 – Gestão do Conhecimento	Todas as Dimensões

Quadro 4.2 – Correlação entre os Elementos para avaliação da Gestão dos CCV e as Dimensões DIP - EMBRAER.

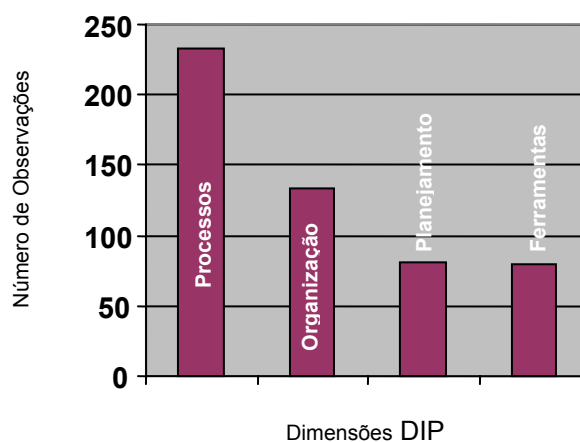


Fig. 4.18 – As observações dos entrevistados em relação às Dimensões do DIP - EMBRAER.

Cabe esclarecer que a classificação das observações e depoimentos dos entrevistados coube a toda a Equipe, tanto ao Grupo de Pesquisa quanto ao Grupo de Apoio.

A reunião de todos os resultados acima apresentados é que possibilitou a elaboração de uma proposta de Modelo de Gestão dos Custos do Ciclo de Vida do Produto, especialmente destinado à EMBRAER, elaborada em grande parte pelo Grupo de Apoio e acompanhada pelo Grupo de Pesquisa, e que é apresentada a seguir.

4.6.6 Proposta de Modelo de Gestão dos Custos do Ciclo de Vida do Produto

Foi visto que os resultados das entrevistas apontaram algumas oportunidades de aperfeiçoamento dos Processos de Gestão, visando a tomada de decisão, e das Informações necessárias, ambos atinentes aos Custos do Ciclo de Vida do produto, além da Capacitação do pessoal envolvido.

O Modelo de Gestão dos Custos do Ciclo de Vida proposto e apresentado sugere e parte de um Processo Básico de Gestão do CCV, a ser desdobrado em subprocessos e atividades, que identifica os pontos onde seriam necessárias bases de informações sobre Custos do Ciclo de Vida dos produtos, a serem criadas ou organizadas, e as áreas responsáveis pela sua estruturação.

A figura 4.19, que representa este Processo Básico de Gestão dos CCV, apresenta ainda, também de forma genérica, as responsabilidades (tarefas) atribuídas a diversos setores da empresa. Algumas dessas responsabilidades já foram preliminarmente definidas, como segue:

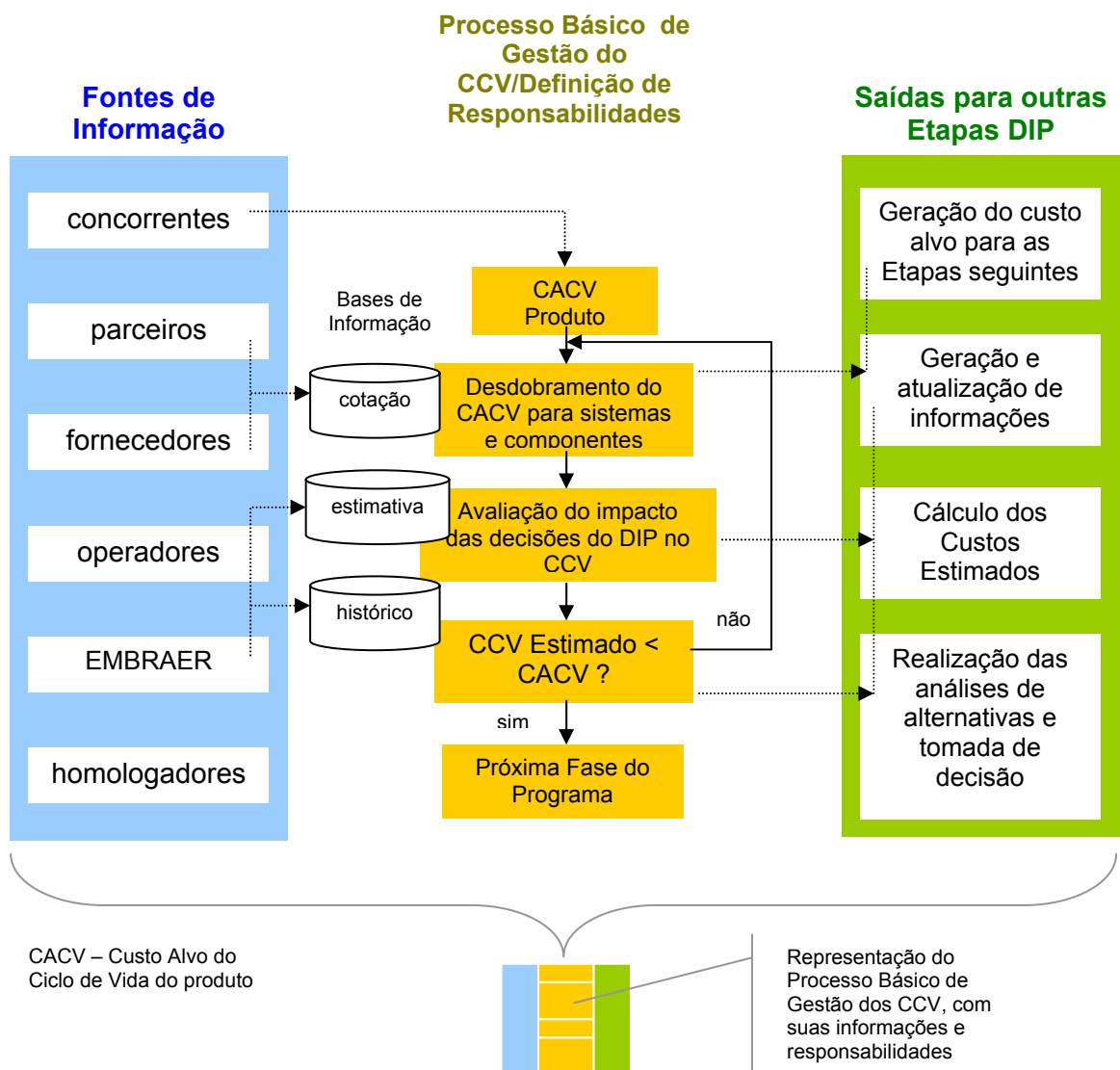


Fig. 4.19 – Processo Básico de Gestão dos Custos do Ciclo de Vida do produto

Tarefas principais que compõem o Processo Básico de Gestão dos CCV:

- Estimar Custo Alvo do Produto em função do mercado e dentro da margem definida para o Programa.
- Realizar o desdobramento de Custos Alvos (*top-down*) para os diversos segmentos da aeronave em cada fase do Ciclo de Vida, a partir do Custo Alvo do produto (Programa).
- Manter custos estimados dos segmentos, de responsabilidade de cada *DBTs* (os Times de Projeto), dentro do Custo Alvo de cada segmento em cada fase do Ciclo de Vida.
- Verificar impactos das soluções sobre os demais segmentos, buscando respeitar o Custo Alvo do Produto (integração com outros *DBTs* e *IPTs*).
- Consolidar custos totais estimados e realizar controle de configuração da aeronave visando obedecer ao Custo Alvo do Produto (*bottom-up*).

Atividades de suporte:

- Manter atualizado o histórico de custos de componentes (curva ABC). Sempre que houver mudanças de preço no mercado deve haver um “alerta” para a necessidade de novas estimativas de CCV.
- Manter atualizadas as informações sobre custos de manutenção, operação etc.
- Manter atualizados os valores de HH (horas homem).
- Consolidar informações de custos de todas as áreas.

Nesse sentido, o Processo Básico de Gestão dos CCV é desdobrado para todas as Etapas do Desenvolvimento de produtos na EMBRAER. Assim, cada uma dessas Etapas, em maior ou menor grau, com entradas e saídas apropriadas, e com o envolvimento das Diretorias e Gerências necessárias, utiliza este mesmo Processo

Básico, formando, assim, o que se poderia chamar de Modelo Conceitual de Gestão do Custos do Ciclo de Vida na EMBRAER (figura 4.20).

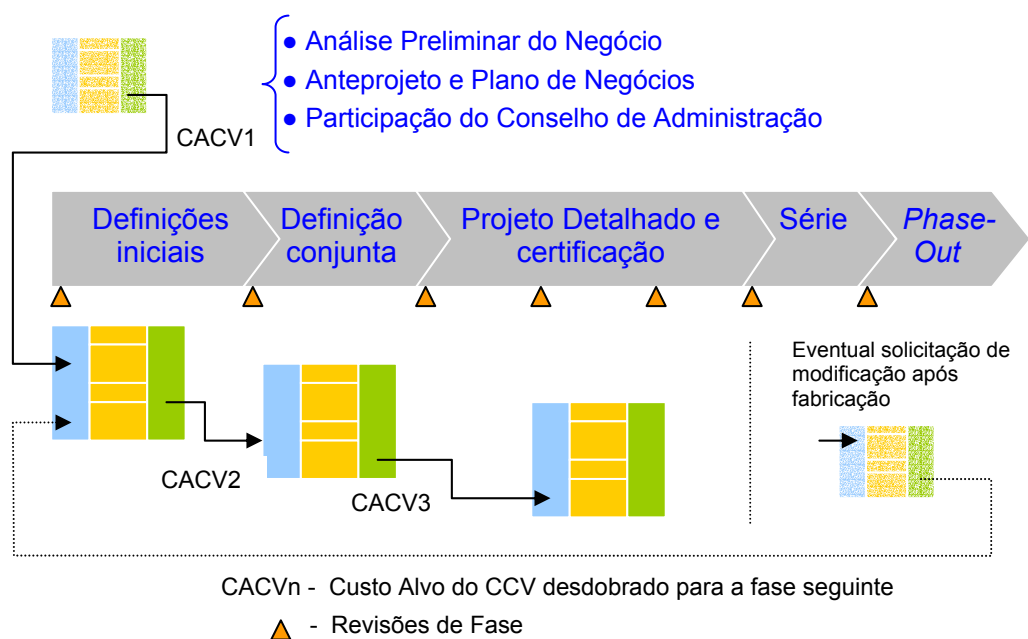


Fig. 4.20 – Modelo Conceitual de Gestão do CCV nas fases dos Programas EMBRAER.

Dessa forma, o Processo Básico inicial de análise e tomada de decisão sobre CCV vai sendo desdobrado e detalhado à medida que o próprio Processo de Desenvolvimento do Produto caminha. Note-se que mesmo no início do PDP (Estudos Preliminares), quando ainda se estuda a viabilidade comercial de realizar um determinado projeto, o mesmo Processo Básico é utilizado, obviamente com informações mais sintéticas e menos detalhadas.

Outra importante observação é a de que a comparação “custo estimado x CACV – Custo Alvo do Ciclo de Vida” será utilizada como parâmetro em outro processo já desenvolvido e utilizado pela EMBRAER, que é o Processo de Revisão de Fases - REFAP. Por este processo, ao longo de um Programa EMBRAER, são realizadas diversas revisões (ver figura 4.19) ou “checagens” – na literatura estes pontos de checagem são também conhecidos por “*tolgates*”. O Programa somente passa para a fase seguinte se todas as especificações, sejam elas técnicas, comerciais, financeiras

etc., estipuladas para a fase anterior forem cumpridas. Da mesma forma, o que se pretende é que a relação “Custo Estimado < CACV” seja verdadeira para que o Programa prossiga. Caso isso não ocorra, os responsáveis pelo processo, naquela fase, deverão adotar providências, internas, junto a parceiros, fornecedores e outros, para que aquela restrição seja obedecida.

Em relação às bases de informação, como visto, há necessidade de melhorias. Ainda não se definiu quais setores ou grupos da empresa deverão alimentar e manter atualizadas essas bases. Tratando-se muitas vezes de informações confidenciais, obviamente os acessos serão limitados e haverá mecanismos para que elas cheguem de forma adequada às pessoas que dela farão uso. Uma das idéias é a utilização de valores referencias, ou percentuais, e não valores absolutos, em moeda. Apenas um grupo restrito de pessoas teria acesso a todas as informações de modo que sejam preservadas as informações sigilosas.

No que se refere às estimativas de custos, já foi visto que há diversos modelos conhecidos, dos paramétricos àqueles baseados em informações mais detalhadas. Em cada fase do Programa, dependendo do maior ou menor grau de certezas e quantidades de informações, deverá ser utilizado um modelo mais apropriado a ser definido pela equipe de implementação do Modelo proposto.

Sobre as Revisões de Fase (Projeto REFAP EMBRAER)

Foi elaborado um esboço de *Check List* para os responsáveis pela aprovação das soluções em cada segmento do produto ou fase do Programa, a ser incorporado às Revisões de Fase dos Programas. São perguntas a serem respondidas e para as quais devem ser obtidas respostas positivas para que um projeto vá adiante. São elas:

- a) O Custo Estimado do segmento (parte ou sistema da aeronave) está dentro do Custo Alvo para ele definido na fase anterior? Considerou-se o Custo de todo o Ciclo de Vida do Produto (Fabricação, Operação, Manutenção, etc.)?

b) Foram analisados os impactos nos custos recorrentes, de manutenção e operação dos outros segmentos? Ou seja, a configuração ou solução de projeto selecionada acarretará alteração nos CCV dos outros segmentos ou sistemas?

c) As decisões tomadas ao longo de cada Etapa do DIP consideraram o seu impacto sobre os Custos do seu Ciclo de Vida do produto em relação aos aspectos relacionados abaixo?

- Outros segmentos do avião
- Simuladores
- Peso
- Qualidade de vôo
- Ensaios de vôo
- Estruturas
- Cargas e Aeroelasticidades
- Protótipos (pré-série, Dispositivos de teste, *Mock-up* etc.)
- Peças de Reposição
- Plano de Manutenção
- Ferramental
- Qualidade
- Certificação
- Material Fabricado
- Material Produzido

d) Foi realizada uma análise de impacto global? Ou seja, mesmo que alguns determinados custos parciais tenham aumentado, a solução contribuiu para que o CCV total da aeronave diminuísse ou que houvesse ganho em termos de negócio? Foi possível determinar, na comparação entre Custo Estimado e CACV:

- Diferenças entre Custos recorrentes do segmento?
- Diferenças entre Custos não-recorrentes do segmento?
- Ganhos projetados com a solução adotada ?

d) O Custo Estimado do Produto Final está dentro do Custo Alvo? Existe a possibilidade de realocação de Custos Alvos entre segmentos/sistemas ou sua redução? Para Recorrentes e Não-Recorrentes?

- e) Com as atuais soluções, o Programa estima um retorno financeiro dentro da margem definida no Plano de Negócios (*Business Plan*)?

Obviamente, todas estas perguntas não haverão de ser respondidas pelos mesmos responsáveis. Existem vários níveis de verificação, cada um afeito a questões mais operacionais ou mais gerenciais. De certo este *Check-list* deverá ser aperfeiçoado e incluído no REFAP – Revisões de Fases do Programa, em cada Etapa do DIP.

Plano de Implementação

Após a elaboração do Modelo Conceitual de Gestão dos Custos do Ciclo de Vida do Produto (figura 4.20), que, por ser generalista, em tese serviria a qualquer empresa, o Grupo de Apoio da EMBRAER passou a traduzi-lo em termos de estrutura organizacional da empresa, como proposta para futura implementação. Esta adaptação do Modelo Conceitual à empresa gerou então o Modelo de Gestão dos CCV EMBRAER. Este Modelo de Gestão dos CCV pode ser visto na figura 4.21, em seu primeiro nível. Nela podem ser observados os três aspectos principais do Modelo Geral, que são: o Processo de Gestão, as Bases de Informação e Atribuição de Responsabilidades, que implicarão necessariamente em treinamento e capacitação dos envolvidos.

Os detalhamentos do Modelo de Gestão dos CCV EMBRAER para cada uma das Etapas de seu Processo de Desenvolvimento estão mostrados nas figuras 4.22 a 4.27. Note-se que em cada uma das etapas de desenvolvimento do produto, o mesmo Modelo Conceitual está presente, comportando, no entanto, entradas, saídas, responsabilidades e informações condizentes com o nível de detalhamento exigido em cada uma das etapas do DIP - EMBRAER.

O processo de Gestão dos CCV, detalhado nas figuras 4.22 e 4.27 deverá, ainda, ser traduzido na forma de um manual. Esta providência deverá ser tomada oportunamente pela empresa antes da efetiva implementação do Modelo de Gestão dos CCV descrito, de modo a facilitar o seu entendimento.

Por ora, os quadros 4.3 a 4.8, respectivamente correspondentes às figuras 4.22 a 4.27, descrevem os principais elementos presentes no Modelo de Gestão dos CCV desenvolvido na EMBRAER.

No Capítulo 5 é apresentada uma sugestão de roteiro a ser seguido por empresas que se disponham a realizar semelhante trabalho de elaboração de um Modelo de Gestão dos CCV do produto ao longo do PDP, fruto da experiência e do aprendizado com o trabalho realizado na EMBRAER.

