

OK

São Paulo  
2003

Dissertação apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de  
São Paulo para obtenção do  
Título de Mestre em Engenharia

**ENGENHARIA DO VALOR E CUSTEIO-ALVO  
COMO METODOLOGIA DE TRABALHO NO PROCESSO DE  
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS:  
ESTUDO DE CASO APLICADO EM UMA MONTADORA DE VEÍCULOS**

**UGO IBUSUKI**

**UGO IBUSUKI**

**ENGENHARIA DO VALOR E CUSTEIO-ALTO  
COMO METODOLOGIA DE TRABALHO NO PROCESSO  
DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS:  
ESTUDO DE CASO APLICADO EM UMA MONTADORA DE VEICULOS**

BC

H82E-07

Dissertação apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de  
São Paulo para obtenção do  
Título de Mestre em Engenharia

Área de Concentração:  
Engenharia Mecânica

Orientador:

Prof. Dr. Paulo Carlos Kaminski

São Paulo

2003

Wolfgang von Goethe

*Ousadia contém gênio, poder e magia”:*

*“Tudo o que você for capaz de fazer ou imaginar ser capaz, comece.*

## AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível graças à colaboração direta ou indireta de muitas pessoas. Manifesto a minha gratidão a todas elas e, de forma particular:

Ao Professor Orientador Dr. Paulo Carlos Kaminski pelo ensinamento, apoio e orientação no direcionamento deste trabalho.

Aos Professores Dr. Márcio Abraham e Dr. Marcelo Massarani pela orientação na banca examinadora da qualificação, proporcionando novas visões para o andamento do trabalho.

Aos colegas da DaimlerChrysler do Brasil, em especial, ao Sr. Renato Ferreira Jr. pelo convite em estar atuando no Departamento de Engenharia e Análise do Valor, iniciando assim os primeiros passos no desenvolvimento deste trabalho, ao Sr. Sérgio Garcia pelo convite em estar atuando no Departamento de Controlling, ampliando o meu conhecimento no campo de Custeio-alvo, aos Srs. Ricardo José da Silva e Alexandre Nogueira pelo convite em estar atuando no Departamento de Gerenciamento de Projetos, possibilitando obter informações do Processo de Desenvolvimento de Produtos da empresa e finalizar este trabalho.

Aos colegas Pedro Kozonara, Rui Fett da Conceição, Odair Furlanetto e Mário Sérgio da Silva, do Departamento de Engenharia e Análise do Valor, pelas orientações e sugestões no desenvolvimento do estudo de caso.

Aos meus pais, Tamotsu e Kimie Ibusuki, e meus irmãos pela companhia e apoio durante todo o período de meu desenvolvimento acadêmico e profissional.

E para a minha namorada, Tais Hitomi Wakamatsu, pela compreensão nos momentos de ausência, pela força nos momentos difíceis do desenvolvimento deste trabalho, e pelo carinho e amor.

## RESUMO

A técnica de Análise do Valor / Engenharia do Valor (AV/EV) é um esforço organizado para atingir o valor ótimo de um produto, sistema ou serviço, provendo as funções necessárias ao menor custo.

A Análise do Valor (AV) é utilizada para produtos já existentes, em fase de produção. A Engenharia do Valor (EV) é utilizada para projetos e produtos na fase de desenvolvimento. A AV/EV aplica-se portanto em todas as fases do ciclo de vida do produto. Melhores resultados são obtidos quando a metodologia é aplicada aos novos produtos, ainda na fase introdutória, onde os custos de mudanças implementadas são menores e os ganhos potenciais são maiores. Para a implementação das idéias de AV/EV, é necessário que uma infra-estrutura seja criada o que por si só garantirá uma série de benefícios para a organização da empresa.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo a apresentação de uma metodologia de trabalho para o processo de desenvolvimento de produtos em uma montadora de veículos, com posterior aplicação em um estudo de caso, visando a correta aplicação sistemática das metodologias de EV e Custeio-alvo, interligando os departamentos de Engenharia, Manufatura, Compras e Vendas / Marketing, com o departamento de Engenharia e Análise do Valor. Para tanto, planos de trabalho deverão ser desenvolvidos, assim como equipes de trabalho, pois esta é a base de qualquer projeto de AV/EV. Uma das características do método é a sua natureza multidisciplinar. A equipe deve ser constituída por elementos que representem os setores da organização, que sejam indispensáveis para reunir toda a competência necessária à realização do projeto.

Para concluir, refira-se que esta forma de encarar os produtos implica que o valor, tal como definido anteriormente, passe a ser considerado como um dos critérios básicos para a tomada de decisões, desenvolvendo-se uma verdadeira "Cultura do Valor".

## ABSTRACT

The technique of the Value Analysis / Value Engineering (VA/VE) is an organized effort to reach the great value of a product, system or service, providing the necessary functions at lesser cost.

The Value Analysis (VA) is used for existing products, in production phase. The Value Engineering (VE) is used for projects and products in the development phase. VA/VE is applied therefore in all phases of the life-cycle of the product. Better results are obtained when the methodology is applied to new products, still in the initial phase, where the costs of implemented changes are lesser and the potential of results are quite better. For the implementation of the VA/VE, it is necessary that an infrastructure is created that by itself guarantees a series of benefits for the organization of the company.

Therefore, the present work has as objective the presentation of a methodology of work for the product development process in an assembly plant of vehicles, with subsequent application in a case study, aiming at the correct systematic application of the VE methodologies and Target-costing, linking the departments of Engineering, Manufacturing, Purchases and Sales / Marketing, with the department of Value Engineering and Analysis. For that, work plans should be developed, as well as work teams, because this is the true basis of any project of VA/VE. One of the component of the method is its multidisciplinary nature. The team should be constituted by elements that represent the sectors of the organization, that are indispensable to gather the whole necessary competence to the accomplishment of the project.

To conclude, refers that this form of facing the products implies that the value, such as defined previously, becomes to be considered as one of the basic approaches for decision making, developing itself a true "Culture of the Value".

## ERRATA

Dissertação de Mestrado com o Título:

### ENGENHARIA DO VALOR E CUSTEIO-ALVO COMO METODOLOGIA DE TRABALHO NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: ESTUDO DE CASO APLICADO EM UMA MONTADORA DE VEÍCULOS

PÁGINA	LINHA	ONDE SE LÊ	LEIA-SE
16	18ª	positivo e negativo	positivos e negativos
17	34ª	a fim	afim
23	2ª	O resultado	Os resultados
27	9ª	uma ambiente	um ambiente
29	1ª	mão de obra	mão-de-obra
68	12ª	a fim	afim
77	20ª	a mesma	o mesmo
79	4ª	como o projeto	uma vez que o projeto
82	35ª	ela pode ser aplicada	elas podem ser aplicadas
84	9ª	funcionalidade	concepção
86	34ª	discutidas	discutidos
91	3ª	da principal alternativa	das principais alternativas
100	20ª	a fim	afim
113	4ª	especializadas	especializados
114	10ª	desejada	desejado
116	18ª	identificada	identificadas

Autor: Ugo Ibusuki

Departamento de Engenharia Mecânica

# ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	ii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	iii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivo.....	1
1.2. Metodologia.....	2
2. ESTRATÉGIA COMPETITIVA.....	3
2.1. Integrando as Vantagens Competitivas.....	3
2.2. Vantagem Competitiva na Indústria Automotiva.....	5
3. O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....	7
3.1. QS9000/APQP.....	9
3.1.1. Fase 1 - Planejamento e Definição do Programa.....	10
3.1.2. Fase 2 - Projeto e Desenvolvimento do Produto.....	11
3.1.3. Fase 3 - Projeto e Desenvolvimento do Processo.....	12
3.1.4. Fase 4 - Validação de Produto e Processo.....	12
3.1.5. Fase 5 - Retroalimentação, Avaliação e Ação Corretiva.....	13
3.2. Revisão de Fases.....	13
3.2.1. Elementos Principais.....	14
3.2.2. Times.....	14
3.2.3. Tomada de Decisão.....	15
3.2.4. Critérios.....	16
3.3. Áreas de Conhecimento ligadas ao Processo de Desenvolvimento de Produtos.....	17
3.4. Contribuição do Capítulo.....	19
4. METODOLOGIAS E FERRAMENTAS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....	21
4.1. Engenharia Simultânea.....	21
4.1.1. Conceitos Principais.....	22
4.1.2. Ferramentas para a Engenharia Simultânea.....	24
4.2. Análise do Valor / Engenharia do Valor.....	28
4.2.1. Conceitos Principais.....	28
4.3. Custo-Alvo.....	30
4.3.1. Etapas para Determinar.....	31
4.3.2. Formação do Custo.....	33



4.3.2.1. O Sistema de Custeio.....	33
4.3.3. Formação do Preço.....	37
4.3.3.1. Métodos de Fixação de Preços.....	38
4.3.3.1.1. Orientação para Custos.....	38
4.3.3.1.2. Orientação para Demanda.....	40
4.3.3.1.3. Orientação para Concorrência.....	40
4.3.4. Formação da Margem de Lucro.....	41
4.4. Contribuição do Capítulo.....	41
5. ANÁLISE DO MODELO DE PDP NA EMPRESA PESQUISADA.....	43
5.1. Breve Descritivo da Empresa Pesquisada.....	43
5.2. O Modelo de Desenvolvimento de Produtos da Empresa.....	43
5.2.1. Visão Geral das Fases do Processo de Desenvolvimento de Produtos.....	43
5.2.2. Organização do Projeto e Pessoal.....	45
5.2.3. Papéis e Responsabilidades.....	46
5.3. O Modelo de Gerenciamento para o PDP da Empresa ( <i>Quality Gates</i> ).....	47
5.3.1. As Revisões de Fase ( <i>Gateways</i> ).....	47
5.3.1.1. <i>Gateway</i> 10 – Fase inicial.....	48
5.3.1.2. <i>Gateway</i> 9 – Caderno de Conceito.....	49
5.3.1.3. <i>Gateway</i> 8 – Caderno de Encargos.....	50
5.3.1.4. <i>Gateway</i> 7 – Decisão de Estilo.....	52
5.3.1.5. <i>Gateway</i> 6 – Disponibilidade de Agregados Pré-Testados.....	52
5.3.1.6. <i>Gateway</i> 5 – Liberação do Controle de Dados.....	54
5.3.1.7. <i>Gateway</i> 4 – Conclusão da Atividade de Desenvolvimento.....	54
5.3.1.8. <i>Gateway</i> 3 – 100% Peças ao Cliente Prontas.....	55
5.3.1.9. <i>Gateway</i> 2 – Início da Produção JOB 1 / SOP ( <i>Start Of Production</i> ).....	56
5.3.1.10. <i>Gateway</i> 1 – Lançamento de Mercado.....	57
5.3.1.11. <i>Gateway</i> 0 – Responsabilidade pelo Produto.....	58
5.3.2. As Revisões de Projeto.....	58
5.3.3. Reuniões da Comissão de Produtos.....	59
5.3.4. Relacionamento entre <i>Gateways</i> e Reuniões da Comissão de Produtos.....	60
5.4. A Gestão de Custos da Empresa.....	62
5.4.1. A Organização para a Gestão de Custos.....	62
5.4.2. Etapas na Gestão do Custeio-Alvo.....	66

ANEXO 1 - Desenho do Motor de Partida Elétrico (Atual) e Pneumático (Proposto)	
ANEXO 2 - Cronograma de Desenvolvimento do Estudo	
ANEXO 3 - QFD e <i>Benchmarking</i> do Motor de Partida Pneumático	
8. CONCLUSÃO E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS.....	115
7.3. EV – Validação.....	111
7.2.6. Passo 6: Planejamento.....	111
7.2.5. Passo 5: Julgamento.....	107
7.2.4. Passo 4: Criativa.....	106
7.2.3. Passo 3: Analítica.....	101
7.2.2. Passo 2: Informação.....	100
7.2.1. Passo 1: Preparatória.....	97
7.2. EV – Projeto.....	97
7.1. EV – Conceitual.....	96
7. ESTUDO DE CASO ELABORADO.....	96
6.3. Técnicas para Auxiliar os Estudos de Engenharia de Valor.....	93
6.2. Fluxo da Metodologia Proposta.....	92
6.1.3. EV – Validação.....	91
6.1.2.6. Passo 6: Planejamento.....	91
6.1.2.5. Passo 5: Julgamento.....	90
6.1.2.4. Passo 4: Criativa.....	90
6.1.2.3. Passo 3: Analítica.....	87
6.1.2.2. Passo 2: Informação.....	87
6.1.2.1. Passo 1: Preparatória.....	86
6.1.2. EV – Projeto.....	85
6.1.1. EV – Conceitual.....	84
6.1. Metodologia Proposta.....	82
6. PROPOSTAS DE MELHORIA.....	82
5.6. Análise Crítica do Estudo na Empresa Pesquisada.....	77
5.5. Itens do <i>Quality Gates</i> focados na Gestão de Custos.....	74
5.4.2.3. Terceira Etapa.....	70
5.4.2.2. Segunda Etapa.....	69
5.4.2.1. Primeira Etapa.....	67
BIBLIOGRAFIA.....	119