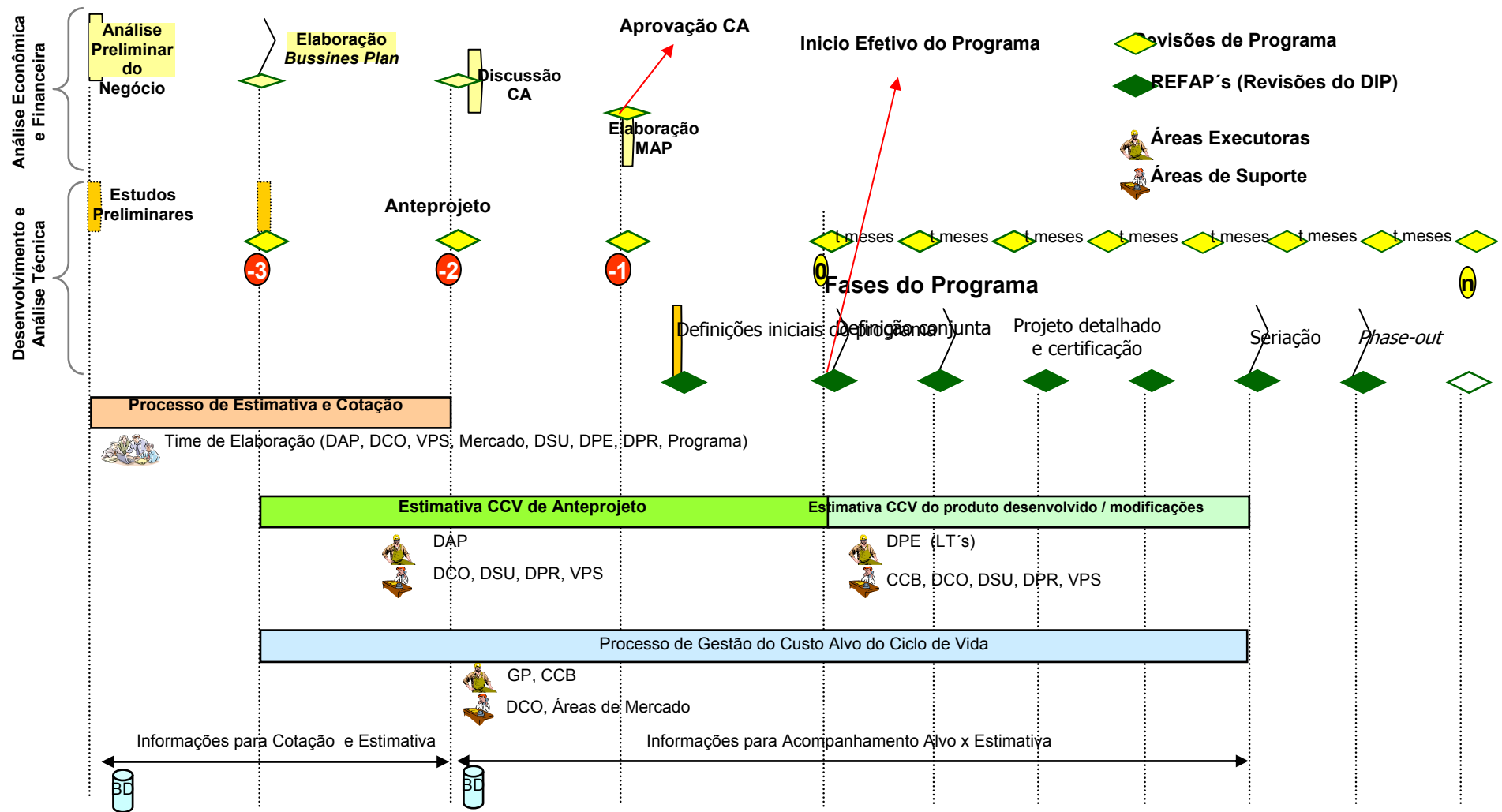


Fig. 4.21 – Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – 1º Nível

Componentes do Modelo de Gestão dos CCV na Fase de <u>Análise Preliminar do Negócio</u>	Descrição
Objetivos	Definir e validar um Custo Alvo para o Ciclo de Vida de um novo produto proposto, a ser desenvolvido e fabricado, de modo que, do ponto de vista econômico, os resultados prováveis estejam de acordo com os objetivos estabelecidos pela empresa. Nesta fase a Gestão dos CCV limita-se a avaliar, preliminarmente, uma idéia.
Saídas esperadas	Valor do Custo Alvo do Produto (de toda a aeronave).
Destino das saídas	DAP – Para posterior desdobramento do CACV nos primeiros níveis da curva ABC (custos de sistemas e componentes).
Entradas necessárias	Preço de Mercado, configuração inicial do produto, Custos históricos.
Fontes das entradas	Inteligência de Marketing, Área Comercial e Anteprojeto.
Bases de informações sobre CCV	Custos Históricos, Cotação junto a fornecedores e estimativas.
Tipo de Estimativa dos CCV	Paramétrica.
Áreas responsáveis pelo processo de Gestão dos CCV	Anteprojeto (estimativa em função da configuração) e Gerência do Programa.

Quadro 4.3 – Descrição do Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – Análise Preliminar do Negócio.

Análise Preliminar do Negócio

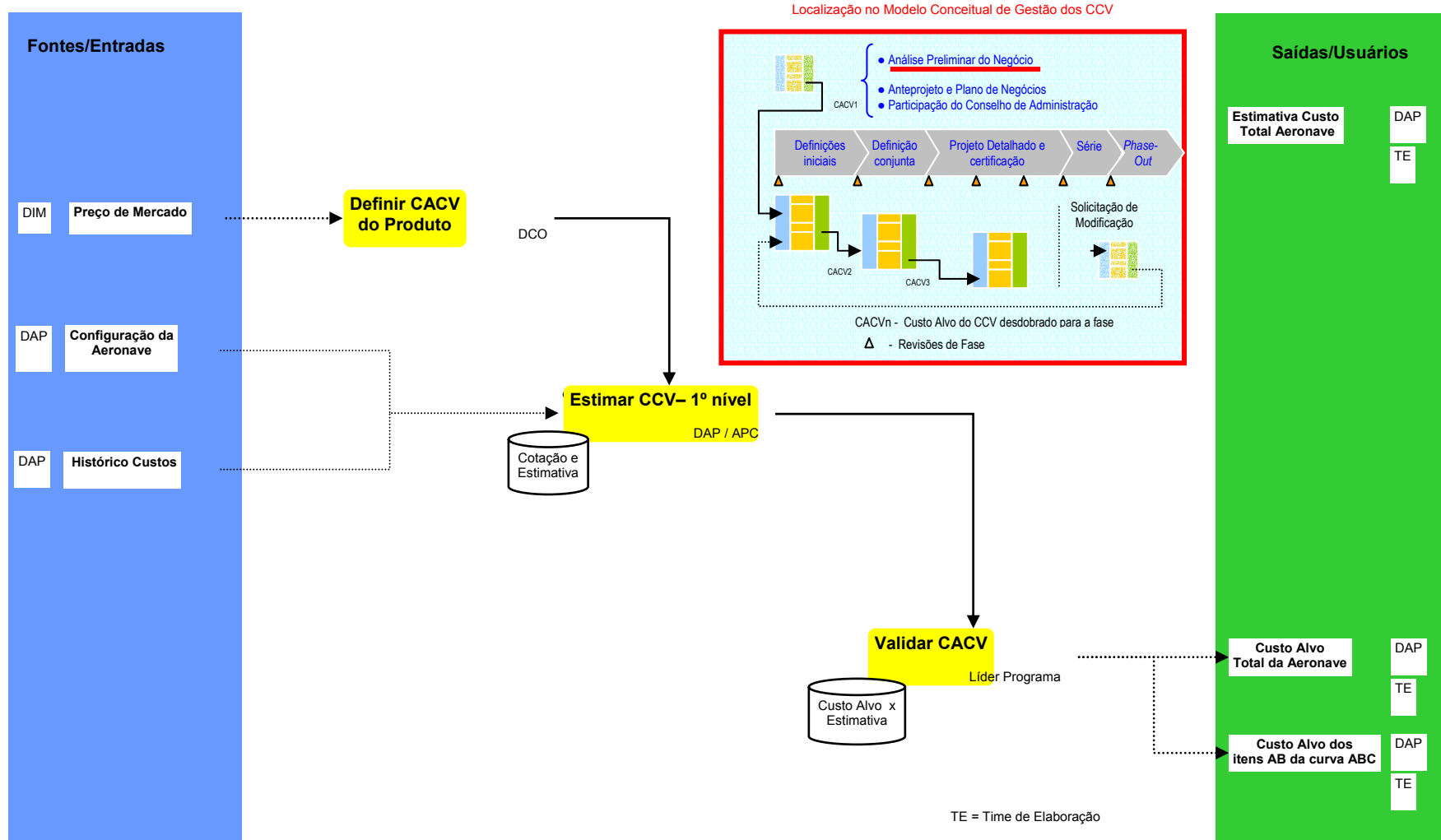


Fig. 4.22 – Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – Análise Preliminar do Negócio

Componentes do Modelo de Gestão dos CCV na Fase de Anteprojeto/Plano de Negócios	Descrição
Objetivos	Estabelecido o valor de Custo Alvo total para o produto, conforme resultado preliminar da fase anterior, prossegue-se com uma análise mais apurada, de modo que se possa avaliar o real impacto da introdução de um novo produto, desta feita considerando informações de diversos outros setores da empresa (suprimentos, fábrica) e informações mais detalhadas sobre os diversos componentes do CCV da aeronave.
Saídas esperadas	Custos Alvo de Grandes Segmentos Estruturais e de Sistemas – GSES e confirmação do CACV do produto, para ratificação de viabilidade econômica.
Destino das saídas	Anteprojeto (confirmação de soluções de anteprojeto), Gerência de Programa (controle de configuração e valores de custos estimados), Controladoria (planos de ação), Conselho de Administração (valores estimados do CCV).
Entradas necessárias	Preço de mercado, CACV, Custos históricos dos itens AB da curva ABC, Históricos de Custos de GSES, Custos de manutenção, quantidades e valores de Horas-homem.
Fontes das entradas	Inteligência de Marketing, Anteprojeto, Controladoria, Suprimentos, Produção.
Bases de informações sobre CCV	Custos estimados, cotações.
Tipo de Estimativa de CCV	Paramétrico e analógico.
Áreas responsáveis pelo processo de Gestão dos CCV	Anteprojeto e Gerência de Programa.

Quadro 4.4 - Descrição do Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – Anteprojeto/Plano de Negócios.

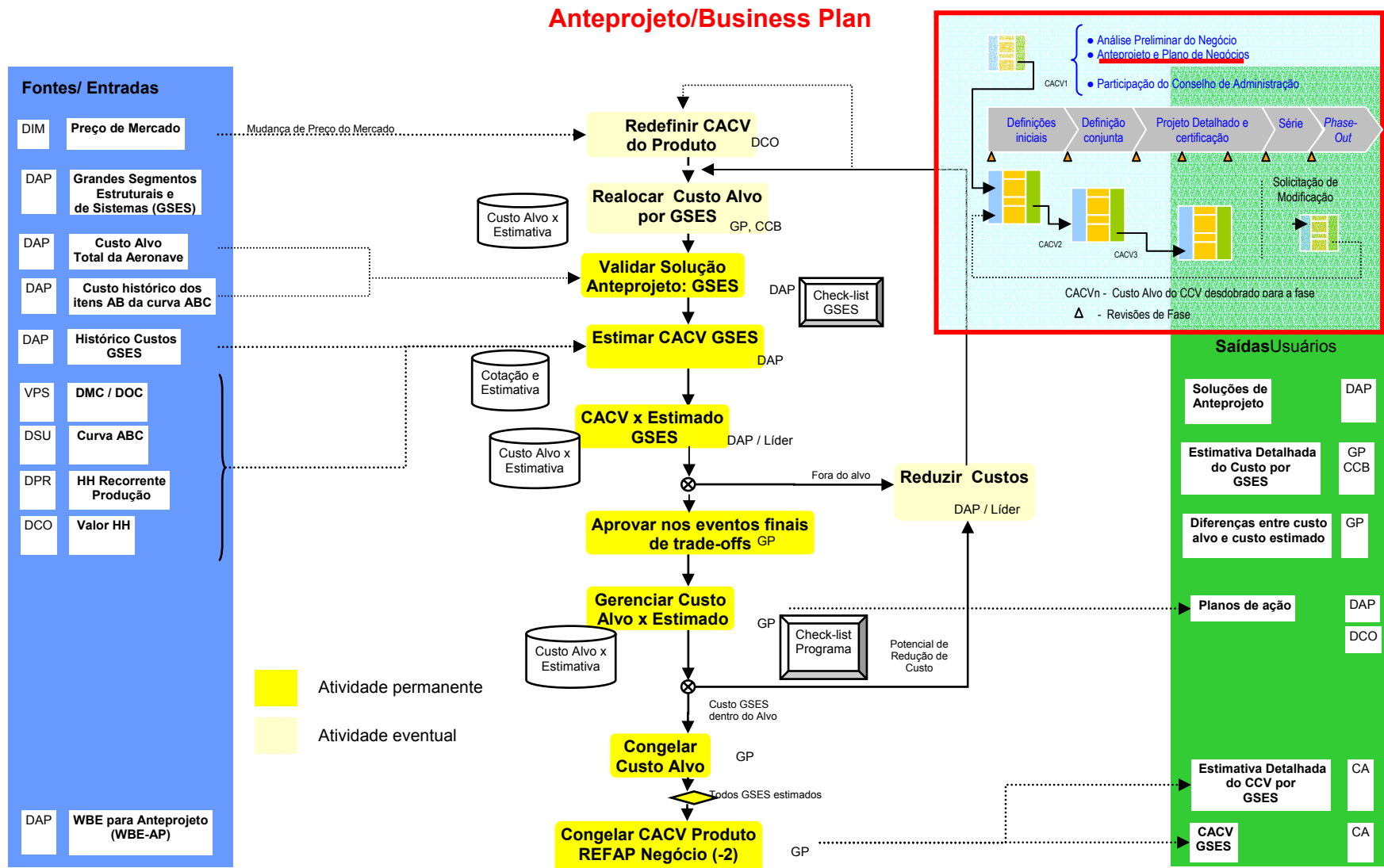


Fig. 4.23 – Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – Anteprojeto/Business Plan

Componentes do Modelo de Gestão dos CCV na Fase de <u>Discussão no Conselho de Administração</u>	Descrição
Objetivos	Análise e confirmação dos valores de CACV, em função dos valores estimados até esta fase, visando posterior ativação do Programa.
Saídas esperadas	Custos Alvo dos GSES (eventualmente realocados nesta fase) e do CACV congelados, Planos de ação.
Destino das saídas	Anteprojeto, Controladoria, Gerência de Programa, Conselho de Administração.
Entradas necessárias	Eventuais solicitações de alteração de margem de retorno, CCV estimados nas fases anteriores, valores históricos de GSES e seus desdobramentos, solução atual de anteprojeto, valores de custos de operação e de manutenção, Curva ABC, Quantidades e valores de Horas-homem.
Fontes das entradas	Conselho de Administração, Anteprojeto, Suprimentos, Produção e Controladoria.
Bases de informações sobre CCV	Cotações, CCV estimados, CCV históricos.
Tipo de Estimativa de CCV	Paramétrico e analógico.
Áreas responsáveis pelo processo de Gestão dos CCV	Controladoria (eventual), Gerência de Programa, Anteprojeto.

Quadro 4.5 - Descrição do Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – Discussão no Conselho de Administração.

Discussão no Conselho de Administração - CA

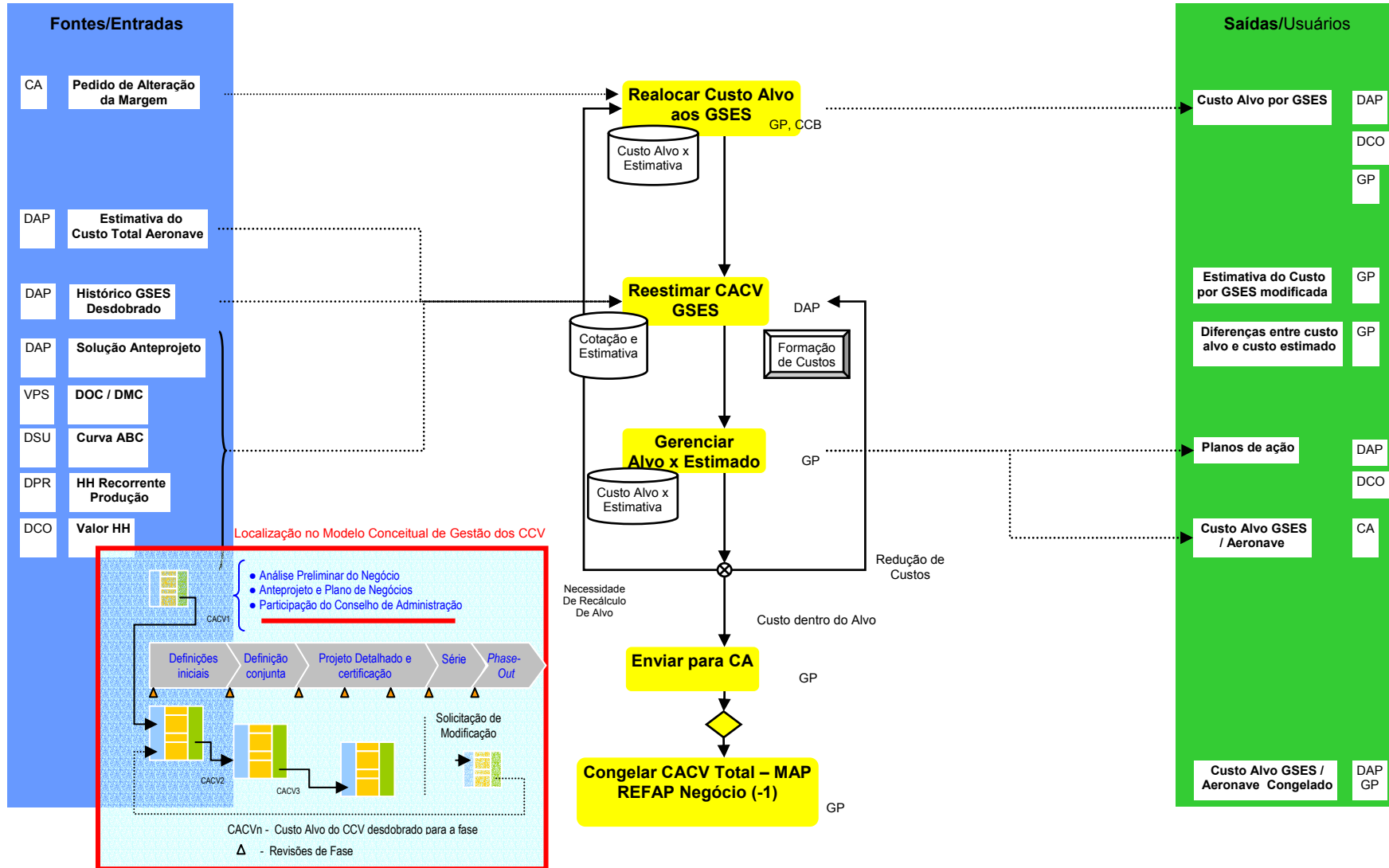


Fig. 4.24 – Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – Discussão no Conselho de Administração

Componentes do Modelo de Gestão dos CCV na Fase de Anteprojeto/Definições Iniciais	Descrição
Objetivos	Validação, após oficialização do Programa e antes do envolvimento dos parceiros, dos Custos Alvo dos GSES (desdobrados num primeiro nível - WBE) e do Produto.
Saídas esperadas	Custos Alvo GSES atualizados e desdobrados, confirmação das soluções de anteprojeto, Planos de ação, Custos estimados até o nível de desdobramento atual.
Destino das saídas	Anteprojeto, DPE, Gerência de Programa, Controladoria.
Entradas necessárias	Preço de mercado atualizado, Custo Alvo por GSES, Histórico de Custos dos GSES desdobrados, Custos de operação e de manutenção, Curva ABC, Quantidade e valores de Horas-homem.
Fontes das entradas	Marketing, Conselho de Administração (MAP), Anteprojeto, Suprimentos, Produção, Controladoria e Gerência do Programa.
Bases de informações sobre CCV	Cotações, Valores históricos de CCV e CCV estimados.
Tipo de Estimativa de CCV	Analogico.
Áreas responsáveis pelo processo de Gestão dos CCV	Controladoria (eventual), Anteprojeto, Gerência de Programa.

Quadro 4.6 - Descrição do Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – Anteprojeto/Definições Iniciais.