- ANEXO 4 - Arvore Funcional do Motor de Partida Pneumático e Sistemas
- ANEXO 5 - FAST do Motor de Partida Pneumático e Sistemas
- ANEXO 6 - Análise do Valor / Engenharia do Valor (Gráfico Custo x Importância)
- ANEXO 7 - Cálculo de Custo Estimado do Motor de Partida Pneumático (sem propostas de EV)
- ANEXO 8 - Cálculo de Custo Estimado do Motor de Partida Pneumático (com propostas de EV)
- ANEXO 9 - Esboço do Motor de Partida com as Propostas de Redução de Custos
- ANEXO 10 - Relatório Final do Estudo de Engenharia do Valor

FIGURA 1 - Elementos característicos do processo de revisão de fases..... 14

FIGURA 2 - O processo de tomada de decisão..... 15

FIGURA 3 - Fluxo típico da Engenharia Sequencial..... 21

FIGURA 4 - Fluxo típico da Engenharia Simultânea..... 22

FIGURA 5 - Ferramentas para a Engenharia Simultânea..... 27

FIGURA 6 - Determinação do custo-alvo utilizando o método baseado no preço-alvo..... 31

FIGURA 7 - Análise do ponto de equilíbrio..... 39

FIGURA 8 - Fases do PDP..... 44

FIGURA 9 - Modelo utilizado para gerenciamento do projeto estudado..... 47

FIGURA 10 - Processo de Revisão de Fase na empresa..... 61

FIGURA 11 - Participação de equipes de projeto na empresa centrada em divisões..... 63

FIGURA 12 - Organização de departamentos relacionados com o custo-alvo na empresa..... 64

FIGURA 13 - Programação aproximada de custo-alvo no PDP..... 67

FIGURA 14 - Alvo de redução de custos pela diferença de custo-alvo e custo estimado..... 72

FIGURA 15 - Fluxograma para determinação dos custos específicos por peça..... 73

FIGURA 16 - Gestão de Custos no *Gateway* 10..... 74

FIGURA 17 - Gestão de Custos no *Gateway* 9..... 75

FIGURA 18 - Gestão de Custos no *Gateway* 8..... 75

FIGURA 19 - Gestão de Custos no *Gateway* 6..... 76

FIGURA 20 - Gestão de Custos no *Gateway* 5..... 76

FIGURA 21 - Comparativo das fases do APQP com as fases do *Quality Gates*..... 78

FIGURA 22 - Análise dos custos pela Visão Tradicional x Visão Funcional..... 80

FIGURA 23 - Escopo da metodologia proposta para a empresa pesquisada..... 81

FIGURA 24 - Fluxograma para determinação dos custos específicos com ações de EV..... 83

FIGURA 25 - Modelo proposto para Gerenciamento de Ideias..... 84

FIGURA 26 - Passos para o Plano de Trabalho..... 85

FIGURA 27 - Perguntas para a construção do Diagrama FAST..... 88

FIGURA 28 - Matriz de Estimativa de Custos..... 88

FIGURA 29 - Diagrama Mudge..... 89

FIGURA 30 - Gráfico comparativo Importância x Custo por Função..... 90

FIGURA 31 - Fluxograma de Trabalho para EV-Validação..... 92

FIGURA 32 - Resumo do fluxo de atividades da metodologia proposta..... 93

FIGURA 33 - Diagrama Mudge para determinar a Importância de cada Função..... 105

FIGURA 34 - Custo-alvo estratégico para a implantação das nacionalizações..... 113

**LISTA DE FIGURAS**

8	TABELA 1 - Tabela Comparativa das Fases do PDP.....
37	TABELA 2 - Formação de custo e preço pelo método RKW.....
99	TABELA 3 - Comparativo acionamento elétrico x pneumático.....
101	TABELA 4 - Custo-alvo x Custo estimado do motor de partida.....
102	TABELA 5 - Desdobramento Funcional e Classificação.....
103	TABELA 6 - Desdobramento do custo estimado por componente.....
104	TABELA 7 - Desdobramento do custo estimado por função.....
105	TABELA 8 - Desdobramento do custo-alvo por função.....
106	TABELA 9 - Determinação da meta de redução de custos por função.....
107	TABELA 10 - Propostas de redução de custos por função.....
108	TABELA 11 - Análise das propostas de redução de custos por função.....
109	TABELA 12 - Determinação da meta de redução de custos por função com as propostas.....
109	TABELA 13 - Determinação do potencial de redução em termos de preço.....
110	TABELA 14 - Estudo de viabilidade econômica do sistema de partida.....
112	TABELA 15 - Determinação do custo residual para meta de redução.....

## LISTA DE TABELAS

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	-	<i>Activity Based Cost</i>
ABNT	-	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APQP	-	<i>Advanced Product Quality Planning</i>
APQP/CP	-	<i>Advanced Product Quality Planning and Control Plan</i>
AV	-	Análise do Valor
CAD	-	<i>Computer Aided Design</i>
CAE	-	<i>Computer Aided Engineering</i>
CAM	-	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CEP	-	Controle Estatístico do Processo
COFINS	-	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
CP	-	Comissão de Produtos
CPM	-	<i>Critical Path Method</i>
CV-DS	-	<i>Commercial Vehicle Development System</i>
DFA	-	<i>Design for Assembly</i>
DFM	-	<i>Design for Manufacturing</i>
DFMA	-	<i>Design for Manufacturing and Assembly</i>
DFMEA	-	<i>Design Failure Mode and Effect Analysis</i>
DGM	-	Despesas Gerais de Material
DGR	-	Despesas Gerais Restantes
DMU	-	<i>Digital Mock-Up</i>
DOE	-	<i>Design of Experiments</i>
DVP	-	<i>Design Verification Plan</i>
EAV	-	Engenharia e Análise do Valor
EDM	-	<i>Electronic Data Management</i>
ES	-	Engenharia Simultânea
EV	-	Engenharia do Valor
FAST	-	<i>Function Analysis System Technique</i>
FMEA	-	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
ICMS	-	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
ISO9000	-	<i>International Organization for Standardization – series 9000</i>
ISO/TS16949	-	<i>ISO / Technical Specification – series 16949</i>
IT	-	<i>Information Technology</i>
MOD	-	Mão-de-Obra Direta

MP	-	Matéria-Prima
NPR	-	Nível de Prioridade de Risco
PAPP	-	<i>Production Part Approval Process</i>
PDP	-	Processo de Desenvolvimento de Produtos
PERT	-	<i>Program Evaluation and Review Technique</i>
PFMEA	-	<i>Process Failure Mode and Effect Analysis</i>
PIS	-	Imposto para Programa de Integração Social
PMBOK	-	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PMI	-	<i>Project Management Institute</i>
QFD	-	<i>Quality Function Deployment</i>
QG	-	<i>Quality Gates</i>
QS9000	-	<i>Quality System – series 9000</i>
RKW	-	<i>Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit</i>
SOP	-	<i>Start of Production</i>
UN	-	Unidade de Negócio
VA	-	<i>Value Analysis</i>
VE	-	<i>Value Engineering</i>

## 1. INTRODUÇÃO

A época atual requer constante inovação por parte das empresas, para que possam sobreviver às dificuldades impostas pela crescente competição internacional.

Muito além de uma simples evolução do passado recente, o que se assiste agora caracteriza-se como uma desconinuidade efetiva e exige uma redefinição ampla de papéis no processo produtivo, implicando em transformações de cunho sócio-cultural para as quais nem todas as empresas estão adequadamente preparadas.

Considerando-se que um fator diferencial da competitividade reside na capacidade de gerar um produto com características distintas dos seus concorrentes, fica explícita a necessidade de recorrer ao emprego de técnicas que venham a privilegiar o desenvolvimento de produtos de melhor qualidade e em curto prazo, como é a proposta da Engenharia Simultânea.

Em resposta a essas mudanças, as empresas tipicamente inovadoras têm procurado elevar seu nível de competitividade, aprimorando a qualidade dos seus produtos e serviços, reduzindo custos e orientando-se para as necessidades dos consumidores (COSTA, 1998).

O processo de desenvolvimento de produtos apresenta uma natureza multidisciplinar e interdisciplinar, requerendo um esforço integrado dos diversos setores envolvidos nesta atividade. Neste sentido, a integração de ferramentas de custos com ferramentas de projeto pode vir a constituir uma plataforma única de um sistema de estimativa de custos de produtos durante o processo de desenvolvimento de produtos. Como fruto desta integração, as empresas poderão desenvolver um produto diferenciado, com custos adequados, capazes de atingir elevados padrões de qualidade (FERREIRA, 2000).

### 1.1. Objetivo

Este trabalho discute a função desenvolvimento de produtos como forma de aumentar a competitividade das organizações. A análise está focada no setor automotivo que, após ter sido o precursor dos sistemas de produção em massa, vê-se obrigado a questionar sua filosofia básica de operação. O setor automotivo é adequado para esta análise pois seu mercado é grande, dinâmico e de globalização crescente, onde o comportamento dos consumidores é complexo, e onde o ambiente competitivo é turbulento, resultando em enormes pressões sobre a função desenvolvimento de produtos (IBUSUKI&KAMINSKI, 2002a).

Assim, muitos conceitos, métodos e técnicas surgiram de modo a tornar mais eficiente o processo de desenvolvimento de produtos. Porém sua aplicação muitas vezes é feita de maneira isolada e não coordenada, ou seja, sem um modelo definido que permita à equipe de



desenvolvimento situar-se seguramente no que se refere à gestão de custos e ao impacto de suas decisões no custo final do produto.

Portanto, resumindo brevemente os pontos abordados neste estudo:

- 1) Inicialmente, buscou-se uma pesquisa bibliográfica, abordando os temas relacionados com o foco do estudo, com o objetivo de desenvolver o conhecimento sobre a temática em questão;
- 2) Pesquisou-se o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) da empresa pesquisada;
- 3) Buscou-se a estruturação da sistemática de Gestão de Custos no PDP da empresa pesquisada, destacando seus pontos principais;
- 4) Foi sugerido uma metodologia de trabalho focada na EV e no Custeio-alvo, como focos principais, para a Gestão de Custos no PDP;
- 5) Aplicou-se a metodologia proposta em um estudo de caso prático.

## 1.2. Metodologia

Com o objetivo definido, partiu-se inicialmente para uma pesquisa bibliográfica, buscando esclarecer conceitos e metodologias referenciadas em livros e artigos relacionados com o tema em questão. A pesquisa foi focada em questões relacionadas ao PDP.

Com o conceito mais maduro sobre a temática em questão, partiu-se para a pesquisa de campo, dentro de uma empresa montadora de veículos, objetivando observar a sistemática de desenvolvimento de produtos utilizada, para que posteriormente fosse sugerida uma metodologia com aplicação de um estudo de caso.

Assim, no capítulo 1, apresenta-se uma breve introdução com justificativa para o desenvolvimento do trabalho em questão. No capítulo 2, abordam-se temas relacionadas às principais correntes de vantagem competitiva. Sendo o PDP uma das ferramentas para a competitividade, no capítulo 3, abordam-se temas relacionados, principalmente focando o mercado automotivo, como QS9000/APQP e Revisão de Fases. No capítulo 4, focou-se mais especificamente as ferramentas de desenvolvimento de produtos, bem como aquelas relacionadas à Gestão de Custos, que é o foco principal deste trabalho. No capítulo 5, comenta-se sobre a sistemática de desenvolvimento de produtos utilizada por uma montadora de veículos, onde se realizou a pesquisa de campo. No capítulo 6 propõe-se melhorias a serem aplicadas, com base em um estudo de caso, este apresentado no capítulo 7. Finalizando, no capítulo 8, conclui-se o trabalho, com propostas para trabalhos futuros.

## **2. ESTRATÉGIA COMPETITIVA**

Para PORTER (1997), a estratégia deve buscar a vantagem competitiva, surgindo fundamentalmente do valor que uma empresa consegue criar para seus compradores e que ultrapassa o custo de fabricação pela empresa. O valor é aquilo que os compradores estão dispostos a pagar, e o valor superior provém da oferta de preços mais baixos do que os da concorrência por benefícios equivalentes ou do fornecimento de benefícios singulares que mais do que compensam um preço mais alto. Existem dois tipos básicos de vantagem competitiva: de custo e de diferenciação.

A vantagem de custo consiste em atingir a liderança no custo total em uma indústria através de um conjunto de políticas funcionais orientadas para este objetivo. Um líder em custo não pode, contudo, ignorar as bases da diferenciação. Se o seu produto não é considerado comparável ou aceitável pelos compradores, um líder de custo será forçado a reduzir os preços bem abaixo dos da concorrência para ganhar vendas. Isto pode anular os benefícios de sua posição de custo favorável.

Na estratégia de diferenciação, uma empresa procura ser única em sua indústria, ao longo de algumas dimensões amplamente valorizadas pelos compradores. Ela seleciona um ou mais atributos, que muitos compradores numa indústria consideram importantes, posicionando-se singularmente para satisfazer estas necessidades. Ela é recompensada pela sua singularidade com um preço-premium. A singularidade pode assumir várias formas: projeto ou imagem da marca, tecnologia, serviços, rede de fornecedores, ou outras dimensões. A diferenciação permite que a empresa peça um preço-premium, venda um maior volume do seu produto por determinado preço ou obtenha benefícios equivalentes, como uma maior lealdade do comprador durante quedas cíclicas ou sazonais. O custo é também de importância vital para estratégias de diferenciação porque um diferenciador deve manter o custo próximo da concorrência. A menos que o preço-premium resultante exceda o custo da diferenciação, um diferenciador não irá conseguir alcançar um desempenho superior.

### **2.1. Integrando as Vantagens Competitivas**

A redução de custos nem sempre envolve um sacrifício na diferenciação. Muitas empresas descobriram formas de reduzir os custos não só sem ferir sua diferenciação mas na verdade elevando, fazendo uso de práticas que são mais eficientes e efetivas ou empregando uma tecnologia diferente. Algumas vezes, grandes economias de custos podem ser obtidas sem absolutamente nenhum impacto sobre a diferenciação. Se uma empresa consegue obter a liderança no custo e a

diferenciação simultaneamente, as recompensas são grandes porque os benefícios são aditivos, pois diferenciação leva a preços-prêmio ao mesmo tempo que a liderança no custo implica custos mais baixos.

A introdução de uma inovação tecnológica importante pode permitir que uma empresa reduza o custo e intensifique a diferenciação simultaneamente, e talvez alcance ambas estratégias. A introdução de novas tecnologias de fabricação automatizadas pode ter este efeito, da mesma forma que a introdução de uma nova tecnologia de sistema de informação para manipular logística ou projetar produtos no computador. Novas práticas inovadoras sem relação com a tecnologia também podem ter este efeito. Formando relações cooperativas com fornecedores, pode-se reduzir os custos dos insumos e melhorar a qualidade destes insumos.

Conforme PORTER (1992), a cadeia de valores do comprador é a chave para a compreensão da base fundamental da diferenciação. Criar valor para o comprador através da redução do custo deste ou melhorando o seu desempenho. A diferenciação resulta da singularidade real na criação de valor do comprador e da habilidade em assinalar este valor de modo que os compradores o percebam.

Na cadeia de valores do produtor, eles verticais implicam que relações com fornecedores e canais oferecem possibilidades para todas as partes ganharem através da coordenação e da otimização conjunta de suas respectivas cadeias de valores. Uma empresa normalmente pode reduzir bastante seus custos relativos, compartilhando atividades de valor com unidades empresariais-irmãs. Assim tanto a integração como a desintegração oferecem o potencial para uma redução dos custos. Visto que mudanças nas atitudes da gerência e a nova tecnologia de sistemas de informação estão facilitando a obtenção de elos com fornecedores, a desintegração está se tornando cada vez mais atrativa em muitas indústrias.

Uma empresa deve selecionar os fornecedores mais eficientes ou aqueles que oferecem o produto de menor custo para ser utilizado, dada a cadeia de valores da empresa. Práticas de compras também devem promover a redução dos custos dos fornecedores, ajudar os fornecedores quando necessário com desenvolvimento de tecnologia, e encorajar práticas dos fornecedores que reduzem o custo da empresa por meio de elos. Uma íntima coordenação com fornecedores pode reduzir o tempo de desenvolvimento de um novo modelo se os fornecedores trabalharem para produzir novas peças ao mesmo tempo que uma empresa está completando o projeto do equipamento para fabricar o novo modelo.

## 2.2. Vantagem Competitiva na Indústria Automotiva

No início da história da indústria automotiva, as principais empresas de automóveis seguiram estratégias de diferenciação na produção de carros de passeio. Mudanças tecnológicas e mercadológicas criaram o potencial para Henry Ford modificar as regras da concorrência, adotando a clássica estratégia da liderança no custo total, baseada na produção de baixo custo de um modelo-padrão vendido por preços baixos. Ford dominou rapidamente a indústria a nível mundial. Por volta do final da década de vinte, contudo, o crescimento econômico, a crescente familiaridade com o automóvel e a mudança tecnológica haviam criado o potencial para a General Motors mudar mais uma vez as regras. Ela empregou uma estratégia de diferenciação baseada em uma linha ampla, detalhes e preços-prêmio. Com o crescente aumento da concorrência, nas décadas mais recentes, as empresas buscam agregar maior valor nos seus produtos a seus clientes. Uma empresa cria valor para um comprador que justifique um preço-prêmio através de dois mecanismos:

- reduzindo o custo do comprador;
- elevando o desempenho do comprador.

Elevar o desempenho do comprador para os consumidores envolve elevar seu nível de satisfação ou atender suas necessidades. O status e o prestígio são necessidades importantes, tanto quanto as características de um produto ou a sua qualidade.

Uma empresa ateta o comprador não só por meio de seu produto, mas também por meio de atividades como o sistema logístico, o sistema de pedidos, a força de vendas e o grupo de engenharia de aplicações. Caminhões pesados oferecem um bom exemplo de múltiplos elos. Um caminhão pesado influencia diretamente os custos logísticos de seu comprador, uma função da capacidade de transporte do caminhão, da facilidade de carregamento e descarregamento, dos custos de combustível e dos custos de manutenção. O caminhão também terá efeitos indiretos sobre os outros custos do seu comprador. Sua capacidade influenciara a frequência com que o comprador faz entregas. O caminhão pode contribuir para a qualidade do produto através do nível de trepidação à qual ele sujeita a carga, bem como das condições de umidade e de temperatura em trânsito. Ele também pode afetar os custos de embalagem, uma função da proteção exigida para evitar avaria. Por fim, o caminhão pode afetar a identidade da marca por sua aparência e visibilidade do logotipo pintado no veículo. Todas estas ligações entre as atividades de valor de um fabricante de caminhões e o comprador podem potencialmente aumentar ou reduzir o desempenho ou o custo do comprador. Para elevar o desempenho do comprador é preciso que se compreenda qual o desempenho desejável do ponto de vista do comprador. Elevar o desempenho de compradores depende daquilo que cria diferenciação junto a seus compradores. Assim, as necessidades do comprador precisam ser compreendidas, e exigem o mesmo tipo de análise do valor para o comprador. Um caminhão

vendido a um comprador que é uma companhia de produtos de consumo e que o utiliza para transportar estes produtos até as lojas de varejo constitui um exemplo. Se as lojas de varejo querem entregas frequentes, a companhia estará muito interessada em um caminho com capacidade de transporte para fazer entregas frequentes por um custo razoável.

Portanto, um programa de desenvolvimento de produtos deve incluir uma alta dose de projetos elaborados para reduzir o custo em todas as atividades de valor que representam uma fração significativa do custo, bem como projetos para reduzir o custo do produto e aumentar o valor ao comprador através da engenharia do valor, pois, devido a crescente competitividade, os consumidores esperam que um produto sempre tenha melhor qualidade e funcionalidade, porém sem aumento de preços.

Muitos estudos foram e estão sendo desenvolvidos na temática de Processo de Desenvolvimento de Produtos, pois trata-se de um dos principais meios de se atingir a vantagem competitiva para uma empresa. O desempenho de um produto e também grande parte de seu custo é definido na fase de seu desenvolvimento, portanto para otimizar estes dois parâmetros, é fundamental um gerenciamento correto do PDP.

### 3. O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

O PDP pode ser definido como um conjunto de atividades envolvendo quase todos os departamentos da empresa, que tem como objetivo a transformação de necessidades de mercado em produtos ou serviços economicamente viáveis. O PDP engloba desde o projeto do produto (fase principal) até a avaliação do produto pelo consumidor, passando pela fabricação (KAMINSKI, 2000).

Portanto busca-se desenvolver um produto que atenda às expectativas de mercado, em termos de qualidade total do produto, e desenvolver o produto no tempo adequado, ou seja, mais rápido que os concorrentes, e a um custo de projeto compatível.

De acordo com CLARK&FUJIMOTO (1991), aquilo que a empresa faz, ou seja, sua estratégia de produto e como ela se organiza e gerencia o desenvolvimento determinado como o produto sairá no mercado. A maneira como a empresa realiza o desenvolvimento de produtos, sua velocidade, eficiência e qualidade do trabalho, irá determinar a competitividade do produto.

Para uma melhor eficiência, o PDP é dividido em fases, compondo uma sequência lógica, criada para assegurar uma adequada definição do produto do projeto. A conclusão de uma fase geralmente é marcada pela revisão dos principais produtos e pela avaliação do desempenho do projeto tendo em vista determinar se o projeto deve continuar na próxima fase.

Existem diversas divisões de fases do PDP defendidas por diversos autores, como pode ser visto na Tabela 1. Apesar das diferentes designações, não existem muitas diferenças em relação ao conteúdo das fases definidas no QS9000/APQP (CHRYSLER et al, 1995), manual de PDP desenvolvido especificamente para as necessidades do setor automotivo, que tomaremos como base do estudo, conforme detalhado no item 3.1, junto com suas fases. No item 3.2, destacam-se as técnicas de Revisão de Fases, que atuam como critérios para tomada de decisões no PDP. E, para finalizar, no item 3.3, descrevem-se as outras áreas de conhecimentos ligadas ao PDP.

CLARK&WHEELWRIGHT (1992)	COOPER (1990)	VALERIANO (1998)	BAXTER (1998)	APQP (CHRYSLER CORPORATION et al, 1995)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desenvolvimento do Conceito</li> <li>2. Planejamento do Produto</li> <li>3. Engenharia do Produto / Processo</li> <li>4. Produção Piloto / Aumento da Produção</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Avaliação Preliminar</li> <li>2. Detalhamento da Idéia</li> <li>3. Desenvolvimento</li> <li>4. Validação e Testes</li> <li>5. Lançamento no Mercado</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conceituação</li> <li>2. Planejamento e Organização</li> <li>3. Implementação</li> <li>4. Encerramento</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Oportunidade de Negócio</li> <li>2. Especificação do Projeto</li> <li>3. Projeto Conceitual</li> <li>4. Projeto de Configuração</li> <li>5. Projeto Detalhado</li> <li>6. Projeto para Fabricação</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Planejamento</li> <li>2. Desenvolvimento e Projeto do Produto</li> <li>3. Desenvolvimento e Projeto do Processo</li> <li>4. Validação do Produto e do Processo</li> <li>5. <i>Feedback</i>, Avaliação e Ação Corretiva</li> </ol>

Tabela 1. Tabela Comparativa das Fases do PDP (VALERI, 2000).