Anteprojeto/Definições Iniciais

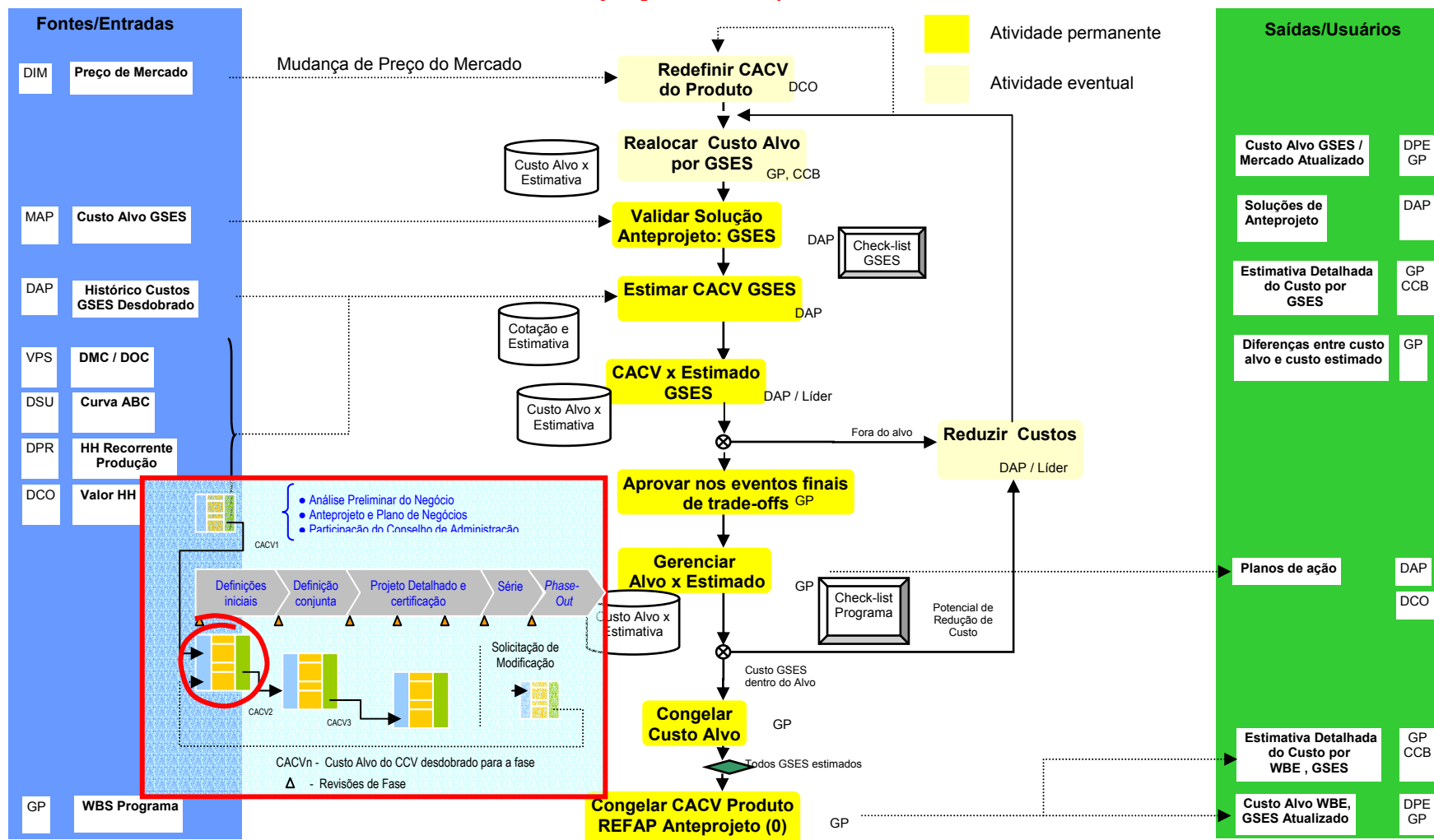


Fig. 4.25 – Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – Anteprojeto/Definições Iniciais

Componentes do Modelo de Gestão dos CCV na Fase de <u>Definição Conjunta</u>	Descrição
Objetivos	Definir e confirmar os valores de Custos Alvo dos GSES com os parceiros.
Saídas esperadas	CACV atualizado, soluções de engenharia atualizadas, Estimativas detalhadas de custos dos GSES (Estrutura do Produto Avançada), diferenças entre custos alvo e custos estimados, Planos de Ação.
Destino das saídas	Gerência de Programa, Anteprojeto, Times de Desenvolvimento, Controladoria, DPE.
Entradas necessárias	Preço de mercado atualizado, Custos alvo dos GSES, Custos históricos dos GSES desdobrados, Custos de operação e de manutenção, Curva ABC, Quantidades e valores de Horas-homem.
Fontes das entradas	Marketing, Conselho de Administração, Anteprojeto, Suprimentos, Produção, Controladoria e Gerência de Programa.
Bases de informações sobre CCV	Custos Estimados, Cotações.
Tipo de Estimativa de CCV	Analogico ou do tipo baseado em projeto detalhado.
Áreas responsáveis pelo processo de Gestão dos CCV	Controladoria (eventual), Gerência de Programa (lideranças de times e responsáveis pelo controle de configuração).

Quadro 4.7 - Descrição do Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – Definição Conjunta.

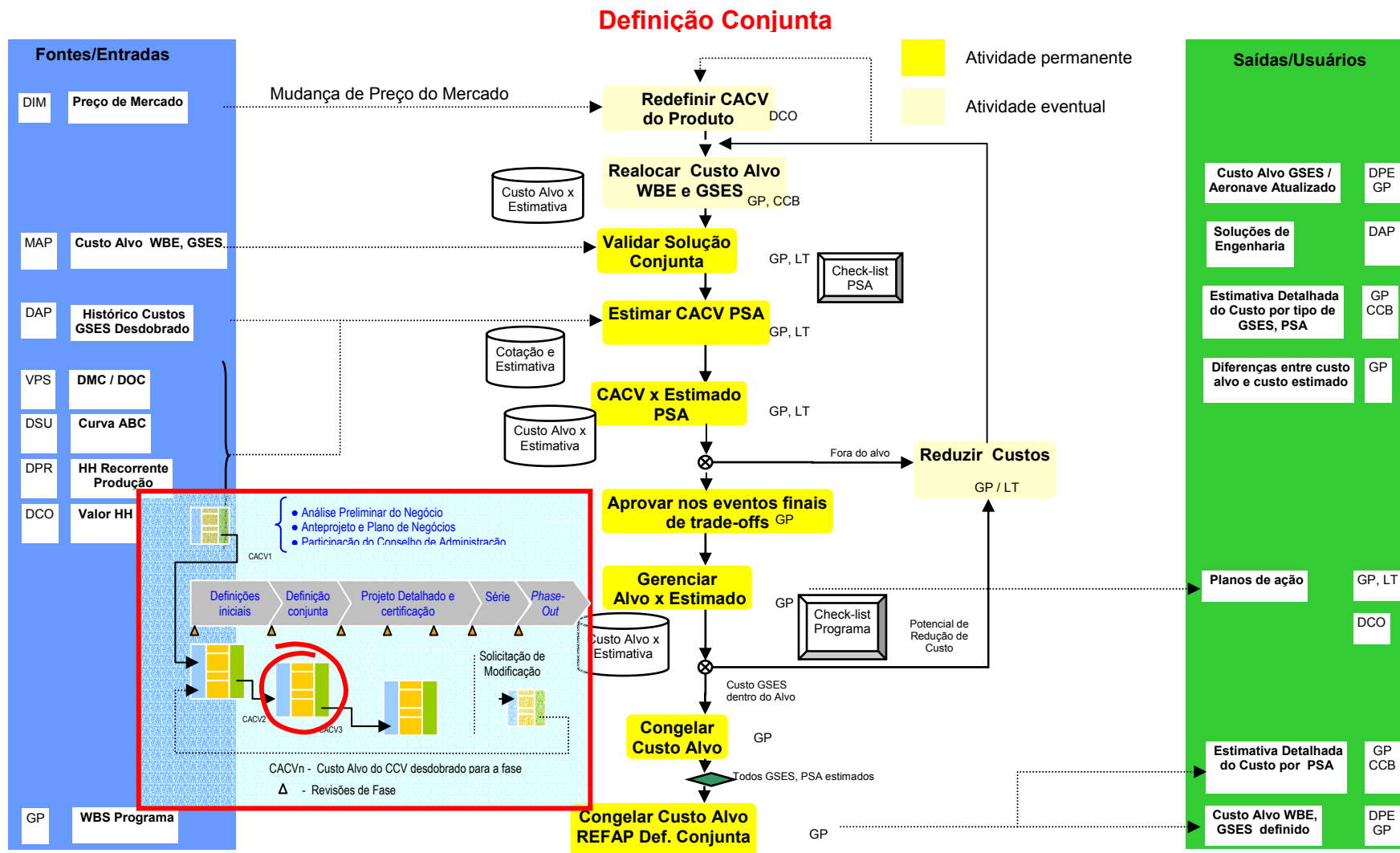


Fig. 4.26 – Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – Definição Conjunta

Componentes do Modelo de Gestão dos CCV na Fase de Projeto Detalhado/Liberação do Desenho	Descrição
Objetivos	Acompanhamento dos desdobramentos dos Custos Alvo dos GSES detalhados visando liberação dos desenhos, nas reuniões de revisão de projeto com os parceiros (CDR), e controle mensal dos CCV estimados x CACV e Custos Alvo dos GSES nas Revisões de Fase do Programa (REFAP).
Saídas esperadas	Custos Alvo dos GSES e CACV atualizados.
Destino das saídas	Gerência de Programa (Líderes de times e responsáveis pelo controle de configuração), Anteprojeto e Controladoria.
Entradas necessárias	Preço de Mercado atualizado, Custos Alvo dos GSES e correspondentes desdobramentos, Custos de Manutenção e de Operação, Curva ABC, Quantidades e Valores de Horas-homem, WBS do Programa.
Fontes das entradas	Marketing, Conselho de Administração, Suprimentos. Produção, Controladoria e Gerência de Programa.
Bases de informações sobre CCV	Custos estimados desdobrados, Cotações.
Tipo de Estimativa de CCV	Baseados em projetos detalhados.
Áreas responsáveis pelo processo de Gestão dos CCV	Controladoria (eventual), Gerência de Programa (Lideranças de times de desenvolvimento e responsáveis pelo controle de configuração).

Quadro 4.8 - Descrição do Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – Projeto Detalhado/ Liberação do Desenho.

Projeto Detalhado/Liberação do Desenho

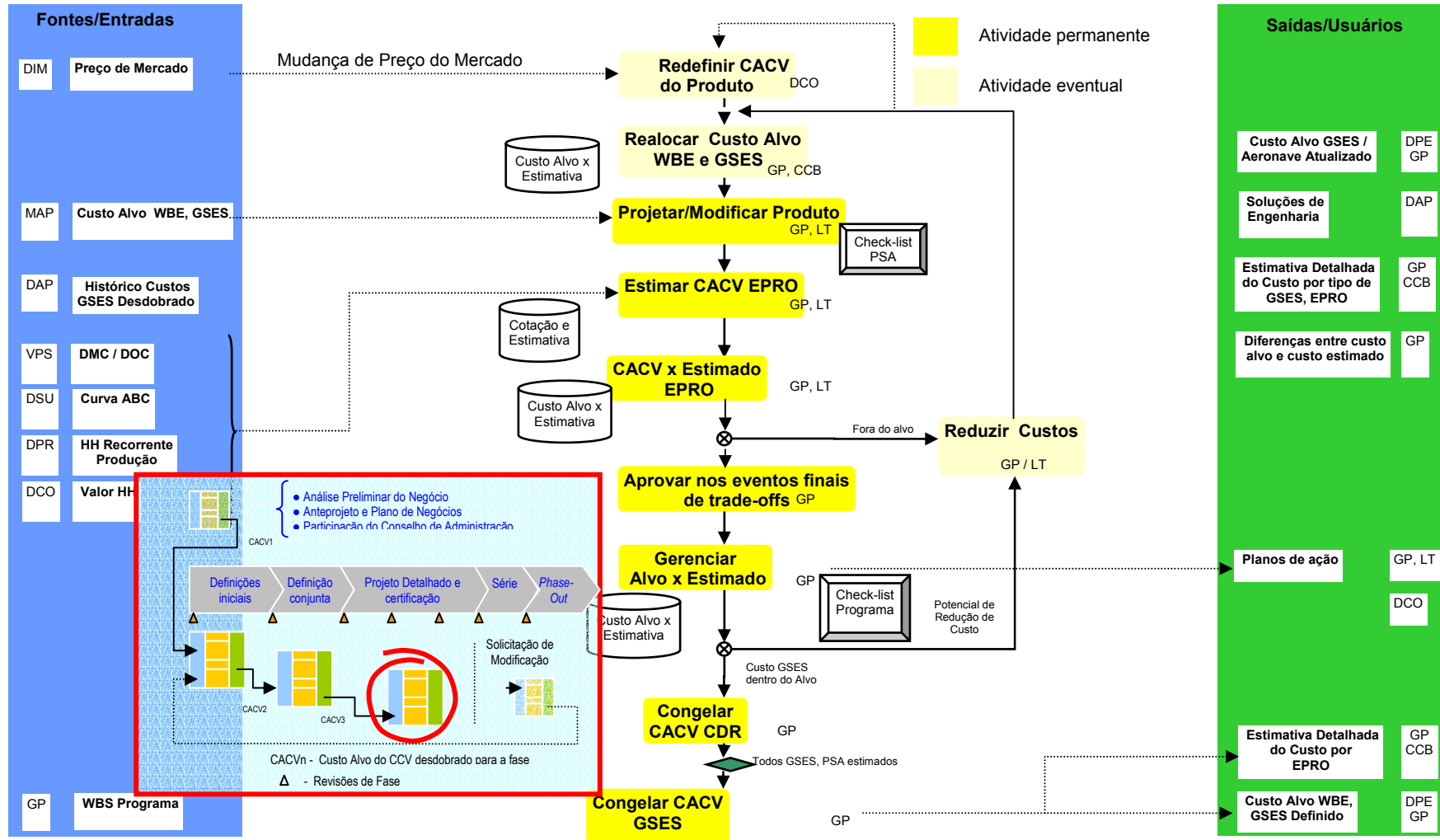


Fig. 4.27 – Modelo de Gestão dos CCV na EMBRAER – Projeto Detalhado/Liberação do Desenho

5 RECOMENDAÇÕES E ROTEIRO PARA A INCORPORAÇÃO DA GESTÃO DOS CUSTOS DO CICLO DE VIDA AO PDP

Ao mesmo tempo em que serviu para a elaboração de um Modelo de Gestão dos CCV, a Pesquisa-Ação realizada permitiu também identificar alguns aspectos de caráter operacional importantes em pesquisas desse tipo, mormente em empresas bem estruturadas e em que o nível dos profissionais envolvidos seja elevado, não apenas do ponto de vista de formação técnica, mas principalmente de planejamento, organização de projetos e preparo para trabalhar em grupo. Abaixo se encontram dois itens considerados de importância fundamental para o sucesso desta pesquisa, e que se referem basicamente à evidenciação dos objetivos da pesquisa e ao seu planejamento. Em seguida, encontra-se o roteiro de 10 etapas para a elaboração de Modelos de Gestão dos Custos do Ciclo de Vida do Produto, elaborado com base na experiência realizada, e que poderá servir de base para a condução de projetos semelhantes.

5.1 O Risco da Expressão “Gestão de Custos”.

Desde as primeiras reuniões para definição do escopo da pesquisa os componentes do Grupo de Apoio, assim como outros participantes, incluindo gerentes de departamentos e coordenadores de grupos, devem estar esclarecidos quanto à proposta da pesquisa: um estudo sobre os mecanismos de gestão do impacto das decisões de engenharia sobre os Custos do Ciclo de Vida do produto. No entanto, o que parece bastante claro pode passar a ter uma outra conotação quando do envolvimento de outras áreas da empresa, devido ao emprego da expressão “**gestão de custos**”. Pelo fato da expressão “gestão de custos” poder ter um outro significado para os setores financeiros das empresas, tal como “controle de orçamento” ou simplesmente do “custo de componentes e sistemas”, deve-se apressar em esclarecer que não se trata de controlar ou ter acesso a valores de custos de peças e componentes ou de interferir nas atividades de controle afeitas ao setor financeiro da empresa, mas sim de dotar o PDP de mecanismos que permitam ao engenheiro definir a melhor alternativa de projeto em relação ao CCV. Por este motivo, no caso estudado, vários nomes foram dados ao

projeto, tais como “*DTC – Design To Cost DIP*” ou “*DAV - Design To Add Value DIP*”, justamente para evitar interpretações equivocadas acerca dos objetivos do projeto. Fato é que essa preocupação foi constante durante toda a pesquisa e, neste aspecto, o trabalho de comunicação e de esclarecimento desenvolvido pela Equipe de Apoio junto às altas e médias gerências foi fundamental.

5.2 A Importância do Planejamento do Projeto

O fato da empresa estudada já possuir uma grande familiarização com projetos de desenvolvimento tecnológico facilitou sobremaneira a condução da pesquisa. Ideal seria que todo projeto cumprisse as etapas descritas no capítulo 4, ou seja, a elaboração formal da proposta com a definição do escopo e dos objetivos do projeto, do número de horas e recursos a serem utilizados, cronograma etc. A Equipe de Apoio deve ser capaz de auxiliar na escolha das pessoas a serem entrevistadas e no contato anterior à entrevista com cada uma dessas pessoas no sentido de prepará-las para o assunto. É fundamental que tais pessoas possuam conhecimento sobre o tema a ser tratado para que sua contribuição possa de fato ser proveitosa.

É importante que o trabalho tenha o *status* de “projeto oficial”, designação dada aos projetos com pessoal especialmente alocado, ainda que parcialmente, para sua realização. A elevação do projeto a esta categoria é muito importante já que a Equipe de Apoio pode assim dispor de um certo número de horas pré-estabelecido a ser dedicado especialmente a ele, o que certamente confere grande impulso e reconhecimento ao trabalho. Em outras palavras, o projeto não deve ser tratado como mera “experiência”.

Iniciadas as entrevistas, e mesmo depois de encerradas, as reuniões periódicas dos membros dos Grupos de Pesquisa e de Apoio (ou do grupo encarregado do projeto, se for único) servem para redefinir entrevistados, avaliar a condução e o conteúdo das entrevistas e para analisar resultados. Os conteúdos das reuniões devem sempre ser registrados em atas, o que também contribui para a documentação do projeto.

Ainda com relação às entrevistas, deve-se adotar a estratégia de solicitar que os gerentes peçam a atenção dos entrevistados para elas, o que facilita o agendamento das entrevistas e certamente evita que algumas delas sejam adiadas ou canceladas. Estas providências contribuem para o cumprimento do cronograma inicial.

Vale lembrar ainda que devem ser planejados os mecanismos de evidenciação do andamento do projeto, através dos meios disponíveis (correio eletrônico ou portal de colaboração via Internet, por exemplo), antes mesmo da apresentação de resultados nas reuniões entre a Coordenação do projeto e os interessados (diretores, gerentes, supervisores etc.).

5.3 Roteiro para a Elaboração de Modelos de Gestão dos CCV

Como visto no capítulo 1, a Pesquisa-Ação é flexível quanto às etapas de sua aplicação, em função do objeto de estudo e das características da população ou do universo a ser investigado. Assim, embora o próprio método utilizado já indique por si só um roteiro básico a ser seguido, conforme se viu, ele foi adaptado e devidamente descrito no capítulo 4 desta pesquisa. A Figura 5.1 apresenta um roteiro, ou sugestão, de etapas a serem cumpridas na execução de uma Pesquisa-Ação semelhante à que foi realizada. Em seguida, apresentam-se a descrição de cada uma dessas etapas e as recomendações correspondentes visando futuras replicações desta pesquisa.

Para o caso de não se utilizar a Pesquisa-Ação como método para a incorporação da Gestão dos CCV ao Processo de Desenvolvimento do Produto, então o roteiro da fig. 5.1 deve ser revisto e adaptado a cada método, ou até mesmo ser desconsiderado.

1 – Esclarecimento, Convencimento e Divulgação do Tema do Projeto

Sem a realização desta etapa o trabalho tem grande chance de não atingir seus propósitos. Por se tratar de uma pesquisa que pressupõe a participação ativa de profissionais de dentro da Organização, dificilmente eles se sentirão engajados se não houver a compreensão da necessidade de incorporação da Gestão dos CCV ao PDP. Se

não houver o perfeito entendimento de que escolhas e decisões durante o desenvolvimento do produto podem afetar seus custos e seu retorno financeiro, não haverá como as pessoas conduzirem entrevistas na direção desejada, se entrevistadores, ou de contribuir com suas impressões, se entrevistados.

Além disso, este trabalho de esclarecimento e convencimento deve começar pela alta direção da empresa ou dos departamentos envolvidos. Somente com o aval desses diretores e gerentes, e a divulgação de que tal pesquisa será realizada, as pessoas dedicarão parte de seu tempo à sua participação.

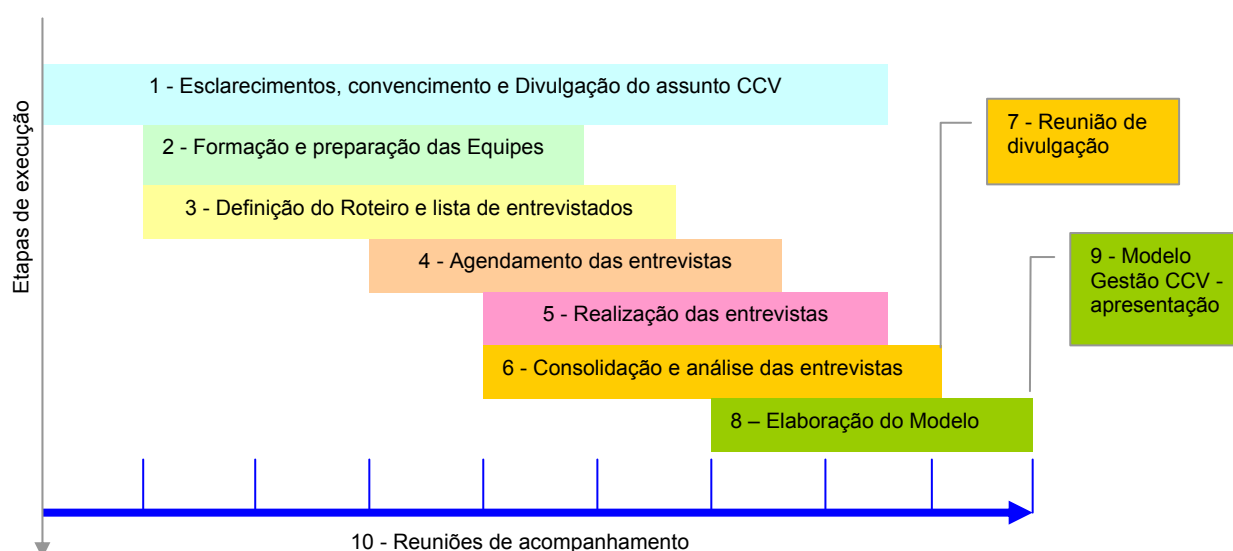


Fig. 5.1 – Etapas para a incorporação da Gestão dos CCV ao PDP com a utilização de Pesquisa-Ação.

2 – Formação e Preparação das Equipes de Pesquisa e de Apoio

Já foi visto que há normalmente (mas não necessariamente) duas equipes na condução da pesquisa: a Equipe de Pesquisa e a Equipe de Apoio. Na Pesquisa-Ação realizada a Equipe de Pesquisa foi composta por pessoas de fora da Organização. Isto, como se pôde observar na empresa pesquisada, pode trazer vantagens e desvantagens. As desvantagens devem-se fundamentalmente ao desconhecimento das estruturas de

governança e dos processos internos à empresa, o que talvez faça com que as análises sejam mais demoradas ou mais generalistas (especialistas no assunto tenderiam a discutir os resultados com maior profundidade). Por outro lado, pessoas que não pertencem aos quadros da organização sentem-se mais livres para opinar a respeito do conteúdo das entrevistas e imunes a vícios ou à própria cultura da empresa. Além disso, pessoas externas à empresa, especialmente pesquisadores, normalmente possuem maior destreza na condução de pesquisas de caráter científico, o que dá maior credibilidade aos resultados e conclusões alcançados.

Quanto à Equipe de Apoio, é necessário que conheça o PDP e esteja perfeitamente familiarizada com o tema e esclarecida quanto aos objetivos da pesquisa. Aliás, os objetivos práticos e alcançáveis devem ser fruto de acordo entre as Equipes de Pesquisa, de Apoio e a direção da empresa. Seria também desejável que a Equipe de Apoio tivesse acesso a artigos ou outros tipos de textos sobre a Gestão dos CCV no sentido de aumentar os conhecimentos sobre o assunto e melhor conduzir as entrevistas.

3 – Roteiro de entrevistas, Lista de Entrevistados e Ferramentas de Análise

Este é um exemplo da importância da integração entre as Equipes de Pesquisa e de Apoio. O roteiro de entrevistas deve ser compreendido pelos que conduzirão as entrevistas, mas, normalmente, é fruto de experiências passadas dos pesquisadores envolvidos. Por outro lado, somente a Equipe de Apoio pode definir os nomes dos entrevistados adequadamente. Estes devem possuir alguma experiência nas áreas de interesse da pesquisa (Engenharias, Marketing, Finanças, Comércio, Suprimentos etc.), relacionadas ao PDP, e possuir cargo de Chefia ou Gerência. Estas pessoas normalmente possuem maior acesso a informações relevantes e, provavelmente, teriam mais a contribuir com a pesquisa.

4 – Agendamento das entrevistas

Como se viu, os entrevistados normalmente possuem alguma função de comando e, via de regra, é comum se encontrar alguma dificuldade no agendamento das

entrevistas ou adiamentos de última hora. Isto de fato aconteceu diversas vezes na condução do presente trabalho. Recomenda-se que as chefias imediatas dos entrevistados sejam comunicadas a respeito das agendas das entrevistas para, primeiro, dar notícias sobre o andamento dos trabalhos e quais membros de sua equipe estão sendo ouvidos; segundo, para que o entrevistado sinta-se na obrigação de cumprir a agenda, já que sua chefia foi comunicada a respeito e, presume-se, esteja de acordo. Como, via de regra, não é possível agendar todas as entrevistas de uma só vez, este agendamento não figura no roteiro como uma atividade pontual mas como uma etapa que dura praticamente o mesmo tempo em que se desenvolvem as próprias entrevistas.

5 – Realização das entrevistas

Nem sempre é possível à Equipe de Pesquisa estar presente a todas as entrevistas, seja ela composta de pessoas de dentro ou de fora da Organização. No entanto, é de extrema importância que às primeiras entrevistas estejam presentes membros tanto da Equipe de Apoio quanto da Equipe de Pesquisa. Isto é necessário para dar certo padrão na condução das entrevistas. Este padrão deve ser estabelecido principalmente pela Equipe de Pesquisa, daí a sua necessária presença, ao menos até que a Equipe de Apoio sinta-se familiarizada com a maneira de abordar as questões discutidas nas entrevistas.

6 – Classificação e Análise das Entrevistas

O resultado das entrevistas normalmente é uma fita com conversas gravadas (preferencialmente) ou uma grande quantidade de anotações em papel. De qualquer forma, todas as observações devem ser depois dispostas numa ordem da qual se possa extrair comparações e conclusões. Se houver um questionário, com perguntas fechadas ao invés de um roteiro de entrevistas, estas comparações serão facilitadas.

O chamado Modelo de Prospecção mencionado no capítulo 4 e utilizado na EMBRAER foi particularmente interessante por possuir “ELEMENTOS” que facilitaram a classificação das respostas e por ter certa identificação com o que a

empresa chama de Dimensões DIP, mesmo utilizando-se de um roteiro de entrevistas ao invés de um questionário. A reunião de observações que possuíam certa afinidade facilitou a identificação das maiores preocupações dos entrevistados para a composição de um primeiro Modelo de Gestão dos CCV para a empresa. Certamente há outras ferramentas para reunião e análise das observações colhidas nas entrevistas. Caberá às Equipes de Pesquisa e de Apoio decidirem por aquela que pareça a mais adequada em cada caso, até mesmo antes de se iniciarem as entrevistas.

A análise das entrevistas possibilitará identificar os aspectos mais críticos apontados pelos entrevistados e que, naturalmente, deverão estar relacionados à primeiras ações na implementação do Modelo de Gestão dos CCV a ser proposto.

Na condução da Pesquisa-Ação apresentada neste trabalho, adotou-se um mecanismo para garantir que o entendimento a respeito de cada observação do entrevistado fosse o mais correto possível. As entrevistas foram sempre conduzidas por, no mínimo, dois elementos da Equipe de Apoio, que no caso EMBRAER era composta por três pessoas. Tendo em vista que as anotações dos entrevistadores, como é natural, eram pessoais, no momento de transcrever a entrevista para o Modelo de Prospecção poderia haver interpretações também pessoais acerca de uma ou outra observação. Para evitar esse caráter de subjetividade adotou-se o procedimento de somente se considerar consolidada uma entrevista após uma **análise de conformidade** pelo outro entrevistador. Isto garantiu que o entendimento dos entrevistadores sobre as impressões dos entrevistados fosse o mesmo.

7 – Divulgação dos Resultados das Entrevistas

Este é um dos pontos cruciais de todo o projeto. Em reunião com todos os interessados, são divulgados os resultados consolidados das entrevistas. Obviamente, não podem ser divulgados os conteúdos das entrevistas com este ou aquele interessado, isto porque, como aconteceu na prática, e que deveria ser esperado, sempre haverá os que discordam veementemente das conclusões da pesquisa. Tal discordância pode ter vários motivos, entre eles o fato de determinada pessoa ou Departamento sentir-se atingido de forma negativa por tais conclusões ou deduzir que de alguma maneira seu

modo de trabalho poderá sofrer alterações, ou mesmo por discordar de novas responsabilidades ou atribuições. Fato é que esta reunião pode levar à exaltação por parte de algumas pessoas e, neste ponto, a Coordenação do projeto feita por elementos de fora da empresa pode se transformar em vantagem, pois de certa forma inibe comportamentos mais exasperados.

8 – Escolha dos aspectos críticos levantados nas entrevistas e elaboração de um primeiro Modelo de Gestão dos CCV

Após a exposição aos interessados das conclusões sobre as entrevistas e de suas ponderações acerca desses resultados, deve-se definir quais os pontos críticos do processo de gestão dos CCV, na opinião dos entrevistados. A elaboração do Modelo de Gestão dos CCV é atribuição de toda a equipe responsável pelo projeto.

Poder-se-ia trabalhar em um Modelo de Gestão de Custos do Ciclo de Vida do produto amplo, completo, que abarcasse todos os aspectos levantados nas entrevistas. No entanto, esta estratégia não parece ser a mais adequada. A Pesquisa-Ação presume que, inicialmente, deve-se concentrar esforços na resolução de problemas que pareçam ser emergenciais. Elaborar um Modelo de Gestão dos CCV completo, com muitas frentes de trabalho a vista, poderia desestimular a sua implantação. Ao contrário, um Modelo de Gestão mais enxuto, que contribua muito mais para a criação de uma “cultura voltada para os CCV” do que propriamente para a Gestão dos CCV no curto prazo sugere maior colaboração e participação das pessoas. No presente caso foi notória a preocupação dos gerentes da empresa quanto à abrangência do Modelo de Gestão. À primeira vista pareceu a eles que se estava querendo alterar todo o DIP, o que causou preocupações.

No caso EMBRAER, as equipes envolvidas na pesquisa chegaram à conclusão de que se fossem criados inicialmente os processos principais de Gestão dos CCV estes levariam naturalmente à construção de bases de informações e à formação das pessoas, ou seja, a própria construção do Modelo de Gestão dos CCV seria fruto do aperfeiçoamento de uma proposta inicial de Modelo, mais simples, provavelmente com início em uma das etapas do DIP.

9 – Divulgação do Modelo de Gestão dos CCV e ações de implantação

Por fim, resta a apresentação ao mesmo grupo de interessados (gerentes, chefias, entrevistados) do Modelo de Gestão dos CCV proposto. Se já existir, deve ser apresentada também uma proposta de cronograma para início dos trabalhos visando sua implementação. Da mesma forma que é importante a divulgação dos propósitos da pesquisa desde o início dos trabalhos, também a evidenciação dos resultados a serem alcançados é essencial para preparar a implementação do Modelo de Gestão proposto e a ser adotado, além de colaborar com a mudança de cultura sobre CCV na empresa.

10 – Reuniões de Acompanhamento

As reuniões de acompanhamento são necessárias fundamentalmente porque nem sempre todos os membros das duas equipes participam de todas as entrevistas e, desta forma, servem para a troca de experiências e padronização de procedimentos. Nas reuniões de acompanhamento discutem-se dificuldades, aprimora-se o roteiro de entrevistas, ajustam-se nomes, datas e prazos. Enfim, estas reuniões servem para se exercer o controle sobre o projeto em curso e devem sempre ter registrados em atas os assuntos nelas discutidos, seus participantes, deliberações etc. Os grupos de Pesquisa e de Apoio devem definir a periodicidade de tais reuniões. Recomenda-se, no entanto, que haja pelo menos duas na fase de realização das entrevistas, uma no início, para se discutir as estratégias a serem utilizadas na sua condução, e outra no meio, para controle de sua consecução.

O roteiro de 10 etapas apresentado não se constitui exatamente numa inovação. No entanto, ele abriga uma série de recomendações que somente foram possíveis de serem firmadas com as experiências adquiridas através da pesquisa realizada. Por este motivo este roteiro foi incluído dentre as contribuições desta pesquisa.

A proposta de roteiro para a incorporação da Gestão dos CCV ao PDP das empresas mostrou-se eficaz no caso apresentado. Provavelmente este roteiro poderá

ser tanto mais aplicado a outras empresas com o mesmo sucesso quanto maiores forem as suas semelhanças com a empresa investigada nesta pesquisa (produção de bens de capital com elevado conteúdo tecnológico, utilização de arranjos matriciais das equipes de desenvolvimento, existência de pessoal com potencial para a assimilação do método de pesquisa e vocação para novos desafios etc.). No sentido inverso, empresas que se dediquem a mercados diferentes, com processos de desenvolvimento de pouca semelhança com o caso apresentado, ou que careçam de estrutura e pessoal preparado para a condução de semelhante projeto certamente terão maiores dificuldades com a aplicação direta do roteiro proposto, podendo haver situações que até mesmo inviabilizem a aplicação desse roteiro.

Assim, uma das importantes atribuições do Grupo de Pesquisa é justamente a de estudar a viabilidade da aplicação ou da adaptação do roteiro proposto para empresas com características diversas daquelas presentes no estudo apresentado. Também, como já foi dito, a fase de planejamento do projeto ou pesquisa deve atentar para estas diferenças ao determinar o escopo da pesquisa, o grupo de participantes, os métodos e ferramentas a serem adotados, as etapas a serem cumpridas e os resultados esperados.

6 CONCLUSÕES

Com o objetivo de estabelecer um quadro teórico de referência que expusesse a relação entre a Gestão dos Custos do Ciclo de Vida do produto e o seu processo de desenvolvimento, foi feita uma revisão da literatura, dividida em duas partes. A primeira, no **Capítulo 2**, apresentou uma visão geral sobre o PDP. Os trabalhos citados sobre o assunto dão conta de que o PDP é um dos processos fundamentais de negócios e deve estar em sintonia com os demais processos empresariais e com a estratégia estabelecida pela cúpula da organização. A estratégia de desenvolvimento dos produtos deve, portanto, refletir a estratégia adotada pela empresa para que ela conquiste mercados e aumente seus ganhos. Foi visto também que uma das estratégias possíveis para a empresa alcançar seus objetivos de competitividade e rentabilidade é oferecer produtos de menor custo aos seus clientes.

Mostrou-se que a maneira como são organizadas as equipes de desenvolvimento, a divisão de responsabilidades e a forma de avaliação e do controle dos resultados são objetos de uma área de estudos chamada “Gerência de Projetos”. As ações que produzem resultados considerados bons podem então ser classificadas como boas práticas e o conjunto organizado de boas práticas (convenientemente desdobradas em atividades e tarefas) em determinada empresa constitui o que se conhece por Modelo de Desenvolvimento de Produtos.

A segunda parte do quadro teórico de referência, no **Capítulo 3**, abordou com maior profundidade a questão dos custos de um produto. Como visto, os custos de um produto não se limitam ao seu custo de desenvolvimento e fabricação, inicialmente arcados pela empresa e depois repassados ao cliente. Há ainda custos suportados pelo adquirente do produto, como os custos de operação e manutenção, além de outros com os quais arca a sociedade, como os custos de degradação do meio-ambiente decorrentes da operação do produto e de seu próprio descarte (poluição do ar, da água, do solo etc.). Foi mostrado que todos esses custos, chamados de Custos do Ciclo de Vida do produto – CCV, têm relação direta com o PDP na medida em que decisões tomadas durante o desenvolvimento do produto definem, na maior parte das vezes de maneira permanente, os seus custos, em cada fase de seu ciclo de vida.

Dessa forma, são as decisões tomadas durante o desenvolvimento do produto que irão determinar se ele será mais ou menos atraente para o cliente em termos de custo, como acontece também com as suas demais características, tais como desempenho, confiabilidade etc. Restou claro, portanto, que da mesma maneira que um modelo de desenvolvimento estabelece atividades, informações e responsabilidades para a escolha do material de determinado componente do produto, deve o modelo de desenvolvimento do produto definir atividades, informações e responsabilidades quanto ao controle do impacto de cada decisão técnica sobre os Custos do Ciclo de Vida desse produto. Assim como a decisão sobre a escolha de um material, por exemplo, pode ser revista em função de sua resistência, desempenho, estética etc., enfim, em função de características físicas, o projeto também deve ser revisto caso o CCV resultante de tal decisão implique em valor superior ao Custo Alvo do Ciclo de Vida - CACV, estabelecido inicialmente para o produto e posteriormente desdobrado para os seus sistemas, subsistemas e componentes.