### 3.1. QS9000/APQP

O manual de referência do QS9000, denominado Planejamento Avançado da Qualidade do Produto e Plano de Controle (APQP/CP - *Advanced Product Quality Planning and Control Plan*) (CHRYSLEER et al, 1995), foi desenvolvido em conjunto por Ford, GM e Chrysler em julho de 1994 com o objetivo de orientar seus fornecedores para melhorar seu processo de planejamento avançado da qualidade.

De acordo com ABRAHAM (1998), um dos grandes aspectos que diferenciam o QS9000 da ISO9001 é o requisito específico para o Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP - *Advanced Product Quality Planning*). O APQP é um método estruturado em equipe para definir e estabelecer os procedimentos necessários para assegurar que o produto satisfaça o cliente, facilitar a comunicação entre os envolvidos e assegurar o cumprimento dos procedimentos e das atividades nos prazos estabelecidos, minimizando os custos associados e os riscos de qualidade no lançamento do produto.

O manual usa uma abordagem de Engenharia Simultânea (ES), para gerenciar todas as atividades aplicáveis estabelecidas por esta diretriz, orientando para que todos os passos necessários durante o planejamento sejam dados, objetivando que o novo produto seja lançado com o mínimo de problemas, fazendo com que gastos com modificações sejam menores e que estas, quando necessário, sejam identificadas o mais cedo possível e possam ser mais facilmente implementadas, evitando problemas posteriores ao lançamento do produto.

Todas as ferramentas, técnicas e atividades descritas no manual do APQP/CP do QS9000 são discriminadas em seqüência lógica, baseada em 5 fases de planejamento:

- Fase 1: Planejamento e Definição do Programa
- Fase 2: Projeto e Desenvolvimento do Produto
- Fase 3: Projeto e Desenvolvimento do Processo
- Fase 4: Validação do Produto e do Processo
- Fase 5: Retroalimentação, Avaliação e Ação Corretiva

O início do processo sempre se dá por uma decisão do cliente em desenvolver o produto com o fornecedor, decisão esta baseada normalmente num processo preliminar de cotação de preços. O cliente solicita a cotação e envia os requisitos básicos de projeto. O fornecedor em posse dos dados fornecidos realiza uma análise crítica e então apresenta a proposta da cotação ao cliente. Caso haja aprovação, é dado início ao processo de APQP.



Quando a decisão de fornecimento já foi concretizada, o primeiro passo é nomear um Gerente do Programa que deve definir uma equipe multifuncional, envolvendo representantes das áreas de engenharia, produção, materiais, qualidade, vendas e outros, conforme necessário. As funções e responsabilidades de cada membro da equipe devem estar bem definidas, identificar claramente os clientes externos e internos e suas necessidades, expectativas e exigências.

A equipe do APQP, sob a coordenação do Gerente do Programa, deve estabelecer as datas para cumprimento de cada atividade, realizar uma avaliação inicial de riscos e de viabilidade e demonstrar que todos os requisitos do planejamento estão sendo cumpridos. Para que isto ocorra, devem ser definidos os planos de ação e estabelecido um cronograma de atividades.

A seguir, serão apresentadas as cinco fases que compõem o processo do Planejamento Avançado da Qualidade do Produto (APQP). Cada uma das fases é composta de várias "entradas" e "saídas", observando que as "saídas" da fase anterior serão "entradas" da fase posterior (ABRAHAM, 1998). Para maiores detalhes de cada item, consultar manual APQP/CP (CHRYSLEER et al, 1995).

### 3.1.1. Fase I - Planejamento e Definição do Programa

Esta fase inicial descreve como determinar as necessidades e expectativas dos clientes de forma a planejar e definir um programa de qualidade. O objetivo é garantir que esses fatores sejam completamente compreendidos antes de iniciar o desenvolvimento do produto, serviço ou processo de manufatura associado ao produto. A seguir são apresentadas as "entradas" e "saídas" da fase I do APQP.

#### Entradas da Fase I:

- 0.1) Voz do Cliente
- 0.2) Plano de Negócios/Estratégias de Marketing
- 0.3) Dados de *Benchmark* do Produto e Processo
- 0.4) Premissas sobre Produto e Processo
- 0.5) Estudos sobre Confiabilidade do Produto
- 0.6) "Entradas" do Cliente

#### Saídas da Fase I:

- 1.1) Objetivos de Projeto
- 1.2) Metas de Confiabilidade e Qualidade
- 1.3) Lista Preliminar de Materiais

- Saídas da Fase 2:
- 2.1) Análise do Modo de Falha e Efeito de Projeto (DFMEA – *Design Failure Mode and Effect Analysis*)
  - 2.2) Projeto para Montagem e Manutenção (DFM/DFA – *Design for Manufacturing / Design for Assembly*)
  - 2.3) Plano de Verificação do Projeto (DVP - *Design Verification Plan*)
  - 2.4) Revisões de Projeto
  - 2.5) Plano de Controle e Construção de Protótipo
  - 2.6) Desenhos de Engenharia
  - 2.7) Especificações de Engenharia
  - 2.8) Especificações de Materiais
  - 2.9) Alterações de Desenhos e Especificações
  - 2.10) Requisitos para Novos Equipamentos, Ferramentas e Instalações
  - 2.11) Características Especiais de Produto e Processo
  - 2.12) Requisitos para Meios de Medição/Equipamentos de Teste
  - 2.13) Comprometimento da Equipe com a Viabilidade e Suporte Gerencial

Nesta fase do processo de planejamento, as características de projeto são desenvolvidas para algo próximo de sua forma final. O foco principal é garantir que o produto do projeto seja viável e que atenda às expectativas definidas pelos clientes na fase 1. Para isso, é necessário realizar uma análise crítica para avaliar a viabilidade do projeto para atingir os volumes estabelecidos nos prazos estipulados e atender aos requisitos de desempenho e especificações de engenharia. Junto com o estudo de viabilidade, o Processo de Planejamento da Qualidade do Produto é idealizado para assegurar uma revisão ampla e crítica dos requisitos da engenharia e de outras informações técnicas relacionadas. A seguir são apresentados os elementos recomendados como “saídas” da fase 2 do APQP. As “entradas” desta fase são as “saídas” da fase 1.

### 3.1.2. Fase 2 - Projeto e Desenvolvimento do Produto

- 1.4) Fluxograma Preliminar de Processo
- 1.5) Lista Preliminar de Características Especiais de Produto e Processo
- 1.6) Plano de Garantia do Produto
- 1.7) Suporte da Gerência

### 3.1.3. Fase 3 - Projeto e Desenvolvimento do Processo

Esta fase concentra-se no desenvolvimento de um sistema de manufatura e dos respectivos planos de controle para atingir produtos de qualidade. O objetivo é criar um processo que possa cumprir todas as especificações definidas na fase anterior, com qualidade e quantidades esperadas, com os menores custos possíveis, e que ao mesmo tempo atenda quaisquer requisitos e expectativas dos clientes. A seguir são apresentados os elementos recomendados como “saídas” da fase 3 do APQP. As “entradas” desta fase são as “saídas” da fase 2.

Saídas da Fase 3:

3.1) Padrões de Embalagem

3.2) Análise Crítica do Sistema da Qualidade do Produto/Processo

3.3) Fluxograma do Processo

3.4) *Layout* das Instalações

3.5) Matriz de Características

3.6) Análise do Modo de Falha e Efeito de Processo (PFMEA - *Process Failure Mode and*

*Effect Analysis*)

3.7) Plano de Controle de Pré-Lançamento

3.8) Instruções do Processo

3.9) Plano de Análise dos Sistemas de Medição

3.10) Plano de Estudo Preliminar da Capacidade do Processo

3.11) Especificações de Embalagem

3.12) Suporte da Gerência

### 3.1.4. Fase 4 - Validação de Produto e Processo

Esta fase discute as características principais da validação do processo de manufatura através da avaliação do lote piloto de produção e de todas as atividades relacionadas a ele. O foco está em utilizar métodos e técnicas para determinar que processos de produção de longo prazo sejam capazes de atender às expectativas definidas nas fases anteriores. A seguir são apresentados os elementos recomendados como “saídas” da fase 4 do APQP. As “entradas” desta fase são as “saídas” da fase 3.

Saídas da Fase 4:

4.1) Corrida Piloto de Produção

As revisões de fases são pontos de verificação, semelhantes aos pontos de controle de qualidade na manufatura, que servem para verificar a qualidade e o progresso do projeto. Além disso deve providenciar um processo claro e consistente para tomada de decisões em nível superior no desenvolvimento de novos produtos, garantir que a estratégia de produtos da empresa seja aplicada ao desenvolvimento de produtos, prover pontos de verificação quantificáveis para considerar todas as especializações do projeto.

Abraçagem em estratégia, marketing, engenharia, manufatura, finanças e qualidade, de modo a (CROW, 1998). Estas decisões são balizadas em critérios de passagem bem definidos, que envolvem nesta decisão. Além disso, também aprova os recursos para continuidade do projeto geralmente no final de cada fase e avalia a possibilidade de continuação do projeto e os riscos O processo de revisão de fases no PDP consiste em uma revisão gerencial que ocorre

### 3.2. Revisão de Fases

- Saídas da Fase 5:
- 5.1) Variação Reduzida
  - 5.2) Satisfação do Cliente
  - 5.3) Entrega e Assistência Técnica

Esta fase avalia a eficácia do planejamento da qualidade após o lançamento do produto. O planejamento da qualidade não termina com a validação do processo. Através dos resultados dos processos, quando todas as causas comuns e especiais de variação se apresentarem, é possível avaliar se os objetivos do projeto foram alcançados. Para tanto, as ações apropriadas de controle estatístico do processo (CEP) devem ser tomadas. Esta fase compreende os seguintes elementos:

#### 3.1.5. Fase 5 - Retroalimentação, Avaliação e Ação Corretiva

- 4.2) Avaliação de Sistemas de Medição
- 4.3) Estudo Preliminar da Capacidade do Processo
- 4.4) Aprovação de Peça de Produção
- 4.5) Testes de Validação da Produção
- 4.6) Avaliação de Embalagem
- 4.7) Plano de Controle da Produção
- 4.8) Aprovação do Planejamento da Qualidade e Suporte da Gerência

monitorar o progresso, e estabelecer marcos de projeto onde as questões devem ser resolvidas e decisões devem ser tomadas.

As principais características das revisões de fase serão explicadas neste capítulo.

### 3.2.1. Elementos Principais

As revisões de fases são caracterizadas por três elementos importantes: os produtos de fase do PDP, os critérios de passagem e os resultados da revisão (COOPER, 1993).

Os produtos de fase são os resultados das ações tomadas na fase integrantes do processo. Deve existir uma lista padronizada de produtos de fase para cada revisão gerencial, baseando-se na QS9000/APQP, seriam as "saídas de fase".

Os critérios de passagem são utilizados para a tomada de decisão, geralmente com uma lista definida e de diferentes critérios para cada revisão gerencial. O cumprimento de cada critério significa que foi cumprida uma série de atividades e seus produtos foram entregues, com o cumprimento de uma série de metas.

Os resultados de um revisão de fases incluem a decisão e um plano de ação. A decisão pode ser continuar o projeto sem problemas, parar, aguardar para posterior reinício de atividades e redirecionar atividades. O plano de ação deve conter o redirecionamento das atividades, se for o caso, ou então um plano de projeto para a próxima fase, com a lista de critérios da próxima revisão de fases (VALERIL, 2000).

A Figura I ilustra este formato, considerando os produtos de fase como informações de entrada, os critérios de avaliação e os resultados como informações de saída.