Do quadro de referência formado pôde-se extrair conclusões importantes do ponto de vista da definição dos objetivos propostos para este trabalho e do método de pesquisa utilizado:

- a) É evidente a estreita relação entre o Processo de Desenvolvimento de Produtos e a Gestão dos Custos de seu Ciclo de Vida. Há diversos trabalhos científicos a respeito da importância do PDP como processo estratégico de negócios e do custo de um produto como fator de competitividade e sucesso da empresa. Pôde-se concluir que a Gestão dos Custos do Ciclo de Vida do produto prevê um conjunto de atividades organizadas e de informações que compõem um subprocesso de desenvolvimento de produto, da mesma forma como gestão da qualidade, gestão de requisitos, gestão do tempo etc. também podem ser considerados subprocessos do PDP.
- b) No entanto, os trabalhos encontrados na literatura não apresentam descrições mais detalhadas sobre como a gestão dos Custos do Ciclo de Vida do produto poderia ser incorporada ao PDP das empresas, ou seja, de que forma se operacionalizaria a elaboração e implementação de Modelos de Gestão dos CCV.

Relacionadas às constatações acima, formularam-se as seguintes questões de pesquisa:

- a) Quê importância os profissionais envolvidos no PDP atribuem à gestão dos CCV? Consideram-na realmente importante?
- b) Qual seria a melhor maneira de identificar e incorporar as práticas de gestão do CCV (atividades, formas de organização dos envolvidos etc.) ao PDP?
- c) Quais as principais dificuldades a serem enfrentadas?

Assim sendo, incluindo-se o tema tratado nesta pesquisa no rol daqueles para os quais o quadro referencial carece de maior aprofundamento, particularmente em relação às questões de pesquisa apontadas, estabeleceram-se os dois objetivos básicos deste trabalho:

a) Incorporar atividades de Gestão dos Custos do Ciclo de Vida ao Processo de Desenvolvimento do Produto em uma empresa de alta tecnologia utilizando um método julgado conveniente em função das peculiaridades desse ramo do conhecimento. Tais atividades deveriam compor um chamado “Modelo de Gestão dos CCV” que descrevesse, além das atividades, também as responsabilidades dos diversos setores da empresa envolvidos no PDP e as informações necessárias a essa Gestão.

b) a partir da experiência e dos resultados obtidos com o estudo de caso realizado, propor um roteiro para a elaboração de Modelos de Gestão dos CCV que contivesse a descrição das etapas a serem cumpridas no desenvolvimento de projetos semelhantes, recomendações para o tratamento de questões vistas como críticas ou estratégicas em cada uma delas, além de sugestões de caráter metodológico.

Para o alcance dos objetivos acima foi realizada uma Pesquisa-Ação na EMBRAER – Empresa Brasileira de Aeronáutica S/A, empresa fabricante de aviões reconhecida por sua excelência em desenvolvimento de produtos complexos e de elevado conteúdo tecnológico. Os resultados dessa pesquisa foram mostrados no **Capítulo 4**.

Baseado na Pesquisa-Ação realizada, o **Capítulo 5** apresentou um roteiro para a incorporação da Gestão dos Custos do Ciclo de Vida do Produto ao PDP, a partir da participação das pessoas direta ou indiretamente envolvidas no Processo de Desenvolvimento do Produto.

A seguir, apresentam-se as principais conclusões a respeito dos aspectos operacionais presentes em projetos que envolvam a participação de pessoas internas e externas à empresa, do Modelo elaborado, e da Pesquisa-Ação como alternativa para a elaboração e implementação de Modelos de Gestão dos CCV.

6.1 Quanto à aplicabilidade da Pesquisa-Ação na Elaboração e Incorporação de Modelos de Gestão dos CCV ao PDP

Sabe-se que existem pelo menos duas formas de se intervir em uma organização: a primeira é a Consultoria, caso em que pessoas externas à empresa realizam um diagnóstico, propõem ações e, eventualmente, acompanham-nas até que se completem e que se possa conhecer os resultados; a segunda forma de intervenção é aquela em que pessoas da própria empresa são envolvidas tanto na organização de um projeto de implantação ou de melhoria de um processo quanto em sua condução e avaliação. Esta segunda forma de intervenção foi a adotada devido à percepção de que o envolvimento de pessoas que participam dos processos a serem avaliados é fundamental na medida em que são essas pessoas as maiores conhecedoras desses processos. Muitas delas podem acompanhá-los talvez desde o início das atividades da empresa. Quem melhor do que essas pessoas para dar testemunhos e apontar falhas e oportunidades de melhoria, desde que devidamente esclarecidas e preparadas para participar de uma pesquisa desse tipo? Quanto tempo demoraria um consultor externo para adquirir uma pequena parte da visão da empresa que tais pessoas possuem, em que pese todo o ferramental e treinamento que possa ter?

Esta percepção sobre as vantagens do envolvimento de pessoas da própria organização em trabalhos deste tipo é corroborada por outros autores, conforme se viu no capítulo 4. Como se sabe, uma das desvantagens da utilização de consultorias é exatamente a falta de conhecimento dos processos internos da empresa por parte dos

consultores. Há na literatura relatos de experiências com consultorias malsucedidas em função deste distanciamento em relação ao cotidiano e às particularidades de uma organização. Dessa forma, o método de pesquisa adotado foi o da Pesquisa-ação.

Pelos resultados apresentados no capítulo 4, pode-se afirmar que a Pesquisa-ação mostrou-se um método eficaz na identificação de oportunidades de aperfeiçoamento do processo de desenvolvimento de produtos e na proposição de práticas de gestão de seus custos do ciclo de vida. Com base nas quase 200 observações dos entrevistados, condensadas no Apêndice II, foi possível chegar a uma proposta de Modelo de Gestão dos CCV, específico para a empresa investigada e com desdobramentos para cada fase do projeto, incluindo o desenvolvimento do produto, com definição de atividades, identificação de necessidades relativas a bases de informações e atribuição de responsabilidades às áreas envolvidas (figuras 4.21 a 4.26).

Obviamente, quando da implementação do Modelo proposto, poder-se-á ter uma idéia muito mais clara a respeito da sua eficiência. No entanto, o mais importante a destacar não são as características do Modelo em si, que poderá e deverá ser aperfeiçoado, mas a maneira como se chegou até ele. Tendo sido fruto principalmente do trabalho de pesquisa de pessoas envolvidas no desenvolvimento de produtos da empresa, orientadas pelo autor deste trabalho, tal Modelo certamente possui grande identificação com a organização e maior credibilidade quanto aos resultados esperados.

Além disso, há que se considerar ainda a forma como foi conduzido o trabalho. Não se trata de um modelo que tenha envolvido algumas poucas pessoas. Trata-se de um trabalho que contou com a participação de dezenas de profissionais, que recebeu o “*status*” de “Projeto Oficial” dentro da empresa e que, portanto, tem crédito e boas chances de ser implementado e de apresentar bons resultados práticos no futuro. Na opinião do autor, isto se deve em grande parte à aplicação da Pesquisa-Ação na pesquisa realizada. Como foi visto, o engajamento de pessoas internas à organização foi fator decisivo para os resultados alcançados e isto somente foi possível graças à aplicação da Pesquisa-Ação.

Embora a Pesquisa-Ação tenha se mostrado, a princípio, um método interessante para o desenvolvimento de Modelos de Gestão dos CCV, não houve na

literatura pesquisada qualquer registro de experiência semelhante. Neste sentido, considera-se de relevância e de certa forma inédita a abordagem adotada neste trabalho.

6.2 Quanto à Relevância dos Resultados Alcançados

A EMBRAER é reconhecidamente uma das empresas com maior capacidade técnica de desenvolvimento de produtos no país, especialmente produtos com alto conteúdo tecnológico, como é o caso de aviões. Por esse motivo, no início da pesquisa, quando o trabalho não passava de uma proposta, havia dúvidas quanto à real contribuição da pesquisa para o aprimoramento do processo de desenvolvimento de produtos da EMBRAER. Havia um sentimento de que haveria talvez mais a aprender com a empresa do que o inverso. Sem dúvida, os meses durante os quais houve contato mais próximo com a empresa foram de enorme aprendizado para o autor. No entanto, houve também grande surpresa quanto à repercussão e aos resultados da pesquisa. Embora se trate de empresa muito bem estruturada e com forte vocação para o desenvolvimento de produtos complexos e de alta tecnologia, as entrevistas mostraram que há ainda muito a avançar em relação à Gestão do CCV.

De fato, pôde-se notar uma demanda por um processo estruturado de gestão do CCV. Muitos foram os entrevistados que indicaram pontos do PDP com potencial de melhoria, como o desdobramento do Custo Alvo em relação ao Ciclo de Vida da aeronave, das etapas iniciais de concepção até as etapas posteriores, com definições mais detalhadas. Houve, por várias vezes, menção à necessidade de informações mais estruturadas sobre custos de modo a subsidiar as decisões de Engenharia. Até mesmo a cultura da empresa em relação à gestão do CCV e ao preparo dos profissionais para lidar com questões que extrapolam o campo do conhecimento estritamente técnico de Engenharia foi alvo de sugestões de melhoria. Se essas foram as conclusões em uma empresa com tal estrutura, o que não aconteceria em empresas com menor capacidade de recursos e organização? Talvez as conclusões pudessem ser ainda mais expressivas em termos da necessidade de se incrementar a Gestão dos CCV.

Apenas por se ter contribuído para essa discussão, pelo fato das pessoas terem sido estimuladas a pensar e opinar sobre o assunto, da cultura da empresa sobre

Gestão de CCV ter sido de certa forma ampliada, o trabalho na empresa já teria se justificado. Não obstante, um outro resultado, mais concreto e decorrente do primeiro, foi obtido: a conclusão do que se poderia chamar de uma primeira versão do Modelo de Gestão do CCV da EMBRAER. O seu processo de implantação, no entanto, envolve alocação de recursos materiais e humanos e certamente deve submeter-se a uma ordem de prioridades dentre tantos outros projetos da empresa. Por questões de prazo para término desta pesquisa não será possível aqui registrar o desenrolar desse processo de implantação, o que talvez possa ser alvo de outros trabalhos de pesquisa.

6.3 Quanto às Dificuldades Operacionais Encontradas nas Entrevistas e em Sua Análise

Uma das dificuldades encontradas relaciona-se aos instrumentos de condução das entrevistas. Como foi visto, foi utilizado um formulário como roteiro para a equipe de entrevistadores. Foram “questões abertas” que têm como principal vantagem a característica de deixar o entrevistado à vontade, até certo ponto, para discorrer sobre o assunto. Se, ao invés disso, tivesse sido utilizado um questionário com questões fechadas, talvez não tivessem surgido, espontaneamente como aconteceu, muitas das observações e sugestões coletadas.

Se, por um lado, questões abertas são vantajosas do ponto de vista do espectro de observações, por outro traz dificuldades para as Equipes de Apoio e de Pesquisa no tratamento dos dados obtidos. Ou seja, na prática, teria sido mais fácil solicitar que o entrevistado emitisse sua opinião sobre cada um dos Elementos do Modelo de Prospecção utilizado, embora as respostas pudessem ser mais evasivas ou restritas à pergunta. Assim, algumas vezes foi difícil classificar uma determinada opinião a fim de enquadrá-la no Modelo de Prospecção. Vale salientar que esse problema foi superado graças às reuniões de análise das entrevistas realizadas entre os Grupos de Apoio e de Pesquisa. De qualquer forma, talvez se pudesse adotar um outro tipo de instrumento de pesquisa e avaliar a sua eficiência. Em uma possível replicação desta pesquisa, poder-se-ia pensar em classificar as observações em: constatações, críticas e sugestões. O Modelo original apresentado por TOLEDO *et al.* (2002) sugeria

esta separação, o que poderia também contribuir para melhor interpretação das entrevistas.

Assim, pode-se dizer que as dificuldades de análise tiveram duas origens: primeiro, o tipo de instrumento utilizado nas entrevistas. Este “roteiro” de entrevistas deve ter uma seqüência de perguntas que esteja de certa forma relacionada aos Elementos do instrumento de análise (Modelo de Prospecção); segundo, o próprio Modelo de Prospecção pode sofrer alterações destinadas a uma melhor classificação e interpretação das entrevistas, até mesmo em função do tipo de empresa e de produto ou mercado.

6.4 Contribuições do Trabalho para a Ampliação do Quadro Teórico de Referência

Durante o desenvolvimento deste trabalho percebeu-se que, dentro do tema proposto, alguns assuntos são pouco explorados na literatura. Consideram-se contribuições desta pesquisa o aprofundamento desses assuntos, tais como o desdobramento do Custo Alvo do Ciclo de Vida – CACV, as recomendações para condução de trabalhos similares (Roteiro – Capítulo 5), o tratamento dos Modelos de Gestão dos CCV como sendo um submodelo do PDP, as conclusões sobre a utilização dos métodos e ferramentas utilizados (Pesquisa-ação e Modelo de análise das entrevistas), a discussão das potencialidades dos sistemas de informações para o PDP, além dos próprios resultados práticos da pesquisa em termos do Modelo de Gestão dos CCV a que se chegou.

6.4.1 Extensão do conceito de Custo Alvo para todo o Ciclo de Vida do Produto – CACV

Muitas das referências utilizadas, além de diversos outros trabalhos que não foram citados, tratam do Custo Alvo e de seu desdobramento até o nível de componentes. No entanto, são raras as pesquisas de tratam desse conceito de maneira mais ampla, ou seja, os trabalhos consultados, na quase totalidade das vezes, cuidam

apenas do custo alvo de fabricação, sem se preocuparem com as demais fases do Ciclo de Vida do produto. Para que o custo do produto possa de fato ter um caráter estratégico para a empresa, como se viu, ele deve refletir os esforços financeiros arcados não apenas pelo seu fabricante, mas também pelo usuário e pela sociedade. Assim, o Custo Alvo a ser respeitado durante o desenvolvimento do produto não pode, de maneira análoga, limitar-se à fabricação. O Custo Alvo do Ciclo de Vida – **CACV** reflete esta preocupação, ou seja, que as decisões tomadas durante o PDP levem em consideração restrições financeiras, advindas do mercado (clientes, concorrência, legislação etc.), concernentes a todas as fases do ciclo de vida do produto. Respeitadas demais restrições como Qualidade, *Time to Market* etc., será mais competitivo e, portanto, mais rentável para a empresa o produto que possui menor CCV.

6.4.2 Gestão dos CCV como um submodelo do PDP

Como foi visto, o desenvolvimento de produtos envolve profissionais com diversas “visões parciais” do negócio. Embora seja desejável uma visão holística sobre o PDP, ou seja, que as decisões ao longo do desenvolvimento do produto levem em consideração as preocupações das mais diversas áreas da empresa na busca de uma melhor solução, não se pode negar que continuarão a existir os especialistas. Para o desenvolvimento de um avião são essenciais os engenheiros especialistas em Aerodinâmica, os de Hidráulica, de Estruturas etc., assim como os profissionais especialistas em Finanças, em Mercado, em Comércio, e assim por diante.

Embora o desenvolvimento de um produto possa se dar de maneira integrada, as rotinas de trabalho de cada um desses especialistas pode levar à adoção de soluções parciais nem sempre ideais do ponto de vista do produto e da empresa. Para minimizar este problema, como se viu, Modelos de Referência para o PDP devem integrar as diversas “visões parciais”. Mas como fazê-lo?

Este trabalho tratou de desenvolver um Modelo de Gestão dos CCV, que nada mais é do que uma “**visão holística sobre CCV**” incorporada a todo o PDP. É como se esta preocupação com custos, que poderia a princípio ser apenas de um setor específico da empresa, uma visão parcial de pessoas ligadas às questões financeiras de

um projeto, fosse disseminada para todas as etapas, e pessoas, envolvidas no Processo de Desenvolvimento do Produto. Este Modelo de Gestão dos CCV foi tratado como um submodelo do próprio PDP, e seu desenvolvimento se deu com o envolvimento de diversos profissionais de diferentes áreas da empresa. Pode-se também dizer que se promoveu a integração das diversas visões sobre o produto com o desenvolvimento de um submodelo de PDP, voltado especificamente à Gestão dos CCV, a partir do envolvimento de diferentes áreas da organização. Ou seja, a integração está nas pessoas que participaram da elaboração desse submodelo, o que indiretamente refletiu na definição de suas atividades, informações e responsabilidades.

É possível prever que, se outros submodelos do PDP (outras visões) forem desenvolvidos a partir desta lógica, ao final se poderá compor um modelo de PDP que efetivamente considera e integra todas as visões parciais do negócio. Esta é uma importante contribuição da pesquisa.

6.4.3 Utilização de Modelos de Gestão do PDP para Levantamento de Questões Críticas, Diagnóstico e Proposições de Melhoria da Gestão dos CCV

Como se viu no capítulo 4, foi utilizado um modelo para avaliação da Gestão do PDP como instrumento para realização de diagnóstico na empresa investigada. Tal modelo de avaliação (chamado neste trabalho de Modelo de Prospecção) foi adaptado de modo a contemplar apenas as questões relacionadas à Gestão dos CCV. Esta adaptação segue a idéia de que a Gestão dos CCV é um submodelo do PDP, e poderia também ser aplicada à Gestão de outros atributos do PDP além da Gestão dos CCV, tais como a Gestão da Qualidade, do *Time-to-Market* etc.

Como visto, foi estabelecida a estratégia de dividir o PDP em submodelos e envolver pessoas de diferentes áreas da empresa de modo a captar suas visões parciais na busca de um Modelo de Gestão integrado específico para o submodelo analisado (no caso, a Gestão dos CCV). Assim, pode-se dizer que a adoção de Modelos para a avaliação do PDP como instrumento para se chegar a um Modelo de Gestão dos CCV é perfeitamente cabível e conveniente na medida em que a Gestão dos

Custos do Ciclo de Vida do produto compõe-se numa parte (ou submodelo) do próprio PDP.

Também não foram encontrados na literatura trabalhos com referência à utilização de Modelos de avaliação do PDP como ferramenta para a elaboração de Modelos de Gestão dos CCV, motivo pelo qual considera-se esta abordagem uma outra contribuição da pesquisa.

6.4.4 Modelo Conceitual de Gestão dos CCV

No capítulo 4, figuras 4.19 e 4.20, apresenta-se um Modelo Conceitual de Gestão dos CCV que inclui Atividades de Gestão dos CCV a partir dos CACV, Atribuição de Responsabilidades e desenvolvimento de Bases de Informação, e que pode, em tese, ser adaptado a qualquer Modelo de PDP existente. Na presente pesquisa este Modelo Conceitual foi adaptado à empresa investigada e resultou num Modelo de Gestão dos CCV para a EMBRAER.

Assim sendo, tal Modelo Conceitual poderia também ser adaptado para outras empresas, respeitados seus próprios modelos de PDP e suas peculiaridades, passíveis de serem identificadas através de Pesquisa-Ação, ou de outro método de pesquisa ou de levantamento de dados.

Dessa forma, este Modelo Conceitual, teoricamente aplicável a outros casos, pode também ser considerado como uma contribuição desta pesquisa.

6.4.5 Discussão Sobre as Potencialidades dos Sistemas de Informações Contábeis e dos Sistemas Integrados de Informação na Gestão dos CCV

Como se viu, há diversos trabalhos que discutem as deficiências da Contabilidade enquanto sistema de informações voltado à tomada de decisões no âmbito do PDP, especialmente a Contabilidade de Custos tradicional. Muitos autores defendem a adoção de uma Contabilidade Gerencial, paralela, que incorpore outros métodos de

custeio, tais como o *ABC*, como forma de eliminar inconsistências de métrica contidas nos métodos de custeio exigidos pela legislação fiscal e tributária, e que são obrigatórios.

Embora os recentes sistemas *ERP – Enterprise Resource Planing*, já representem enormes avanços potenciais em comparação com os sistemas contábeis tradicionais, como se viu, em relação ao PDP ainda há muito que fazer em termos práticos.

Poucos são os trabalhos que apontam tais deficiências, especificamente do ponto de vista da Gestão dos Custos do Ciclo de Vida do produto. Como se sabe, ainda há uma forte separação entre os profissionais das áreas Contábil e de Engenharia, de modo que as necessidades de aperfeiçoamento das práticas contábeis em função das necessidades do desenvolvimento de produtos ainda são pouco discutidas. Também neste sentido, este trabalho traz uma contribuição, qual seja, a de alertar para a necessidade de iniciativas conjuntas, particularmente entre as Ciências Contábeis e a Engenharia, para o desenvolvimento de sistemas informacionais, ou de suas configurações, que tragam vantagens, do ponto de vista operacional, ao desenvolvimento de produtos, especialmente à Gestão dos CCV.

6.5 Sugestões de trabalhos futuros

Este trabalho já propiciou o início de um outro. Trata-se de pesquisa já em andamento no ITA – Instituto Tecnológico da Aeronáutica, cujo autor foi um dos componentes do Grupo de Apoio na EMBRAER, e que tem como tema central a gestão de custos como fator de integração entre as diversas áreas nas empresas. O pesquisador percebeu que a discussão em torno da gestão do CCV na EMBRAER tende a alterar a maneira e a intensidade com que as áreas da empresa devam se relacionar. Por isso resolveu aprofundar-se na questão, particularmente no estabelecimento do que chamou de “Rede de Relacionamentos dos Custos e Decisões de Desenvolvimento”, que pode assim ser explicada: Em todas as etapas do PDP foi detectado como principal mecanismo de integração as reuniões de decisão de engenharia, que abrigam os especialistas das diversas funções de maneira a manter os custos do ciclo de vida dentro das metas. Para manter os custos dentro das metas é necessário realizar uma análise de

todos os aspectos funcionais do ciclo de vida (*design*, manufatura, manutenção, descarte e suporte), garantindo a integração. A Rede (ou Modelo) a ser proposto viabilizaria a aplicação prática dos conceitos *DFX* em todas as fases do ciclo de vida, em conjunto com direcionadores de custos identificados, aumentando o potencial de integração do processo de desenvolvimento de produtos.

Além da óbvia replicação desta pesquisa, trabalhos complementares poderiam ser sugeridos, tais como:

- a) O acompanhamento da incorporação do Modelo Conceitual de Gestão dos CCV (figuras 4.19 e 4.20) aos Processos de Desenvolvimento de Produtos de outras empresas. Os resultados poderiam indicar seu nível de universalidade, ou seja, se é um modelo adaptável a PDP's de empresas que atuam em outros segmentos econômicos, com características diferentes em termos de organização e nível de formação de pessoal e, nestas condições, quais cuidados deveriam ser tomados. Uma Pesquisa-Ação poderia ser sugerida, neste caso, não para o desenvolvimento do Modelo Conceitual de Gestão dos CCV, mas para um levantamento das condições necessárias à sua adoção;
- b) Estudo mais aprofundado sobre as bases de informações necessárias ao processo de Gestão dos CCV descrito nas figuras 4.21 a 4.26. Ainda não foi feita a completa definição dos tipos de informações necessárias em cada etapa do PDP (históricas, de mercado, de parceiros, por segmento, por função etc.), suas fontes, seus canais de obtenção e disponibilização, seu formato e possíveis aplicativos (*softwares*) adequados a tais necessidades. Esta definição estaria provavelmente atrelada aos Modelos de Estimativa dos CCV a serem utilizados em cada etapa do PDP. Estes dois assuntos, Bases de Informações e Modelos de Estimativas, são interdependentes.
- c) Trabalho sobre a formação técnico-gerencial necessária para a Gestão dos CCV. Uma pesquisa poderia sugerir que tipo de capacitação seria necessária às pessoas que tomam decisões sobre CCV ao longo do PDP. Este estudo poderia verificar quais as carências, em que níveis hierárquicos dentro da Organização se

encontrariam, quanto tempo e quais os custos desses treinamentos, e quais os resultados esperados e alcançados;

- d) Nas entrevistas realizadas houve observações de que as oportunidades de melhoria nos processos decisórios, em relação aos CCV, estender-se-iam até os parceiros. Um estudo mais aprofundado sobre a forma de inter-relacionamento das equipes funcionais com as equipes de projeto (co-localização das equipes ou não, meios de comunicação, tipos de contratos etc.) poderia indicar onde exatamente haveria possibilidade de aperfeiçoar o processo decisório em relação aos impactos nos CCV dos produtos;
- e) As entrevistas revelaram ainda preocupações com outros “Elementos” do Modelo de Prospecção utilizado, tais como Aprendizagem Organizacional, Gestão do Conhecimento e Integração/Comunicação/Colaboração. Certamente há espaço para o desenvolvimento de trabalhos relacionados a estes tópicos, ou seja, sobre como desenvolvê-los tendo sempre em vista a melhoria do processo decisório sobre Gestão dos CCV no âmbito do PDP;
- f) Poucos trabalhos, como se viu, defenderam de maneira explícita a definição e o desdobramento de um Custo Alvo do Ciclo de Vida do produto (neste trabalho chamado de CACV). Complexa é a definição do CACV, e ainda mais complexo o seu desdobramento para sistemas e componentes, considerando todas as fases do Ciclo de Vida do produto, dado o elevado número de variáveis a serem consideradas nessa tarefa. Um estudo mais detalhado do assunto certamente seria de grande valia para a ampliação do quadro teórico de referência;
- g) Arelado ao problema da falta de informações sobre CCV, ou sobre a dificuldade para a sua obtenção, está a questão da confidencialidade. Uma pesquisa sobre como disponibilizar informações de caráter restrito de uma forma que não se comprometam os interesses de sigilo empresarial (informações codificadas, com acessos parciais ou algo semelhante) poderia facilitar enormemente o trabalho de estimativa de custos e propiciar um aumento na qualidade da tomada de decisão;

- h) Ainda sobre informações, há falta de trabalhos sobre sistemas contábeis como ferramenta de suporte às decisões do PDP. A título de exemplo, poderia ser desenvolvida pesquisa com a finalidade de se estabelecer um Plano de Contas (documento que serve como ferramenta para a classificação de todo tipo de gasto, receita, investimento e obrigações, entre outros) adequado às reais necessidades dos profissionais diretamente envolvidos com o desenvolvimento do produto. Informações sobre manutenção, suporte ao cliente, estoques etc., via de regra, não estão dispostas de maneira acessível a projetistas que, na maioria das vezes, sequer possuem familiaridade com os rigores formais da contabilidade, o que exigiria, com base nesse Plano de Contas, a geração de relatórios adequados a cada necessidade. Os atuais Sistemas ERP já incorporam recursos de customização necessários nesses casos.
- i) Por fim, um trabalho que abrigaria o resultado de diversos outros trabalhos sobre o tema, inclusive os acima citados, seria o desenvolvimento de uma ferramenta que permitisse, em tempo real, estimar o Custo do Ciclo de Vida do produto em função de cada pequena decisão tomada ao longo do PDP. Esta ferramenta envolveria Modelos de Estimativa adequados, Bases de Informação confiáveis, nível de formação apropriado para os projetistas, desenvolvimento de uma forte cultura voltada ao controle do impacto das decisões do PDP sobre os CCV e a avaliação permanente da eficiência de tal ferramenta através de indicadores de desempenho adequados. Sem dúvida este é um trabalho que não se resume a uma pesquisa apenas, mas à combinação de muitos trabalhos de pesquisa a serem desenvolvidos por um longo período de tempo, até que seu resultado possa ter uma aplicação prática aceitável.

APÊNDICE I

ROTEIRO DE ENTREVISTAS UTILIZADO NA PESQUISA

ROTEIRO DE ENTREVISTAS UTILIZADO NA PESQUISA

- 1 – Prestar esclarecimentos ao entrevistado quanto ao tema de pesquisa, seus objetivos e etapas a serem cumpridas.
- 2 – Procurar saber se na empresa, e em especial no departamento do entrevistado, é suficientemente disseminado o conceito de Custo do Ciclo de Vida do produto – CCV.
- 3 – Haveria um processo estruturado (formalmente descrito) de Gestão dos CCV a ser seguido durante o desenvolvimento do produto?
- 4 – Da mesma forma, procurar saber do entrevistado se o conceito de Custo Alvo é utilizado no dia-a-dia da empresa e de que forma. Há desdobramentos do *TC* do produto para os níveis de sistemas, subsistemas e componentes, de modo que as decisões de projeto respeitem os limites de custos impostos?
- 5 – Identificar a forma como o departamento do entrevistado participa do desenvolvimento do produto (se há pessoas alocadas no PDP, em que etapas, qual seu envolvimento e contribuições efetivas) e se tal participação se relaciona à Gestão dos CCV.
- 6 – Solicitar que o entrevistado discorra sobre as dificuldades encontradas na obtenção de informações sobre custos de produtos, sistemas e componentes (obtenção, qualidade, velocidade e precisão da informação).
- 7 – Colher sugestões sobre como facilitar a obtenção das informações sobre custos do ciclo de vida do produto (fontes, canais de disponibilização etc.) e, da mesma forma, sobre como utilizá-las, quando e por quem.
- 8 – Indagar sobre os processos ou métodos utilizados para estimativas dos custos do produto, se houver, tendo em vista que as decisões tomadas ao longo do PDP impactam os CCV, e quem seriam os responsáveis por tais estimativas.
- 9 – Solicitar a opinião do entrevistado sobre a capacitação dos profissionais da empresa em relação à Gestão dos CCV durante o PDP.
- 10 – Pedir que o entrevistado aponte outras dificuldades em relação à Gestão dos CCV durante o Processo de Desenvolvimento do Produto.

APÊNDICE II

CONSOLIDAÇÃO DAS ENTREVISTAS

CONSOLIDAÇÃO DAS ENTREVISTAS

Notas:

- 1) Os 24 entrevistados são representados por letras do alfabeto. Os algarismos romanos referem-se às Etapas de desenvolvimento do produto no âmbito do “DIP” da EMBRAER, e os algarismos arábicos relacionam-se aos elementos presentes no Modelo de Prospecção e às “Dimensões DIP”.
- 2) Por solicitação da EMBRAER, o teor completo das observações e sugestões dos entrevistados foi substituído pela simples citação dos assuntos discutidos em cada entrevista.

Elementos:

- 1 – Atividades e Tarefas
- 2 – Organização e Liderança
- 3 – Tomada de Decisão
- 4 – Indicadores de Desempenho
- 5 – Técnicas e Ferramentas
- 6 – Integração, Comunicação e Colaboração
- 7 – Habilidades Técnica, Comercial e Gerencial
- 8 – Aprendizagem Organizacional
- 9 – Gestão do Conhecimento

Dimensão DIP:

- Processos
Organização
Processos
Proc. e Planej.
Ferramentas
Organização
Organização
Todas
Todas

Etapas DIP:

- I – Estudos Preliminares
- II – Definições Iniciais
- III – Definições Conjuntas
- IV – Detalhamento

		Entrevistado																
		Assuntos das Observações e Sugestões dos entrevistados				Etapas DIP				Elementos								
						I	II	III	IV	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	- Foco das atividades de desenvolvimento do produto	X							1		3							
A	- Compreensão da relação CCV x Desempenho em soluções clássicas	X									3						8	

Assuntos das observações e Sugestões dos entrevistados	Etapas DIP				1 Ativ. Tarefas	2 Org. Lideran.	3 Tom. Decisão	4 Ind. Desemp.	5 Téc. Ferram.	6 Int. Com. Col.	7 Habil. T. C. G.	8 Aprend. Org.	9 Gest. Conhec
	I	II	III	IV									
A - Detalhamento dos CCV e parametrização para novas tecnologias	X				1				5				
A - Bases de Conhecimento sobre CCV	X	X	X	X							7		9
A - Amplitude do conhecimento sobre CCV	X												9
A - Nível de detalhamento dos Custos Alvos		X			1								
A - Ferramentas para <i>trade-offs</i> em inovações tecnológicas		X							5				
A - Responsabilidades nos custos de modificação				X	2	3							
B - Citações de boas práticas nos <i>trade-offs</i>	X	X				3							8
B - Metodologia para análise de impacto das decisões de engenharia nos CCV	X	X			1	3							
B - Acesso e trânsito das informações	X	X								6			
B - Integração entre DIP e Suporte ao Cliente	X	X								6			
B - Experiência na Gestão dos CCV		X	X								7		
B - Capacitação/treinamento	X	X									7		9
B - Preocupação com os CCV	X	X			1	3							
B - Treinamento e capacitação em CCV	X	X	X	X							7		
C - Qualidade e disponibilidade de informações sobre CCV	X	X	X	X						6		8	9
C - Boas práticas: <i>Workshop</i> e Programa de maturidade	X	X	X	X								8	9
C - Controle dos custos de operação		X						3					
C - Preocupação com custos de manutenção		X						3					
C - Detalhamento do Custo Alvo e a ATASPEC2000		X			1		4						

Entrevistado	Assuntos das observações e Sugestões dos entrevistados	Etapas DIP				1 Ativ. Tarefas	2 Org. Lideran.	3 Tom. Decisão	4 Ind. Desemp.	5 Tec. Ferram.	6 Int. Com. Col.	7 Habil. T. C. G.	8 Aprend. Org.	9 Gest. Conhec
		I	II	III	IV									
E	- Fontes de informações sobre CCV	X	X	X	X									8 9
E	- Localização e detalhamento das informações sobre CCV	X	X											9
E	- Confidencialidade das informações	X	X								6			9
E	- Acesso às informações sobre custos	X	X	X							6			
F	- Metas da concepção e as etapas seguintes do PDP	X				1	3	4						
F	- Integração com parceiros	X	X	X	X						6			
F	- Formalização de processos de gestão e capacitação para Gestão dos CCV		X	X		1						7		
F	- Treinamento	X	X	X	X							7		
F	- Definição de Custo Alvo por pacote de trabalho		X	X	X	1		4						
F	- Utilização de ferramentas como EVMS		X	X	X					5				
F	- Análise de relevância de modificações quanto ao CCV e ao negócio				X	1	3					7		
G	- Bases de informações de custos e tempos de manutenção	X	X	X	X		3							9
G	- Base de informações sobre custos e tempos de manutenção	X	X	X	X									9
G	- Soluções de engenharia e tarefas de manutenção		X					3						
G	- Atenção às informações de manutenção		X	X	X			3						
G	- Consideração de informações sobre manutenção		X	X	X			3						
G	- Consideração de requisitos de suporte ao cliente		X					3						
H	- Impacto das decisões de engenharia nos CCV	X						3						
H	- Setores envolvidos na Gestão de Custos - Recursos do SAP - Utilização de WBS	X				1	2			5				

Entrevistado	Assuntos das observações e Sugestões dos entrevistados	Etapas DIP				1	2	3	4	5	6	7	8	9
		I	II	III	IV									
H	- Estimativa de Custos	X				1						7		
H	- Ferramentas para estimativa dos CCV	X	X							5				
H	- Disseminação do conhecimento	X	X	X	X							7	9	
H	- Cultura sobre CCV	X	X	X	X							7	8	9
H	- Acompanhamento do custo realizado <i>versus</i> planejado		X	X	X	1		4						
H	- Metas dos custos recorrentes e não-recorrentes		X			1		4						
H	- Diferenças entre Programas		X	X	X	1				5				
I	- Impacto de decisões de modificações nos CCV	X	X					3						
I	- Ferramentas para estimativa de custos de modificações	X	X							5				
I	- Qualidade das bases de informações sobre CCV	X	X	X	X									9
J	- Formalização das preocupações com o impacto das decisões nos CCV	X	X					3						
J	- Avaliação dos impactos das decisões nos CCV <i>versus</i> experiência e históricos	X	X					3				7	8	
J	- Cultura para Gestão dos CCV	X	X	X	X							7	8	9
J	- Capacitação de pessoal	X	X	X	X							7		
J	- Organização matricial <i>versus</i> Gestão dos CCV		X	X	X		2				6			
J	- Nível de descentralização de decisões			X	X			3						
J	- Controle de custos no CCB				X	1	2							
J	- Ferramenta para avaliação de impacto das decisões nos CCV				X					5				
K	- Prioridades nos <i>trade-offs</i>	X	X					3						

1 Ativ. Tarefas
2 Org. Lideran.
3 Tom. Decisão
4 Ind. Desemp.
5 Tec. Ferram.
6 Int. Com. Col.
7 Habil. T. C. G.
8 Aprend. Org.
9 Gest. Conhec.