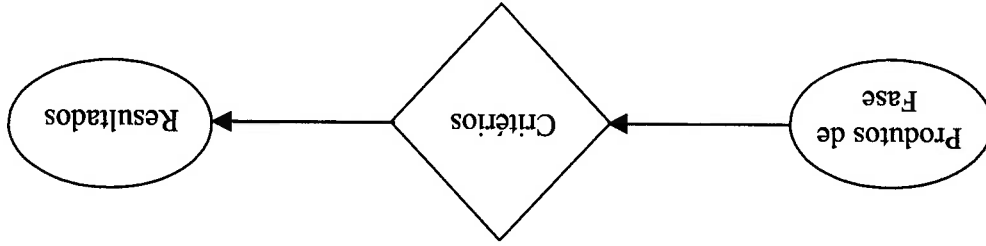
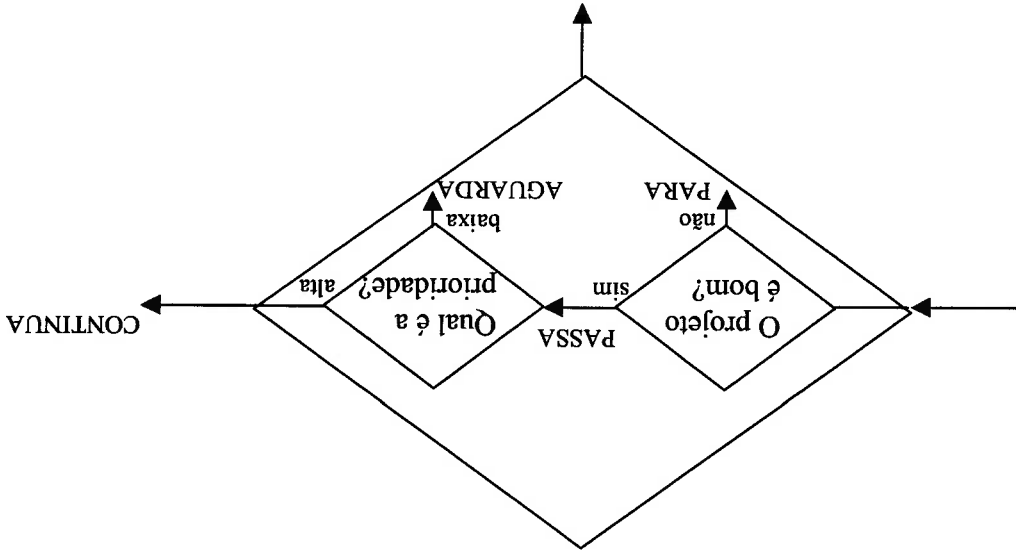


Figura I. Elementos característicos do processo de revisão de fases (COOPER, 1993).

### 3.2.2. Times

Os times que participam no PDP e consequentemente nas revisões de fases apresentam papéis diferentes, desde a tomada de decisão, passando pela condução e execução do projeto. A decisão é tomada geralmente por um time composto por pessoas da alta administração (comitê de aprovação

Figura 2. O processo de tomada de decisão (COOPER, 1993).



geralmente sendo tomada pelo comitê de aprovação de produtos.

Segundo COOPER (1993), a decisão deve ocorrer em duas partes, como ilustrado na Figura 2,

### 3.2.3. Tomada de Decisão

empresa, avaliando se o projeto adequada-se às linhas estratégicas de produto da empresa.

Além desses papéis, este grupo também é responsável por implementar a estratégia da

- aprovar o plano de ação para a próxima fase e alocar os recursos necessários.

decisão de continuar/parar/aguardar ou redirecionar o projeto;

- avaliação da qualidade do projeto de um ponto de vista econômico, resultando em uma

- revisão da qualidade das informações de entrada;

recursos necessários para o projeto. O seu papel inclui:

multifuncional, sendo que seus membros têm experiência e autoridade suficiente para aprovar os

O comitê de aprovação de produtos (COOPER, 1990) é geralmente multidisciplinar e

atingindo os critérios definidos, geralmente representado pelo seu líder.

equipe de projeto. No processo de revisão de fases, este time apresenta como o projeto está

desta equipe executam suas responsabilidades diretamente nas áreas funcionais, que formam a

sendo que cada pessoa assume a responsabilidade de acordo com a sua especialização. Os membros

responsabilidades do desenvolvimento do produto são divididas entre os membros desta equipe,

O time de projeto é uma equipe multifuncional e um líder da equipe de projeto. As

trabalhos feita pela equipe do projeto.

de produtos), enquanto a condução do projeto é realizada pelo time de projeto e a execução dos

ou disponibilização de recursos.

Os critérios podem ser classificados em obrigatórios e desejáveis. Os critérios obrigatórios são binários, tendo apenas as respostas sim ou não, e são chamados assim porque um simples não em qualquer um deles impede a passagem de fase. Eles devem conter os pontos essenciais para a boa continuação do projeto. Estes critérios geralmente consideram questões estratégicas, de viabilidade

próxima fase ?

- 4) Que ações necessitam ser tomadas para a próxima fase do projeto ? Quais são os produtos da executadas com a qualidade requerida ?
- 3) As atividades necessárias para passar da fase foram completadas ? Estas atividades foram
- 2) O projeto está cumprindo os prazos e o orçamento ?
- 1) O projeto ainda faz sentido do ponto de vista econômico e do negócio ?

Segundo COOPER (1990), os critérios devem responder às seguintes questões:

### 3.2.4. Critérios

A primeira decisão considera se o projeto é bom ou não, com a avaliação dos produtos das fases através de critérios definidos. Ou seja, o projeto é avaliado segundo seus próprios méritos. As decisões possíveis são passar ou parar.

A segunda decisão deve considerar o portfólio de produtos com o objetivo de priorização de recursos e alinhamento estratégico. Se a prioridade do projeto é alta em relação ao portfólio, o projeto continua, caso contrário, não. Para a tomada desta decisão, deve-se considerar a sinergia entre as revisões de portfólio e as revisões de fase.

COOPER (1994) ainda definiu as chamadas revisões gerenciais *fuzzy*, especificando outras decisões possíveis e mais flexíveis para a revisão de fases, devido a atrasos causados pelas decisões passa/não passa consideradas anteriormente na fase de projeto. Assim, foram adicionados mais dois tipos de decisões:

- continuar condicional, que considera que o projeto pode continuar uma vez que os produtos da fase em haver não tenham sido terminados, porém com uma data específica para terminar. É mesmo com estas atividades em atraso, o projeto está bom. Esses são os produtos de fase que compõem os critérios desejáveis e
- continuar situacional, que considera um atraso na entrega de produtos de fase que compõem os critérios obrigatórios. Neste caso, para continuar, devem ser analisados os impactos positivo e negativo e o custo do atraso.

- Gestão de integração do projeto: Esta área inclui os processos necessários para assegurar que os elementos de projeto estejam coordenados apropriadamente. Ela envolve compensações entre objetivos e alternativas eventualmente concorrentes, a fim de atingir ou superar as necessidades e expectativas. Os principais processos que compõem esta área de conhecimento são o

Para suportar o PDP, é essencial destacar nitidamente as principais áreas de conhecimento. O PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI (2000), através de um Manual de Gerenciamento de Projetos (*A Guide to the Project Management Body of Knowledge - PMBOK Guide*), destaca nove áreas distintas que são envolvidas no processo de desenvolvimento de novos produtos. As áreas são:

### 3.3. Áreas de Conhecimento ligadas ao Processo de Desenvolvimento de Produtos

- coordenação da interação, entre marketing, manufatura e outros projetos de produtos;
  - balançamento de portfólio consistindo na extensão dos existentes produtos e nos novos produtos;
  - pessoal de maneira geral, ou seja, quantas pessoas e quais as suas habilidades;
  - organização e planejamento, incluindo estratégia, focos e metas;
- Por fim, as considerações da empresa abrangem:
- probabilidade de sucesso de mercado.
  - posição da empresa, que considera os canais de mercado, os produtos e a ideia de valor;
  - potencial financeiro, que inclui vendas e lucros;
- Os fatores do negócio compreendem:

- força tecnológica do produto, baseado em competitividade, abrangência e patenteabilidade;
  - disponibilidade técnica de pessoal, ou seja, quantas pessoas e quais suas habilidades;
  - posição do competidor, consistindo no conhecimento dos competidores e do desempenho da própria empresa, orçamento e tempo restantes, manufaturabilidade, considerando viabilidade, custos e capacidade de ser projetado, probabilidade de sucesso técnico.
- Os fatores técnicos abrangem:

revisão de fases, abordando os fatores técnicos, fatores do negócio e outras considerações da empresa.

Os autores (COOPER et al, 1998) categorizaram em três grandes categorias, os critérios para a descrição a atratividade do projeto

Eles medem se o projeto tem certas características desejáveis, mas não obrigatórias, ou seja, eles Os critérios desejáveis são aqueles que não param o projeto, porém um sim seria desejável.



desenvolvimento do plano de projeto, a sua execução e o controle geral das mudanças. As principais ferramentas que suportam esta área são os sistemas de informações para gestão de projetos como por exemplo os *softwares* de EDM (*Electronic Data Management* – Gerenciamento Eletrônico de Dados).

- Gestão do escopo: Considera todos os processos necessários para garantir que o projeto contenha todo o trabalho necessário, para completar o projeto com sucesso. A preocupação fundamental consiste em definir e controlar o que está ou não incluído no projeto. Os processos principais são a iniciação da fase seguinte, o planejamento, detalhamento e a verificação do escopo e o controle de mudanças do escopo. As principais ferramentas e técnicas são os modelos de decisão (seleção de projetos), técnicas de análise do produto (QFD – *Quality Function Deployment* / Desdobramento da Função Qualidade, EV – Engenharia do Valor), análise de viabilidade econômica, o *brainstorming*.

- Gestão de prazos: Consiste nos processos necessários para assegurar a conclusão dos trabalhos no prazo planejado. Os principais processos que compõem esta área são a definição, o sequenciamento e a estimativa de duração das atividades, o desenvolvimento e o controle do cronograma. As ferramentas e técnicas utilizadas aqui são o diagrama de precedência, os métodos de formação e otimização de redes (PERT – *Program Evaluation and Review Technique* / Técnica de Avaliação e Revisão de Programa, CPM – *Critical Path Method* / Método de Caminho Crítico).

- Gestão de custos: Abrange os processos necessários para assegurar que o projeto seja completado com as metas de custo e orçamento planejados. Os processos que compõem esta área são o planejamento de recursos, a estimativa, o orçamento e o controle dos custos. Esta gestão consiste basicamente nos custos dos recursos necessários à implementação das atividades do projeto. Além disso, deve também considerar os efeitos das decisões do projeto no custo do produto. As principais técnicas e ferramentas são os modelos paramétricos para estimativa de custos, as estimativas *bottom up* (valorizado peça a peça) e *top down* (valorizado de veículo a peça), as planilhas computadorizadas e os *softwares* para gerenciamento de projetos.

- Gestão da qualidade: Contém os processos necessários para assegurar as necessidades definidas no escopo. Esta área compreende os processos de planejamento, a garantia e o controle da qualidade, consistindo principalmente no cumprimento da ISO9000. As ferramentas e técnicas aqui utilizadas compreendem o diagrama de Ishikawa, o fluxograma de processo, o projeto de experimentos, as auditorias de qualidade, os gráficos de controle, o diagrama de Pareto e a amostragem estatística.

- Gestão de recursos humanos: Consiste em otimizar a utilização das pessoas envolvidas com o projeto, incluindo clientes, fornecedores e contribuintes individuais. Os principais processos que constituem esta área são o planejamento organizacional, a montagem da equipe e o

desenvolvimento da equipe. Na gestão de recursos humanos é importante destacar a matriz de responsabilidades e os sistemas de reconhecimento e recompensa.

- Gestão de documentação técnica: Contém os processos necessários para assegurar a geração, coleta, disseminação, armazenamento e disponibilização das informações no prazo certo. Deve fornecer ligações críticas entre pessoas, idéias e informações. Esta área deve prover uma linguagem única ao projeto, garantindo que todos os integrantes entendam as comunicações. Dentre os principais processos estão o planejamento das comunicações, a distribuição de informações, o relato de desempenho do projeto e o encerramento formal de fases.

- Gestão de riscos: Inclui os processos para identificar, analisar e responder pelo risco do projeto, consistindo na maximização dos resultados dos eventos positivos e minimização das consequências negativas. Os principais processos são a identificação e a quantificação dos riscos, o desenvolvimento e controle das respostas aos riscos. Entre as principais técnicas e ferramentas estão as listas de verificação, as árvores de decisão estatísticas.

- Gestão de compras: Inclui os processos para a obtenção de bens e serviços externos necessários à organização executora, discutindo a relação comprador-fornecedor do ponto de vista do comprador. Os principais processos compreendem o planejamento e a preparação de compras, a obtenção de propostas, a seleção de fornecedores, a administração e o encerramento de contratos. Dentre as principais técnicas e ferramentas estão a análise de industrializar ou terceirizar (*make or buy*), os sistemas de ponderação para seleção de fornecedores e os relatórios de desempenho de fornecedores.