Entrevistado	Assuntos das observações e Sugestões dos entrevistados	Etapas DIP				1 Ativ. Tarefas	2 Org. Lideran.	3 Tom. Decisão	4 Ind Desemp.	5 Tec. Ferram.	6 Int. Com. Col.	7 Habil T. C. G.	8 Aprend. Org.	9 Gest. Conhec
		I	II	III	IV									
K	- Utilização de itens comuns de estoque		X	X	X			3			6			
K	- Coerência de decisões em mesmo projeto				X			3						
L	- Conhecimento técnico <i>versus</i> experiência gerencial no trato dos CCV	X	X	X	X	1					7			
L	- Aprendizagem organizacional: <i>Job rotation</i>	X	X	X	X						7	8		
L	- Planejamento das atividades de Gestão dos CCV via <i>WBS</i>		X			1					6			
L	- Funcionalidades dos equipamentos e os <i>trade-offs</i>		X	X	X			3						
L	- Análise de viabilidade econômica				X	1		3						
M	- Características do processo de Gestão dos CCV	X	X	X	X	1								
M	- Cultura organizacional sobre Custos	X	X	X	X						7	8		
M	- Evolução da cultura sobre CCV	X	X	X	X						7	9		
M	- Nível de desdobramento do Custo Alvo		X					4						
M	- Formalização do processo de Gestão dos CCV		X			1		3	5					
M	- Desempenho do produto e <i>trade-offs</i>		X					3						
M	- Atenção sobre CCV e as novas soluções de projetos		X					3				8		
M	- Parametrização de informações de Custos <i>versus</i> Peso		X						5			9		
M	- Nível de controle dos Custos estimados				X	X	1							
N	- Mão-de-obra direta <i>versus</i> orçamento	X	X	X	X	1		3						
N	- Preocupações quanto ao <i>Total Life Cycle Cost</i>	X	X	X	X			3						
N	- Gestão dos CCV <i>versus</i> Gestão de peso	X				1								

Entrevistado	Assuntos das observações e Sugestões dos entrevistados	Etapas DIP				1 Ativ. Tarefas	2 Org. Lideran.	3 Tom. Decisão	4 Ind. Desemp.	5 Tec. Ferram.	6 Int. Com. Col.	7 Habil. T. C. G.	8 Aprend. Org.	9 Gest. Conhec.
		I	II	III	IV									
N	- Integração do controle dos CCV ao BP	X	X	X	X	1								
N	- Custo Alvo de protótipos	X	X	X	X			4						
N	- <i>Time-to-market e trade-offs</i>	X	X	X	X			3 4						
N	- <i>SPEC</i> para Custos Alvos	X						3 4 5						
N	- Custos de prototipagem				X	1	3							
N	- Disponibilidade da curva ABC				X					6		9		
O	- Bases de Informações sobre Custos não recorrentes da Qualidade	X	X									8 9		
O	- Preocupação com o impacto de novas tecnologias na qualidade	X	X	X	X		3							
O	- Principais causas dos custos da não-qualidade	X	X	X	X		3					8		
P	- Estimativa de CCV <i>versus</i> arranjos funcionais	X	X	X	X	1 2								
P	- Decisões DIP e o controle do seu impacto nos CCV	X	X	X	X		3							
P	- <i>Target Price</i>	X						4						
P	- Capacitação em CCV	X	X	X	X						7			
P	- Localização e forma de controle de Custos		X		X	1								
Q	- Sistematização da Gestão dos CCV <i>versus</i> experiência	X	X			1	3				7			
Q	- Definição de requisitos de CCV	X				1								
Q	- Formalização da Gestão dos CCV	X	X				3							
Q	- Soluções/ferramentas <i>versus</i> inovações	X	X	X			3	5						
Q	- Precisão no desdobramento do Custo Alvo	X	X	X	X	1	3							

Entrevistado		Assuntos das observações e Sugestões dos entrevistados				Etapas DIP								
		I	II	III	IV	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Q	- Integração entre áreas	X	X	X	X						6			
Q	- Fontes de problemas na gestão dos CCV		X	X	X			3						
Q	- Apontamento de horas-homem			X	X						7			
R	- Definição do nível necessário de detalhamento dos CCV	X	X	X	X	1		3						
R	- Prazo de desenvolvimento <i>versus</i> tempo para análise	X	X	X	X	1		3		5				
R	- Formalidade dos processos de Gestão dos CCV	X	X					3		6				
R	- Soluções triviais e os riscos com a concorrência	X	X	X				3						
R	- Desdobramento do Custo Alvo do produto	X	X	X	X	1		3						
R	- Redução de Custos e implicações de longo prazo	X	X	X				3						
R	- Planejamento de CCV	X	X	X	X	1			4					
R	- Capacitação em Custos	X	X	X	X						7			
R	- Integração: reuniões, REFAP, <i>check list</i>	X	X	X	X	1		3		6		8		
R	- Conteúdo das informações <i>versus</i> ferramentas	X	X	X	X					5		7		
R	- Integração e comunicação entre áreas	X	X	X	X					6				
R	- Capacitação para análise sistêmica das decisões e seus impactos nos CCV	X	X	X	X						7			
R	- Acompanhamento dos Custos Alvos			X	X	1			4					
R	- Nível de planejamento de custos, formas de relatórios e critérios de apontamento de horas de trabalho				X	1				5	6	7		
S	- Implicações dos níveis de complexidade do processo de Gestão dos CCV	X	X	X	X	1		3					8	
S	- Habilidades na Gestão dos CCV	X	X								7	8	9	

Entrevistado	Assuntos das observações e Sugestões dos entrevistados	Etapas DIP				1	2	3	4	5	6	7	8	9
		I	II	III	IV									
S	- Processos de Estimativa de CCV <i>bottom-up e top-down</i>	X				1								
S	- Utilização de processos de outros programas	X	X	X	X					6		8		
S	- Controle de CCV pelos parceiros	X	X	X	X			3				8		
S	- Localização e interação dos diversos <i>trade-offs</i>		X	X		1		3						
S	- Controle dos CCV durante o Anteprojeto e a JDP		X	X		1								
S	- Relação entre CCB e Gestão de CCV		X	X		1	2							
S	- Tipos de custos considerados nos <i>trade-offs</i>		X	X				3						
S	- Comprometimento dos custos do produto nas fase iniciais do Programa		X					3						
S	- Acordos comerciais e transparência		X	X		1		3				8		
S	- Comprometimento dos CCV nas fases iniciais do Programa			X				3						
S	- Peso como direcionador de custos			X	X			3						
S	- Capacitação para avaliação de impacto de decisões nos CCV			X	X							7		
S	- Acompanhamento de custos estimados			X	X	1								
T	- Controle do custo do ferramental no ERJ 170		X	X	X	1		3						
T	- Controle do custo do ferramental em outros Programas		X	X	X	1								
T	- Custos de ferramental e as decisões de engenharia		X	X	X			3						
U	- Custos de manutenção nos <i>trade-offs</i>	X	X	X				3		5				
U	- Conhecimento <i>versus</i> tomada de decisão	X	X	X				3					9	
U	- Exemplos de <i>trade-offs</i>	X	X	X				3		6				

1 Ativ. Tarefas
2 Org. Lideran.
3 Tom. Decisão
4 Ind. Desemp.
5 Tec. Ferram.
6 Int. Com. Col.
7 Habil. T. C. G.
8 Aprend. Org.
9 Gest. Conhec.

Entrevistado	Assuntos das observações e Sugestões dos entrevistados	Etapas DIP				1	2	3	4	5	6	7	8	9
		I	II	III	IV									
U	- Integração e os riscos nos <i>trade-offs</i>	X	X	X			3		6					
U	- Metas de Custos de Manutenção	X	X				4							
U	- Ferramentas para cálculo de custos de modificações		X	X	X			5						
U	- Custos de manutenção em projetos maduros				X	1	3							
W	- Parâmetros de projeto e sua implicação nos CCV	X	X	X	X	1	3							
W	- Elenco de Custos do Ciclo de Vida	X	X	X	X	1	3							
W	- Custos Alvos para manutenção e operação	X					4							
W	- Cultura sobre CCV	X	X	X	X					7	9			
W	- Metas de custos e pacotes de trabalho			X	X	1	4							
W	- Acompanhamento das variações de preços de materiais e processos			X	X		5							
W	- Nível de solicitação de alterações nas etapas posteriores à JDP				X		3							
X	- Desenvolvimento tecnológico <i>versus</i> CCV	X	X			1	2							
X	- Estimativa de Custos <i>versus</i> peso e bases históricas	X				1				7				
X	- Análise cíclica de CCV (ciclo PDCA)	X	X	X	X	1	3							
X	- Relacionamentos com parceiros	X	X	X	X					7				
X	- Acesso à Curva ABC	X	X	X	X								9	
X	- Projeção de horas recorrentes e curva ABC	X	X	X	X								9	
X	- Custo <i>versus</i> peso	X	X				3	4						
X	- Fornecedores globais e a Gestão dos CCV	X	X	X	X	1	3							

1 Ativ. Tarefas
2 Org. Lideran.
3 Tom. Decisão
4 Ind. Desemp.
5 Tec. Ferram.
6 Int. Com. Col.
7 Habil. T. C. G.
8 Aprend. Org.
9 Gest. Conhec.

Entrevistado	Assuntos das observações e Sugestões dos entrevistados	Etapas DIP				1 Ativ. Tarefas	2 Org. Lideran.	3 Tom. Decisão	4 Ind. Desemp.	5 Tec. Ferram.	6 Int. Com. Col.	7 Habil. T. C. G.	8 Aprend. Org.	9 Gest. Conhec.
		I	II	III	IV									
X	- Controle da projeção de horas recorrentes		X	X	X	1								
X	- Controle de custos não-recorrentes		X	X	X	1								
X	- Retorno financeiro, curva ABC e horas recorrentes		X	X	X			3						
X	- Custos como parâmetro de decisão nos <i>trade-offs</i>		X	X				3						
X	- Avaliação de todas as decisões de projeto em conjunto		X	X	X			3						
X	- Capacitação			X	X							7		
X	- Boa prática: <i>reviews</i> mensais para controle de metas			X	X			3	4				8	
X	- Capacitação de pessoal em <i>DTC</i>			X	X							7		
X	- Capacitação para Gestão dos CCV			X	X							7		
X	- Controle de peso <i>versus</i> controle de custos				X			3						
Z	- <i>Trade-offs</i> e Análise de Valor	X	X	X	X			3	5					
Z	- Estruturação da Gestão dos CCV no DIP	X	X	X	X	1		4						
Z	- Ferramenta para análise do impacto das decisões DIP	X	X	X	X			3	5					
Z	- Integração na estimativa de custos	X									6		8	
Z	- <i>Benchmark</i> sobre custos com outro Programa	X	X	X	X		2	3					8	
Z	- Avaliação de resultado de outro Programa	X	X	X	X								8	
Z	- Definição de objetivos e disseminação do conceito de CCV	X	X	X	X	1		3					8	
Z	- Lições aprendidas em relação a <i>trade-offs</i> de outros Programas	X	X	X	X			3					8	
Z	- Experiência e aplicação da Gestão dos CCV	X	X	X	X			3				7	9	

Entrevistado	Assuntos das observações e Sugestões dos entrevistados	Etapas DIP				1	2	3	4	5	6	7	8	9
		I	II	III	IV	Ativ. Tarefas	Org. Lideran.	Tom. Decisão	Ind Desemp.	Téc. Ferram.	Int. Com. Col.	Habil T. C. G.	Aprend. Org.	Gest. Conhec
Z	- Atualização de informações, robustez nas decisões técnicas e análise de valor	X	X	X	X	1	2	3	4	5	6	7	8	9

TOTAIS																								
24	193											116	146	113	110	68	10	86	22	19	23	35	26	31

TOTAIS POR ETAPA DO DIP			
I	II	III	IV
116	146	113	110

TOTAIS POR ELEMENTO DO MODELO DE PROSPECÇÃO								
Atividades e Tarefas	Organiz. e Liderança	Tomada de Decisão	Indicad. de Desemp.	Técnicas e Ferram.	Integração Comunic. Colabor.	Habilidade Téc. Com. Gerencial	Aprendiz.. Organiz.	Gestão do Conhec.
68	10	86	22	19	23	35	26	31

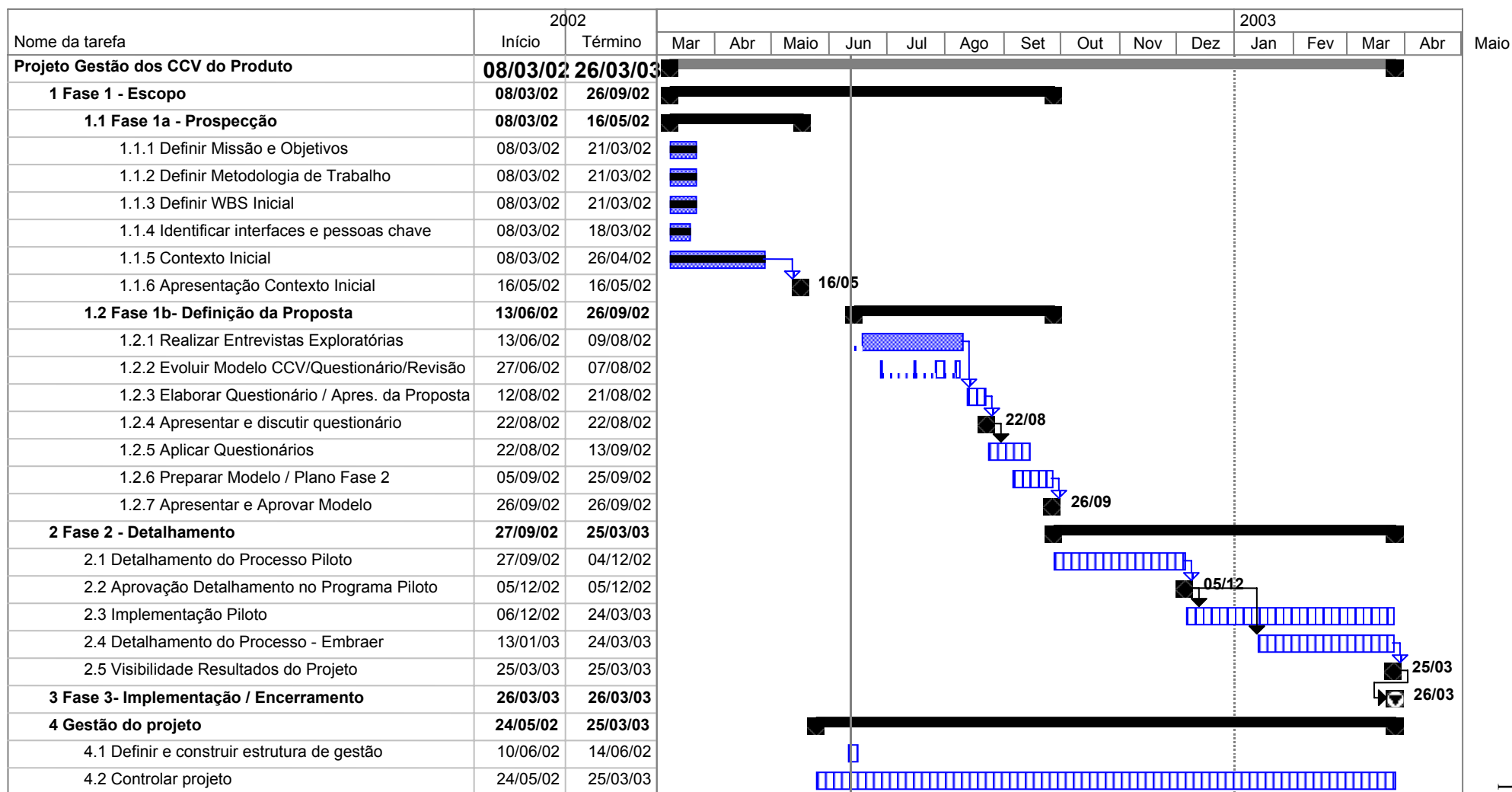
TOTAIS POR DIMENSÃO DIP			
PROCESSOS	ORGANIZAÇÃO	PLANEJAMENTO	FERRAMENTAS
233	125	79	76

APÊNDICE III

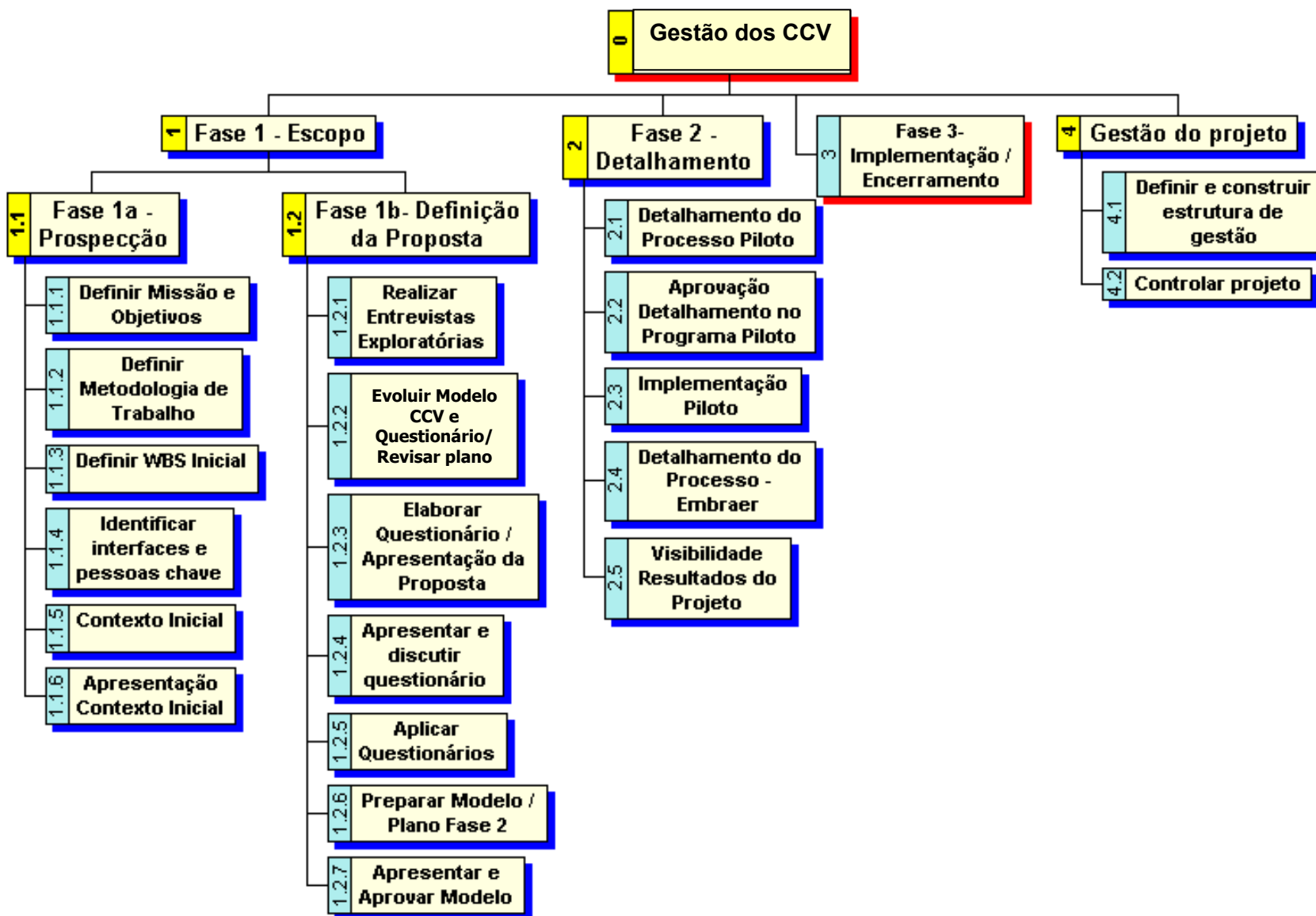
CRONOGRAMA E

WBS DAS ATIVIDADES DE PESQUISA

CRONOGRAMA DA PESQUISA



WBS DAS ATIVIDADES DE PESQUISA



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACE – Association for the Advancement of Cost Engineering. **Total Cost Management Framework (TCM)**, 2001. www.aacei.org/technical (acessado em 08/04/04).
- ABERNETHY, M. A. LILLIS, A. M. BROWNELL, P. e CARTER, P. **Product diversity and costing system design choice: field study evidence**. Management Accounting research, 2001, n.º 12, 2001.
- AKAO, Y. **QFD Quality Function Deployment – Integrating Customer Requirements into Product Design**. Productivity Press. Portland, 1990.
- ARAÚJO, C. S., CRUZ J. L. **Visão do Desenvolvimento Integrado de Produtos Aplicado aos Programas Embraer**. Publicação Interna – Departamento de Engenharia – GDT/DTE/VPI/Embraer, São José dos Campos, 1999.
- ARAÚJO, C. S., TOLEDO L. B. e MENDES, L. A. G. **Modelagem do Desenvolvimento de Produtos: Caso Embraer – experiências e lições aprendidas**. Anais do 3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. Florianópolis, 2001
- ASIEDU, Y. e GU, P. **Product life cycle cost analysis: state of the art review**. International Journal of Product Research, 1998, vol.36, n.º 4, 883-908.
- BARBOSA, R. P. e TACHIBANA W. K. **Metodologia para Gestão Estratégica de Custos: Integração Dos Conceitos de Cadeia de Valor, Direcionadores de Custos e Activity-based Costing em um Sistema de Informações**. Revista Brasileira de Custos, v.1 nº 1, 1999.
- BARTON, J. A. LOVE, D. M.. TAYLOR, G. D. **Design determines 70% of costs? A review of implications for design evaluation**. Journal of Engineering Design, vol 12, n.º 1, 2001.