### 3.4. Contribuição do Capítulo

Este capítulo foi iniciado com um breve resumo do manual QS9000/APQP, adotado pelas empresas automotivas para o gerenciamento do PDP. O estudo não se baseou na nova norma ISO/TS16949, em fase de certificação pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), pois consiste basicamente na união dos critérios da norma ISO9001 com a norma QS9000, com algumas melhorias adicionais, buscando estabelecer diretrizes comuns para o desenvolvimento de Sistemas da Qualidade específico para a Indústria Automotiva, padronizando os requisitos da qualidade hoje existentes e evitar múltiplas certificações.

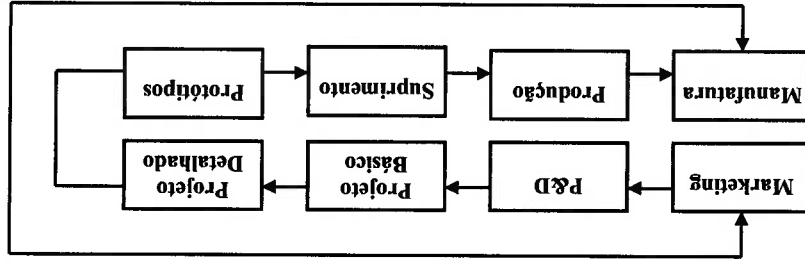
Como o objetivo do estudo baseia-se apenas no campo do PDP, e os pontos de melhorias adicionais da norma ISO/TS16949 em relação ao QS9000/APQP, no tópico 7 - Realização do Produto (QUALITAS, 2003), apenas ressalta os conceitos da prevenção do erro e melhoria contínua

em contraste com a detecção do erro, e também a avaliação multidisciplinar, a norma QS9000/APQP é adequada para este estudo.

Assim, fica claro a necessidade de um gerenciamento minucioso de um PDP, devido a complexa inter-relação do fluxo de informação necessária. O controle das informações deve passar por revisões para aprovação e continuidade de acordo com os critérios específicos de cada projeto. Para suportar o PDP, destacam-se várias áreas de conhecimento. Este estudo busca o detalhamento da área de Gestão de Custos no PDP.

Posteriormente, mais exatamente no capítulo 5, analisa-se o modelo de PDP adotado pela empresa onde se realizou o estudo, comparando com as técnicas apresentadas neste capítulo, e analisando suas diferenças, suas vantagens e desvantagens.

Figura 3. Fluxo típico da Engenharia Sequencial (COSTA, 1998).



Em meados da década de 1980, as indústrias dos países industrializados começaram a empregar um modo de organizar as atividades de engenharia capaz de fazer frente ao desafio. Foi assim que nasceu a ES, que consiste na execução das diversas etapas das atividades de engenharia em paralelo, representada na Figura 4, em oposição ao modo convencional de fluxo sequencial apresentado na Figura 3 (COSTA, 1998).

Esse modelo de gestão vem sendo utilizado com êxito para aprimorar o processo de desenvolvimento de novos produtos, em busca de maior competitividade. ES é peça fundamental no modelo de “produção enxuta” japonesa, considerado a mais revolucionária mudança no ambiente industrial desde a linha de montagem de Henry Ford (WOMACK et al, 1992).

#### 4.1. Engenharia Simultânea

Buscando aperfeiçoar o PDP, foram desenvolvidas diversas metodologias e ferramentas de trabalho que auxiliam os integrantes da equipe de projeto. Uma das técnicas mais eficiente e, para o atual momento de muita competitividade, fundamental para o desenvolvimento de produtos com qualidade, custo baixo e em curto prazo, é a sistemática de ES, detalhado no item 4.1. Nos itens 4.2 e 4.3, descrevem-se as metodologias de AV/EV e Custo-alvo, que são os focos principais deste trabalho para a Gestão de Custos no PDP. Fundamental para essa aplicação, é o entendimento da Formação de Custos, Preços e Margem de Lucro, detalhado também no item 4.3.

#### 4. METODOLOGIAS E FERRAMENTAS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

Menor Tempo - E nas últimas fases dos projetos convencionais onde é gasto mais tempo,

Os conceitos principais da ES podem ser resumidos nos seguintes itens:

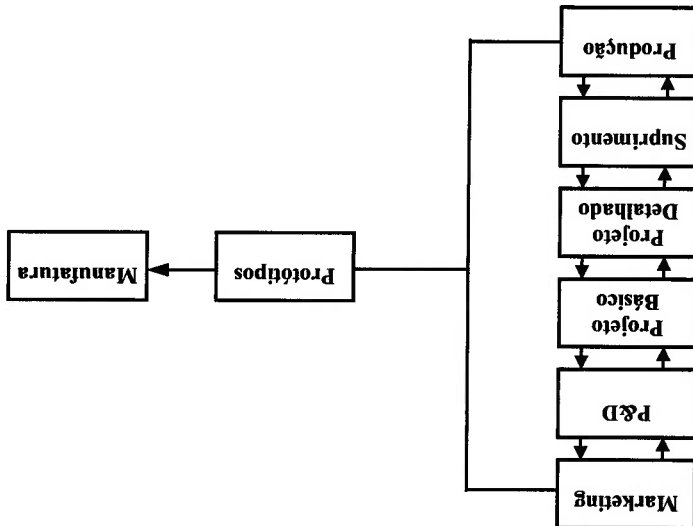
#### 4.1.1. Conceitos Principais

coloca-lo no mercado (COSTA, 1998).

de desenvolvimento, contribuindo com a qualidade do produto e com a redução do tempo para simulando seu processo de fabricação. Então, essas ferramentas servem de auxiliares no processo um curto espaço de tempo, simulando a utilização do produto antes mesmo de ser fabricado ou processo de projetar, respaldando-se em tecnologias que possibilitem a realização de projetos em A equipe, por sua vez, faz uso de ferramentas computacionais, com o objetivo de automatizar o exemplo de estrutura adotada em organizações que tendem a priorizar os projetos interdisciplinares. Para que seja possível a formação de equipes multidisciplinares que desenvolvam suas atividades simultaneamente, faz-se necessária uma estrutura organizacional adequada que promova esta integração inter-setorial. A estrutura organizacional do tipo matricial por projetos é um exemplo de estrutura adotada em organizações que tendem a priorizar os projetos interdisciplinares.

Para que seja possível a formação de equipes multidisciplinares que desenvolvam suas atividades simultaneamente, faz-se necessária uma estrutura organizacional adequada que promova esta integração inter-setorial. A estrutura organizacional do tipo matricial por projetos é um exemplo de estrutura adotada em organizações que tendem a priorizar os projetos interdisciplinares. Para que seja possível a formação de equipes multidisciplinares que desenvolvam suas atividades simultaneamente, faz-se necessária uma estrutura organizacional adequada que promova esta integração inter-setorial. A estrutura organizacional do tipo matricial por projetos é um exemplo de estrutura adotada em organizações que tendem a priorizar os projetos interdisciplinares.

Figura 4. Fluxo típico da Engenharia Simultânea (COSTA, 1998).



conforme as falhas dos protótipos, as mudanças nos conceitos de engenharia, ou as revisões das projeções de mercado tornam necessário o reprojeto dos componentes. O resultado são atrasos na execução devido a ferramentas que devem ser refeitas; o tempo que é gasto nestas mudanças excede em muito o tempo investido em uma maior/melhor definição de projeto nas fases iniciais do mesmo. Quando a definição do produto é feita com grande detalhe, uma quantidade substancial de tempo é poupada (HARTLEY, 1998).

Informações niveladas - No início de um projeto, todas as áreas de uma empresa têm praticamente a mesma quantidade de informações. Os engenheiros de processo podem começar seus projetos simultaneamente aos engenheiros de produto. Pode haver inter-relação entre todos os envolvidos, e será possível incluir sugestões para redução de custo e melhoria de qualidade (SAPONNIK, 1993).

Visão do cliente - O contato entre pessoas de diferentes funções garante que informações provenientes do mercado orientem o desenvolvimento de produtos e correspondentes processos ao longo de todas as atividades. O *gap* entre o que o produto proporciona e o que os clientes desejam, se existir, tende a ser ínfimo (HARTLEY, 1998).

Times de projeto - A associação entre ES e trabalho em equipe é uma das mais comuns na literatura. São frequentes os autores que propõem a organização de "times de projeto", dedicados a desenvolvimentos específicos. Seu objetivo é maximizar o número de decisões que podem ser tomadas sem comunicação extensa. Esses grupos participariam pessoas ligadas às diversas funções da empresa: engenharia propriamente dita (desenvolvimento), marketing, produção, compras, vendas, contabilidade/finanças, etc. A depender do caso, pode ser proveitoso incluir nas equipes multifuncionais até mesmo representantes dos principais fornecedores. Costuma ser conveniente compor o grupo privilegiando generalistas em lugar de especialistas. Essa quebra da "taylorização" permite aos membros do time acompanhar sua própria evolução em relação ao planejamento. Além disso, os generalistas conferem ao grupo grande flexibilidade para manter seus participantes ocupados de maneira produtiva, já que podem realizar tarefas de várias naturezas. Eliminam-se, portanto, os "gargalos" que os especialistas às vezes representam (IBUSUKI&KAMINSKI, 2002a).

Resumindo, a ES combina um enfoque de equipe para a gestão de projetos com um certo número de técnicas especializadas que asseguram a otimização do projeto, de um ponto de vista global, não somente dos funcionais.

#### 4.1.2. Ferramentas para a Engenharia Simultânea

As ferramentas aqui descritas foram denominadas de “Ferramentas para a ES” porque, para todas elas, é situação pré-requisito a formação de uma equipe de trabalho, de preferência multifuncional, como é a proposta da ES.

QFD - *Quality Function Deployment* / Desdobramento da Função Qualidade - é visto como uma ferramenta de comunicação e integração da equipe em torno do atendimento das necessidades do consumidor / cliente. O QFD é uma ferramenta de extrema importância no desenvolvimento de um novo produto ou serviço. O QFD identifica as reais necessidades e expectativas do cliente. Partindo-se de uma pesquisa de mercado, é convertida a informação da expectativa do cliente na linguagem interna da sua empresa, mostrando sobre quais características do produto ou serviço deve-se focar maior atenção. O conceito fundamental é utilizar uma matriz de relacionamentos, e ponderar quais os requisitos mais importantes na visão do cliente, ou seja, traduzir a “Voz do Cliente” em requisitos técnicos e termos operacionais, mostrando e documentando a informação traduzida em forma de matriz.

Utilizando-se desta ferramenta, o produto ou serviço vendido pela sua empresa tem maior valor agregado, pois as características consideradas desnecessárias ou sem importância pelo cliente são substituídas por outras realmente de interesse do usuário final. O QFD enfoca os itens mais importantes e proporciona um mecanismo para atingir as áreas selecionadas para realçar as vantagens competitivas.

Dependendo do produto específico, as técnicas do QFD podem ser usadas como uma estrutura para o processo de planejamento de qualidade. Em particular, podemos dividir as fases do QFD em duas etapas, sendo a primeira o Planejamento do Produto, que traduz os requisitos do cliente, ou seja, a voz do cliente em suas respectivas características de requisitos de projeto, e a segunda, o Planejamento do Processo, que oferece um meio de converter os requisitos gerais em características finais de controle e de processo. Dentro de cada etapa, as literaturas recomendam a aplicação de duas matrizes QFD (HAUSER, 1988). São estas:

Para Planejamento do Produto:

- 1) Matriz QFD 1 – Expectativa do Cliente x Especificação de Desempenho
- 2) Matriz QFD 2 – Especificação de Desempenho x Especificação de Engenharia
- 3) Matriz QFD 3 – Especificação de Engenharia x Processo
- 4) Matriz QFD 4 – Processo x Plano de Controle

FMEA - *Failure Mode and Effect Analysis* / Análise do Modo de Falha e Efeito - é uma ferramenta utilizada para análise do produto e do processo visando detectar e quantificar os efeitos de possíveis falhas.

O sistema FMEA consiste de uma análise de risco integrada às áreas específicas, acompanhando o desenvolvimento e o planejamento de produto. Representa um instrumento metodico importante para reconhecer e evitar eventuais falhas com a maior antecedência possível. Oferece suporte ao trabalho de equipe e de projeto, principalmente pela estruturação consequente das possibilidades de falhas do sistema.