- BERNARDES, Roberto. **Redes de Inovação e Cadeias Produtivas Globais: Impactos da Estratégia de Competição da Embraer no Arranjo Aeronáutico da Região de São José dos Campos**. Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – IE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2000.
- BERTO, R. M. V. S. e NAKANO, D. N. **Metodologia da Pesquisa e a Engenharia de Produção. Estratégia e Organizações**. Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1998.
- BRYMAN, A. **Research methods and organization studies**. London, Unwin Hyman, 1989.
- BUSS, C. O., CUNHA G. D. **Modelo Referencial para o Processo de Desenvolvimento de Novos Produtos**. XXII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, Salvador, 2002
- CERVO, A. L. e BERVIAN, P.A. **Metodologia Científica**. Ed. Prentice Hall, 5ª ed.. São Paulo, 2002.
- CLARK, B. C. e FUJIMOTO, T. **Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry**. Harvard Business School Press, Boston, 1991.
- CLARK K. B., WHEELWRIGHT S.C. **Managing New Product and Process Development: text and cases**. Harvard Business School. The Free Press, New York, 1993.
- CLELAND, D. I. e IRELAND, L. R. **Gerência de Projetos**. Reichmann & Affonso Editores. Rio de Janeiro, 2002.
- CLAUSING D. **Total Quality Development: a step-by-step guide to world-class concurrent engineering**. ASME Press, New York, 2ª ed., 1994.

- COGAN, S. **Custos e Preços – Formação e Análise**. Editora Pioneira. São Paulo, 1999.
- COMPTON, T. R. e ELIAS N. **Activity-Based Management**
<http://www.atkinson.yorku.ca/~garys/abky15/>, Acessado em 10/12/2003.
- COOPER, R. e SLAGMULDER, R. **Development Profitable New Product with Target Costing**. Sloan Management Review, 1999.
- COOPER, R e SLAGMULDER, R. **Redução de custos com inteligência**. HSM Management n.º 40 set-out, 2003
- CRESSMAN JR., G. E. A definição de preço na prática – entrevista. HSM Management, n.º 33 – jul/ago, 2002.
- CROW, K. **Product Cost Management Through Integrated Product Development**. DRM Associates, 1997a . www.npd-solutions.com. (acessado em 31/01/00).
- CROW, K. **Design For The Life Cycle**. DRM Associates, 1997b. www.npd-solutions.com. (acessado em 01/02/00).
- CROW, K. **Target Costing**. DRM Associates, 1997c. www.npd-solutions.com (acessado em 31/01/00).
- CSVA Canadian Society of Value Analysis. **Method of value analysis**. www.scav-scva.org.. (acessado em 15/02/00).
- DAHMUS, J. B. e OTTO, K. N. **Incorporating Lifecycle Costs into Product Architecture Decisions**. ASME International Design Engineering Technical Conferences, Design Automation Conference. Pittsburgh, Pennsylvania, 2001.
- DEAN, E. B. **Value Engineering from the perspective of Competitive Advantage**. <http://akao.larc.nasa.gov/dfc/ve.html>, 1999 (acessado 15/02/00).

- DESAI, P. KEKRE, S. RADHAKRISHNAN, S. SRINIVASAN, K. **Product Differentiation and Commonality in Design: Balancing Revenue and Cost Drivers**. *Management Science* Vol. 47, n.º 1 – jan, 2001.
- DUTTON, J. J. **A Strategic Business Methodology**. www.arthurandersen.com, 2000.
- ESTEVEES, C.L.D.V.P. **Aplicação da metodologia multicritério de apoio à decisão na avaliação de atratividade de projetos de produto**. Dissertação de Mestrado, PPGEP – Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, 1997.
- FACCI, N. MORIBE, A. M. **Bases conceituais para implementação de um sistema de informação contábil**. *rbc - Revista Brasileira de Contabilidade*. Conselho Federal de Contabilidade - CFC, n.º 144 – nov/dez, 2003.
- FERREIRA, C. V. FORCELLINI, F.A. HOHNE, G. SCHNEIDER, H. SCHLINK, H. **Estimativa de custos de produtos segundo as abordagens do *Design To Cost* e do *Design to Minimum Cost***. 2º Congresso Brasileiro de Gestão do Desenvolvimento de Produto. São Carlos, 2000
- FORTIN, M.-F. **O processo de Investigação – Da concepção à realização**. Lusociência Edições Técnicas e Científicas. Loures – Portugal, 1999.
- FREIXO, O. M. TOLEDO, J. C. **Gestão dos Custos do Ciclo de Vida do Produto durante seu Processo de Desenvolvimento**. 4º Congresso Brasileiro de Gestão do Desenvolvimento de Produto. Gramado, 2003
- GOLDRATT, E.M. e COX, J. **A Meta – Um processo de aprimoramento contínuo**. Trad. Fullmann, C. Ed. Educator. São Paulo, 1997.
- GOTTARDO, J.A. **Criação e gestão do conhecimento nos sistemas e processos de trabalho**. Dissertação de Mestrado PPGEP – Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, 2000.

- GRIFFIN, A. **PDMA Research on New Product Development Practices: Updating Trends and Benchmarking Best Practices.** Journal of Product Innovation Management, Vol. 18, Elsevier Science Inc, 1997.
- GRUNDFOS MANAGEMENT A / S. **Análise do Custo do Ciclo de Vida de Sistemas de Bombeamento.** www.grundfos.com/web/homept.nsf (acesso em 20/01/03).
- HARMSSEN H., GRUNERT K. G., BOVE K. **Company competences as a network: the role of product development.** Journal of Product Innovation Management, vol 17 (3), 2000.
- HARMSSEN, H., GRUNERT, K.G. e BOVE, K. **Company competencies as a network: the role of product development.** Journal of Product Innovation Management, Vol. 17 (3) (2000) pp. 194-207, Elsevier Science Inc., 2000.
- HEISEY, R. **717-200: Low Maintenance costs and high dispatch reliability.** Aero, n.º 19, Julho/2002, Boeing Commercial Airplanes.
- HICKS, B. J. CULLEY, S. J. MULLINEUX, G. **Cost estimation for standard components and systems in the early phases of the design process.** Journal of Engineering Design, Vol. 13, n.º 4, 2002.
- KAHN, K.B. **Market orientation, interdepartmental integration, and product development performance.** Journal of Product Innovation Management, Vol. 18 (5) (2001) pp. 314-323, Elsevier Science Inc., 2001.
- KESSLER, E. H. **Tightening the belt: methods for reducing development costs associated with new product innovation.** Journal of Technology Management, Vol. 17 (2000).
- KOTLER, P. e ARMSTRONG, G. **Princípios de Marketing.** Prentice Hall do Brasil, Rio de Janeiro. 7ª ed., 1998.
- KRISHNAN, V. e ULRICH, K. T. **Product Development Decisions: A Review of**

the Literature. Management Science, Vol. 47, n.º 1-jan, 2001.

LAITENER, D. Growth Forum: **Product Development in the New Millennium.**

Laitner and Associates – www.pdma.org/visions/jan00/growth.html, 1999.
(acessado em 01/02/00).

LAKATOS, E. M. e MARCONI, M.. **Metodologia do Trabalho Científico.** Editora Atlas, São Paulo, 1992.

MACIEL, M. I. E. **A Pesquisa-Ação e Habernas – Um novo paradigma.** Una Editora. Belo Horizonte, 1996.

MASCITELLI, R. **From experience: harnessing tacit knowledge to achieve breakthrough innovation.** Journal of Product Innovation Management, Vol. 17 (3) (2000) pp. 179-193. Elsevier Science Inc. (2000).

MAXIMIANO, A. C. A. e RABECHINI JR., R. **Maturidade em Gestão de Projetos – Análise de um Caso e Proposição de um Modelo.** XXII Simpósio de Gestão de Inovação Tecnológica. Salvador, 2002

MCDONOUGH III, E.F. **Investigation of factors contributing to the success of cross-functional teams.** Journal of Product Innovation Management, Vol. 17 (3) (2000) pp. 221-235, Elsevier Science Inc., 2000.

MCDONOUGH III, E.F., KAHN K. B. e BARCZAK, G. **Na investigation of the use of global, virtual, and colocated new product development teams.** Journal of Product Innovation Management, Vol. 18 (2) (2001) pp. 110-120, Elsevier Science Inc., 2001.

MOENAERT, R.K., CAELDRIES, F., LIEVENS, A. e WAUTERS E. **Communication flows in international product innovation teams.** Journal of Product Innovation Management, Vol. 17 (5) (2000) pp. 360-377, Elsevier Science Inc., 2000.

MOSEY, S. P., CLARE J. N., WOODCOOK D. J. **Integrated Process for**

Production Innovation. University of Nottingham, 2000.

NAGLE, T. **O valor Justo: Estratégias e Táticas de precificação – Entrevista.**
HSM Management Vol. 6, n.º 33 – jul/ago, 2002

NASA – National American Space Agency. **NASA Cost Estimation Handbook 2002.**
<http://www.nasa.gov> (acessado em 17/01/04).

NASCIMENTO, P. T. S. e VASCONCELLOS, E. P. G. **Que Tal uma Estrutura Fractal?** 4º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. Gramado (Brasil), 2003.

NODA, K. e TANAKA, M. **Target Cost Management for Profit Engineering System Based on VE in Japanese Automotive Parts Manufacturing.** SAVE International Conference Proceedings, 1997

NUENO, J. L. **O impacto do Preço no Mercado – entrevista.** HSM Management Vol. 6, n.º 33 - jul/ago, 2002.

OLSON, E.M., WALKER O. C. JR, RUEKERT R.W. e BONNER, J.M. **Patterns of cooperation during new product development among marketing, operations and R&D: Implications for project performance.** Journal of Product Innovation Management, Vol. 18 (4) (2001) pp. 258-271, Elsevier Science Inc., 2001.

PADOVEZE, C. P. **Contabilidade Gerencial: Um enfoque em Sistema de Informação Contábil.** Editora Atlas – 2ª ed. São paulo,1997.

PADOVEZE, C. P. **Sistemas de Informações Contábeis: Fundamentos e Análise.** Editora Atlas – 1ª ed. São Paulo, 1998

PEREIRA, A. R. **Modelo de gestão de *portfolio* de produtos para integração das inovações de produtos às estratégias corporativas.** Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Departamento de Engenharia de Produção, Florianópolis, 2002.

- PMI - Product Management Institute . **Project Management Body of Knowledge – PMBOK**. <http://www.pmi.org>. (acessado em 04/02/2002).
- RABINO, S. **The accountant's contribution to product development teams – a case study**. Journal of Engineering and Technology Management. Vol 18 (2001)
- REHMAN, S. e GUENOV, M. **A Methodology for modelling manufacturing costs at conceptual design**. Computers ind.Engng Vol. 35 (3-4) pp. 623-626, Elsevier Science Ltd., 1998.
- RIMOLI, C. A. **O processo de desenvolvimento e administração de produtos: um estudo de casos múltiplos em empresas brasileiras de ortopedia**. Universidade de São Paulo – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. São Paulo, 2001.
- ROCHA, W. R. **Sistema de Informação para Análise Estratégica de Custo**. VI Congresso Internacional de Custos. Universidade do Minho, Braga/Portugal, 1999.
- ROCHA A. e CHRISTENSEN C. **Marketing – Teoria e Prática no Brasil**. Editora Atlas. São Paulo, 1999.
- ROCHA JR., J. G. P. PEREIRA, M. R. NOGUTI V. SBRAGIA R. **Estrutura de gerenciamento de projetos em empresas de grande porte: um estudo de caso**. XXI Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, São Paulo, 2000.
- ROMANO, L. N. BACK, N. OGLIARI, A. **A Importância da Modelagem do Processo de Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas para a Competitividade do setor**. Society of Automotive Engineers, Inc., 2001.
- ROZENFELD H. e BREMER C. F. **Visão Geral da Fábrica do Futuro** *In* Fábrica do Futuro. Núcleo de Manufatura Avançada da Escola de Engenharia de São

Carlos da Universidade de São Paulo. Editora Banas, 2000.

ROZENFELD H. **Visão Holística do Negócio**. Núcleo de Manufatura Avançada. www.numa.org.br/conhecimentos, 1999. (acessado em 20/03/2000).

ROZENFELD, Henrique. **Modelo de Referência para o Desenvolvimento Integrado de Produtos**. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Anais**. Gramado: UFRGS, 1997.

ROZENFELD, H. e ZANCUL, E. S. **Identificação das funcionalidades de Desenvolvimento de Produtos de um Sistema ERP**. Congresso Nacional de Engenharia Mecânica. Natal, 2000.

ROY, R. BENDALL, D. TAYLOR, J. P. JONES, P. MADARIAGA, A. P. CROSSLAND, J. HAMEL, J. TAYLOR, I. M. **Identifying and Capturing the Qualitative Cost Drivers within a Concurrent Engineering Enviroment**. Advances in Concurrent Engineering. Chaundhry, Ghodous & Vadorpe Eds., Technomic Publishing Co. Inc. Pennsylvania (USA), 1999.

ROY, R. FORSBERG, S. KELVESJO, S. RUSH, C. **Risk analysis of parametric cost estimates within a concurrent engineering environment**. 7th ISPE International Conference on Concurrent Engineering: Research and Applications. Lyon (France), 2000.

ROY, R. KELVESJO, S. FORSBERG, S. RUSH, C. **Quantitative and Qualitative Cost Estimating for Engineering Design**. Journal of Engineering Design, 12 (2), pp. 147-162, 2001.

RUSH, C. e ROY, R. **Analysis of cost estimation process used within a concurrent engineering enviroment throughout a product life cycle**. Proceedings of CE 2000 Conference, Lyon (France).

RUSH, C. e ROY, R. **Capturing Quantitative & Qualitative Knowledge for Cost Modelling within a CE enviroment**. ISPE Intenational Conference on

- Concurrent Engineering: Research and Application. Los Angeles, 2001.
- SAKURAI M. **Gerenciamento Integrado de Custos**. Editora Atlas. São Paulo, 1997.
- SANTIAGO, Marcelo P. **Project Finance – Análise Comparativa de Projetos**. Departamento de Engenharia de Produção/Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.
- SANTOS, R. V. **Planejamento do “target price” segundo o Enfoque da Gestão Econômica**. Revista Brasileira de Custos, Vol. 1, n.º 1 – 1º semestre. São Leopoldo, 1999.
- SANTOS, R. V. e NININ, A. C. S. **Realidade dos Sistemas de Custos em empresas de grande porte**. Revista de Contabilidade do CRC SP, n.º 14. São Paulo, 2000.
- SCANLAN, J. HILL, T. MARCH, R. BRU, C. DUNCKLEY, M. e CLEEVELY, P. **Cost modelling for aircraft design optimization**. Journal of Engineering Design, Vol. 13, n.º 3, 2002.
- SCHLINK, H. KLEIN, R. PEREIRA, M. W. **Cost Planning for Functions and Components in Engineering Design**. 3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. Florianópolis, 2001a.
- SCHLINK, H. SCHNEIDER, H. e HOHNE, G. **Cost Planning for Functions and Components in the Design of Engineering Products**. 3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. Florianópolis, 2001.
- SILVA, C.E.S. **Medidas de desempenho do processo de desenvolvimento de produtos em médias e pequenas empresas**. Tese de Doutorado PPGEP – Universidade Federal de Santa Catarina UFSC, 2001.
- SLACK, N. CHAMBERS, S. HARLAND, C. HARRISON, A. JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. Editora Atlas. 1ª ed., 1997.

- SOUZA, A. A. AGUILAR, C. G. ARAÚJO, E. B. NOGUEIRA, D. N. A **Importância da Gestão do Conhecimento no Processo de Estimação de Custos e Formação de Preços através de um Sistema Especialista em Empresas com Sistema de Produção sob Encomenda**. XXI Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica. São paulo, 2000.
- STERLING, J. C. **Analysis of Life Cycle Cost Models for DOD & Industry USE in “Design-to-LCC”**. <http://nissd.com/sdes>. (acessado em 20/08/01)
- TANAKA, M., SAKAI, H., KOSHIBA, T. **A new assigning method of manufacturing cost target to product components by using the function evaluation of customers**. 1997.
- THIOLLENT M. **Pesquisa-Ação nas Organizações**. Ed. Atlas SA. São Paulo, 1997.
- TOLEDO, J. C. ALLIPRANDINI, D. H. MARTINS, M. F. FERRARI, F. M.. **Gestão do Processo de Desenvolvimento do Produto: análise de práticas e modelo de referência na indústria brasileira de autopeças**. Relatório Final de Pesquisa(FAPESP). GEPEQ - Grupo de Estudo e Pesquisa em Qualidade (DEP-UFSCar), São Carlos/SP, 2002
- TOLEDO J. C. e FREIXO O. M. **Gestão de Custos no Planejamento e Desenvolvimento de Produtos: A contribuição da Engenharia do Valor e do Target Costing**. Anais do 2º Congresso de Gestão de Desenvolvimento de Produtos. São Carlos/SP, 2000.
- TOMKOVICH C., MILLER C. **Perspective riding the wind: managing new product development in a age of change**. Journal of Product Innovation Management, vol 17 (6), 2000.
- VERNETTE, D. **Product Development in the 1990s: Commnunication and Integration**. A management roundtable research report, 1997, In: www.ManagementRoundtable.com. Management Roundtable, Inc. (acessado em 09/02/2004).

- WESBROOK, R. **Action research: a new paradigm for research in production and operations management.** International Journal of Operations & Production Management, Vol 15 (12), pp. 6-20, 1995.
- WEUSTINK, I. F., BRINKE E., STREPPPEL A. H. e KALS H. J. J. **A generic framework for cost estimation and cost control in product design.** Journal of Materials Processing Tecnology. Elsevier Science S A, 2000.
- YU, A. S. O., BIDO, D. S. MARROQUIN E. Q. TAKAMI, M. GASPAR, J. NASCIMENTO, P. T. S. **Desenvolvimento de Produtos e Processos: Um Estudo de Caso do ERJ – 145.** Anais do 3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. Florianópolis, 2001a.
- YU, A. S. O., CAMARGO JR., A. S. BREDA, F. J. TAKAMI, M. NASCIMENTO, P. T. S. **Desenvolvimento de Produtos e Processos: Um Estudo de Caso do ERJ – 170.** Anais do 3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. Florianópolis, 2001b.
- ZACKRINSON, H. B. **Value Engineering, Value Analisys, Value Management, Life Cycle Costing.** SAVE Internacional Conference Proceedings, 1997.
- ZALE, J. e WISE, W. **E quando as vendas caem?** – entrevista. HSM Management, n.º 33 – jul/ago, 2002.