Com ele, a qualidade do desenvolvimento e do planejamento é questionada e avaliada, exaustivamente, durante a fase de desenvolvimento e planejamento. Ele representa, desta forma, um possível "monitor do grau de amadurecimento" e um importante instrumento de gerenciamento, que apóia a cooperação interdisciplinar. Indica em todos os pontos críticos da evolução do projeto, como o risco já foi reduzido ou se ainda deverá ser reduzido, através de experiência, cálculo, ensaios e verificação.

O FMEA é estruturado em duas fases:

1) FMEA de Projeto (DFMEA)

Analisa-se os modos de falha e efeito para com o projeto do produto;

2) FMEA de Processo (PFMEA)

Analisa-se os modos de falha e efeito para com o projeto do processo.

O desenvolvimento do FMEA é estruturado em quatro passos de acordo com o manual de

FMEA (DAMLBERCHRYSLER et al, 2001):

1) Funções e Estruturas Funcionais;

2) Análise de Falhas;

3) Avaliação de Risco

O risco de cada causa de falha é avaliado pelo nível de prioridade de risco (NPR) que é

composto por três fatores individuais:

S - severidade da consequência da falha

O - probabilidade de ocorrência da causa da falha

D - probabilidade de detecção da ocorrência da causa de falha, da falha ou da

consequência da falha;

4) Otimização.

*Benchmarking* - é a busca das melhores práticas na indústria que conduzam ao desempenho superior. A essência do *benchmarking* é que ele é um processo de identificar os maiores modelos de excelência para produtos, serviços ou processos, e depois fazer as melhorias necessárias para



alcançar esses modelos, comumente chamados de “melhores práticas” (“*best practices*”). A justificativa vem em parte da afirmação: “Por que reinventar a roda se podemos aprender com alguém que já fez isso antes?” (SMITH&LUCCKETT, 1999).

Portanto podemos definir *benchmarking* como um processo contínuo e sistemático para avaliar produtos e processos de trabalho de organizações que são reconhecidas como representantes das melhores práticas, com a finalidade de melhoria organizacional.

O *benchmarking* é uma abrangência do campo de ação da análise competitiva. Assim, ao invés de se limitar a comparações entre produtos ou serviços acabados ou indicadores financeiros, como na análise competitiva, o *benchmarking* é útil na compreensão dos processos de trabalho assim como dos serviços ou produtos finais de tais processos, das práticas de negócio ou qualquer outra função ou operação da companhia.

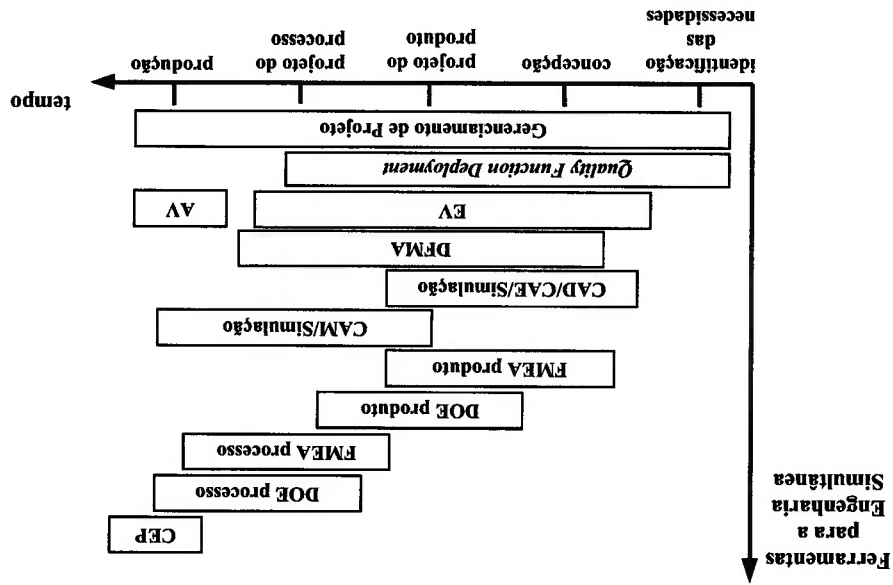
A aplicação permite, à empresa, adotar uma prática de melhoria contínua, orientado pelas empresas líderes. Ele indica a direção a ser seguida e não apenas as metas operacionais e quantitativas, que podem ser atingidas imediatamente. É um processo contínuo, pois os concorrentes jamais se acomodarão na busca de melhores níveis de desempenho.

DOE - *Design of Experiments* / Delimitamento de Experimentos - é uma ferramenta para otimização dos parâmetros do produto e do processo visando melhores desempenhos e robustez dos conceitos. Um experimento delimitado é uma sequência de testes onde variáveis de influência em potencial de um processo são sistematicamente alteradas de acordo com uma matriz de projeto prescrita. A resposta é avaliada sob várias condições para identificar as variáveis de influência entre aquelas testadas, quantificar os efeitos através da gama representada pelos níveis das variáveis, obter uma melhor compreensão sobre a natureza do sistema de causa em andamento no processo e comparar os efeitos e interações.

DFMA - *Design for Manufacturing and Assembly* / Projeto para Manufatura e Montagem - como ferramenta para se avaliar e melhorar o conceito de facilidade de fabricação e montagem durante o projeto do produto e do processo. Os representantes da fábrica deveriam ser consultados no início do processo de projeto para analisar criticamente os componentes ou sistemas e oferecer informações nos requisitos específicos de montagem e manufatura.

CAD/CAM/CAE - *Computer Aided Design* / Projeto assistido por Computador, *Computer Aided Manufacturing* / Manufatura assistida por Computador, *Computer Aided Engineering* / Engenharia assistida por Computador - são considerados ferramentas de projeto, comunicação e cálculo que facilitam o projeto simultâneo. Os *softwares* para simulação são considerados

Figura 5. Ferramentas para a Engenharia Simultânea (JUNQUEIRA, 1994).



ferramentas para a ES.

A Figura 5 a seguir ilustra, de forma aproximada, o momento mais adequado da aplicação das

Gerenciamento de Projetos - com a ES a organização tradicional se torna uma organização por projetos. Ferramentas e conceitos de gerenciamento de projetos, como por exemplo, redes PERT/CPM, se tornam parte da rotina das equipes de projeto.

- permite avaliar e explorar novos desenhos ou montagens no processo de desenvolvimento e produção;
- redução de custos, em uma ambiente de simulação integrado, sem a necessidade de manufatura de peças de protótipo;
- aumento da qualidade do produto, com o aumento no nível de comunicação, em um ambiente aberto e de gerenciamento de alterações corretas;
- permite o conceito de ES, reduzindo o tempo do ciclo de desenvolvimento;
- facilita atender às necessidades do cliente, simulando os desejos dele.

segundo NINDL (2002):

ferramentas de análise para as equipes de projeto pois permitem que sejam testadas várias alternativas de projeto de forma rápida e com menores custos. Um exemplo é o DMU – *Digital Mock-Up*, que é um sistema computacional que permite simulação de protótipos digitais, otimizando o tempo necessário para o projeto de novos produtos e minimizando as alterações técnicas durante o projeto. As vantagens dos protótipos digitais para com os protótipos físicos são,

## 4.2. Análise do Valor / Engenharia do Valor

Surgida nos EUA durante a 2ª Guerra Mundial com a finalidade de contornar a escassez de matérias-primas, característica daqueles dias, a AV/EV foi sistematizada na forma de uma metodologia em 1947, por Lawrence D. Miles, a pedido da *General Electric Company*, dentro de uma estratégia gerencial daquela empresa.

Desde então, sua utilização foi sendo amplamente difundida, sendo definida como um esforço organizado dirigido para analisar as funções de bens e serviços para atingir aquelas funções necessárias e características essenciais da maneira mais rentável.

### 4.2.1. Conceitos Principais

AAV/EV define os seus conceitos fundamentais da seguinte forma:

**Função** - O conceito de função conduz a um pensamento abstrato sobre o assunto, desvinculando a análise em questão do conteúdo físico do objeto, e representa o ponto fundamental da metodologia do valor. As técnicas tradicionais de questionamento centram seu enfoque no objeto, onerando um tempo excessivo de estudo, com resultados ineficientes. O processo funcional proporciona uma forma de pensar que integra as visões sob várias óticas: mercadológica, concepção e qualidade (PEDROZA, 2001). A visão das funções de um objeto para o usuário ou consumidor representam o conjunto de utilidades que atendem às suas necessidades, e são determinadas pelo desempenho das funções conceitualmente projetadas para este objeto.

A função apresenta-se em tipos diferenciados com relação ao atendimento das necessidades do usuário e do fornecedor. Quando há uma necessidade intrínseca de uso do objeto, identifica-se a função como sendo de uso, já quando está vinculada a um prestígio, tem-se como de estima.

A função pode ainda ser classificada como: básica, secundária, necessária e desnecessária. A função básica é aquela que representa o valor do produto ou serviço, ou seja, atende a um objetivo primário de um produto ou serviço. A função secundária ajuda na venda do produto ou serviço, ou seja, atende a outros objetivos, não diretamente a um primário, mas o suporta. A função necessária tem sua função atendida, quando procurada pelo usuário final. A função desnecessária é aquela que não é procurada pelo usuário final, portanto não agrega valor ao produto (CFN, 1996).

Valor - é a menor quantidade de dispêndio (custos de aquisição e de manutenção) necessário para que um produto satisfaça precisamente a função, com apresentação, características e atributos desejados pelo consumidor. Assim, além do valor de custo, que é a somatório dos custos de

Para isso são utilizadas técnicas de identificação e avaliação de funções. Há diversas técnicas e cabe ao responsável pelo trabalho de AV/EV identificar qual dos instrumentos se adapta ao projeto em estudo. O importante nesta escolha é utilizar a técnica que defina um grupo de funções que possibilite a identificação dos problemas a serem solucionados.

Deste modo, a abordagem funcional reduz o projeto a funções, liberando o pensamento criativo dos bloqueios que a forma física e a concepção dos produtos existentes sempre constituem. exemplo: caneta faz marcas, borracha remove marcas. A abordagem funcional é definida como a determinação da natureza essencial de uma finalidade, considerando-se todo objeto ou ação. Em alguns casos esta abordagem é clara, como por exemplo: caneta faz marcas, borracha remove marcas.

Abordagem funcional - A descrição da função é a etapa inicial da abordagem funcional, e deve ser, sempre, definida por duas palavras: um verbo (atuando sobre algo) e um substantivo (objeto sobre o qual o verbo atua).

Pode ser concluído que o valor integral é atingido quando a soma dos custos reais de um item for igual ao seu "desempenho". Por um lado, materiais não apropriados, métodos não econômicos de produção e características desnecessárias de desempenho (mais que o desejo do mercado consumidor) irão reduzir o valor. Por outro lado, a utilização de materiais mais baratos e técnicas mais eficientes de manufatura e manuseio, a redução de despesas indiretas e a eliminação de desempenho desnecessário irão aumentar consideravelmente o valor desse item.

Custo real

$$\text{Valor} = \frac{\text{"Desempenho"}}{\text{Custo real}}$$

1985):

Assim, vários produtos podem servir para a mesma finalidade básica, porém obedecendo a diferentes especificações, determinadas pelas condições sob as quais os produtos serão usados. As diferenças em suas aplicações irão requerer uma diferença em seus projetos, o que será refletido no valor de custo de cada um dos produtos e seus preços. Como consequência da definição da AV/EV, é objetivo básico determinar onde termina o desempenho satisfatório e onde começa o excesso, pois a partir desse ponto o seu valor real será diminuído para o usuário, conforme Equação 1 (CSILLAG,

produto que fazem com que seja adquirido a um determinado preço. Assim, vários produtos podem servir para a mesma finalidade básica, porém obedecendo a que faz com que se deseje a sua posse; valor de troca, são as propriedades e qualidades de um foi atribuída ou esperada; valor de estima, são as propriedades, o *design*, a atratividade do produto conjunto das propriedades e qualidades que permitem que o produto desempenhe a função que lhe material, mão de obra e despesas gerais de um produto, podemos classificá-lo em: valor de uso, é o

Plano de Trabalho - é a forma sistemática de desenvolver e aplicar a metodologia do Valor. De acordo com o produto e as necessidades de cada estudo, segue uma sequência de etapas, mas a Preparatória: esta fase tem por objetivo escolher o objeto, determinar objetivos, compor grupo de trabalho e planejar atividades;

Informação: esta fase tem por objetivo obter as informações gerais do produto em estudo, obter custos, desempenhos, valores etc;

Análise: esta fase tem por objetivo identificar as funções e seus custos, relacionar função e custo, determinar funções críticas e enunciar o problema;

Criativa: esta fase tem por objetivo obter idéias, selecioná-las e agrupá-las;

Julgamento: esta fase tem por objetivo formular e desenvolver alternativas, viabilizar técnica e economicamente e então, decidir;

Planejamento: esta fase tem por objetivo apresentar a proposta, planejar implementação e acompanhá-la.

### 4.3. Custeio-Alvo

Assim como a equipe de desenvolvimento de produto, no início do processo de projeto, deve ter conhecimento sobre aspectos técnicos relacionados ao produto, deve-se definir como será o produto em termos de custo. Desta forma, na fase de planejamento do desenvolvimento de produto, deve ser definido o custo-alvo do produto (FERRERA, 2000).

Segundo MONDEN (1999), de maneira geral, um sistema de custeio-alvo tem dois objetivos:

1) Reduzir os custos de novos produtos de maneira que o nível de lucro requerido possa ser garantido, ao mesmo tempo em que os novos produtos satisfaçam os níveis de qualidade, tempo de entrega e preços exigidos pelo mercado;

2) Motivar todos os funcionários a alcançar o lucro-alvo durante o desenvolvimento de novos produtos tornando o custeio-alvo uma atividade de administração do lucro por toda empresa, utilizando a criatividade de várias departamentos para elaborar planos alternativos que permitam maiores reduções de custo.

A definição de custeio-alvo envolve, basicamente, o planejamento do produto de modo a satisfazer as necessidades dos clientes e a geração de lucro à empresa, dada as condições de mercado e a execução do projeto do produto para que atinja o custo-alvo. Esta informação é fundamental para que se possa considerar o custo de produto como sendo um parâmetro de projeto ativo.

#### 4.3.1. Etapas para Determinar

A determinação do custo-alvo do produto envolve as etapas descritas a seguir, as quais foram determinadas tomando como base os estudos de CROW (1999). As seguintes dez etapas são requeridas para instalar um sistema de custo-alvo dentro de uma organização:

- 1) Re-orientar a cultura e as atitudes  
A primeira e a mais desafiante etapa é re-orientar o pensamento para fixar o preço pelo mercado, priorizando as necessidades do cliente como uma base para o desenvolvimento de produto. Esta é uma mudança fundamental da atitude na maioria das organizações onde o custo é o resultado do projeto, ao contrário de ser o influenciador do projeto.

- 2) Estabeleça um preço-alvo orientado pelo mercado  
Um preço-alvo necessita ser estabelecido baseado em fatores de mercado tais como a posição da companhia no mercado, a estratégia de penetração no mercado, a resposta da competição e do preço do competidor, o nicho de mercado alvejado, e a elasticidade da demanda.

- 3) Determine o custo-alvo  
Uma vez que o preço-alvo é estabelecido, o custo-alvo deverá ser calculado subtraindo a margem de lucro padrão, reservas da garantia, e todos os custos não-controláveis incorporados como impostos e alguns custos fixos indiretos. Resumiremos esta soma numa margem denominada *Mark-up*, detalhado no próximo item. Se uma oferta incluir custos de desenvolvimento, estes deverão ser subtraídos também.

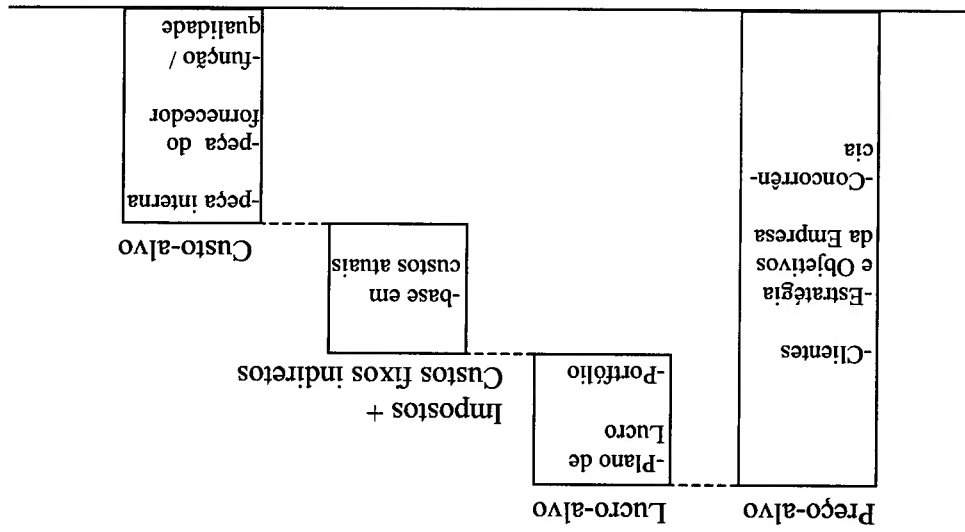


Figura 6. Determinação do custo-alvo utilizando o método baseado no preço-alvo.

8) Use ferramentas de redução de custos

O uso das ferramentas e das metodologias relacionadas com o DFMA, o projeto para inspeção e teste, a padronização e a modularidade das partes, e a AV/EV ou a análise da função. Estas metodologias consistirão em guias, em base de dados, em treinamento, em procedimentos,

7) Estabeleça modelos de custo do produto para suportar a tomada de decisão

Os modelos de custo do produto e as tabelas de custo fornecem as ferramentas para avaliar as implicações do conceito e para projetar alternativas. Nos estágios adiantados do desenvolvimento, estes modelos são baseados em técnicas paramétricas de estimativa ou de analogia. Com o produto e processo tornando mais definido, estes modelos são baseados na engenharia industrial ou em técnicas de estimativa peça a peça (*bottom-up*). Os modelos necessitam ser detalhados, dirigir-se a todos os materiais e processos de fabricação, afim de assegurar a exatidão razoável.

6) Ceração de idéias e análise das alternativas

Uma grande oportunidade de conseguir a redução de custo é com a consideração de alternativas múltiplas do conceito e do projeto para o produto e seus processos de manufatura e da sustentação em cada estágio do ciclo de desenvolvimento. Estas oportunidades podem ser conseguidas quando há uma consideração criativa das alternativas acopladas com métodos estruturados de análise e de tomada de decisão.

5) Estabeleça um alvo de custo do processo e uma organização baseada em equipe

Um processo bem definido é requerido que integre atividades e tarefas para suportar o custo-alvo. Este processo necessita ter consideração adiantada e pró-ativa sobre bases de custos-alvo e incorporar as ferramentas e as metodologias descritas subsequentemente. Além disso, uma organização baseada em equipe é requerida que integre disciplinas essenciais tais como o marketing, engenharia, manufatura, compra, e finanças.

4) Balançar o custo-alvo com as exigências

Antes que o custo-alvo esteja finalizado, deve-se considerar as exigências do produto. A oportunidade maior de controlar custos de um produto é através do ajuste apropriado das exigências ou das especificações. Isto requer uma compreensão cuidadosa da voz do cliente, do uso da análise conjunta, de compreender o valor que os clientes colocam em potencialidades particulares do produto, e do uso das técnicas, tais como, a distribuição da função ajuda a fazer estas trocas entre várias exigências do produto incluindo o custo-alvo.

A boa administração dos custos, é fundamental em qualquer entidade com ou sem fins lucrativos, pois dele depende a empresa para a obtenção dos fins a que se destina. A empresa que conseguir reduzir seus custos progressivamente estará obtendo cada vez melhores resultados.

Existem vários sistemas de custeio, como por exemplo, Custeio ABC (*Activity Based Cost* – Custeio Baseado em Atividade), Custeio Direto, Custeio por Absorção e Custeio Pleno, mais conhecido como RKW (*Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit* – Ministério para a Economicidade), o qual iremos analisar em partes, seguindo os itens relacionados abaixo, por tratar-se do sistema de custeio adotado pela empresa pesquisada. Este método de custeio consiste no rateio não só dos custos de produção como também de todas as despesas da empresa.

Os valores utilizados nos exemplos a seguir, são fictícios, sendo somente para facilitar o entendimento do leitor (DAIMLERCHRYSLER, 2001b).

#### 4.3.2.1. O Sistema de Custeio

Sob o ponto de vista econômico entende-se por custo toda e qualquer aplicação de recursos, sob diferentes formas e expressa em seu valor monetário, para a produção e distribuição de mercadorias. O custo final é a soma dos custos realizados no processo de produção e distribuição, compreendendo todos os valores que devem ser cobertos pelos preços de venda, inclusive as despesas de cobrança de vendas, os impostos e as despesas de administração, transportes etc.

#### 4.3.2. Formação do Custo

Os custos estimados atuais necessitam ser seguidos de encontro ao custo-alvo durante todo o desenvolvimento. A gerência necessita focalizar a realização da realização do custo-alvo durante revisões de projeto e revisões de fase para comunicar a importância do custo-alvo à organização.

10) Mega resultados e mantém o foco da gerência

9) Reduza a aplicação de custo indireto

Desde que uma parcela significativa dos custos de um produto (tipicamente 30-50%) é indireta, estes custos devem também ser dirigidos. A empresa deve examinar estes custos, reordenar processos indiretos do negócio, e minimizar custos sem valor agregado. Mas além dessas etapas, falta geralmente ao pessoal do desenvolvimento uma compreensão do relacionamento destes custos as decisões do projeto do produto e do processo que fazem.

suportando as ferramentas analíticas.



- 1) Apropriação da matéria-prima (MP)
 

O valor correspondente à matéria-prima é apurado através do produto de seu valor unitário (R\$) por quilo, metro, litro etc) pela quantidade bruta utilizada na confecção de determinada peça.
- 2) Apropriação das despesas gerais de material (DGM)
 

É o percentual aplicado sobre o valor da matéria-prima para cobrir os custos oriundos do processo de Compras, Inspeção e Laboratório de Recebimento, Almoxarifado etc.

Exemplo:

Compras efetuadas durante o mês: R\$135.000,00

Despesas com os setores de materiais: R\$ 5.000,00

$$R\$ 5.000,00 / R\$135.000,00 = 3,7 \% DGM$$
- 3) Apropriação da mão-de-obra direta (MOD)
 

Um dos pontos importantes para chegarmos ao custo de uma peça é o valor pago ao operário que executa determinada operação na confecção de uma peça.

A denominação mão-de-obra direta, por si só, diz claramente que é apenas o valor pago, por hora, ao operário que executa uma operação direta, ou seja, um torneiro, um prensista, um inspetor etc.

O valor (R\$/hora) está isento de quaisquer ônus, tais como encargos sociais etc.

Para o valor pago de MOD em uma peça, multiplicamos o tempo padrão por operação pelo valor médio de salário direto pago nos setores em que a peça sofreu as operações.
- 4) Apropriação das despesas gerais restantes (DGR)
 

As DGR's nada mais são do que as despesas indiretas que uma empresa tem para a obtenção de seus produtos finais.

São despesas controláveis em cada setor da fábrica, cuja apuração é feita mensalmente e o seu montante encontra-se discriminado nos balancetes mensais.

Como exemplo daremos abaixo alguns tipos de despesas:

  - salários indiretos;
  - encargos sociais;
  - material de escritório;
  - materiais auxiliares;
  - veículos.

dos custos de transformação, conforme a taxa de refugo.  
Deverá ser calculada percentualmente sobre o total da matéria-prima (sem ICMS) mais o total

#### 7) Apropriação das perdas

30.000 peças

$$6 \text{ hora} \times \text{R\$}8,91/\text{hora} = \text{R\$}0,0018/\text{peça}$$

chegaremos à seguinte conclusão:

Considerando-se que, o custo horário do setor de Ferramentaria (manutenção) é de R\$8,91/hora. Ferramenta após a produção de 30.000 peças e o tempo gasto foi de aproximadamente 6 horas.

Teremos, por exemplo, que para uma determinada operação houve necessidade de se retificar a quantidade de peças produzidas entre duas manutenções.

O valor de manutenção referente a cada peça é calculado conforme o tipo de ferramenta e a São custos referentes à conservação de ferramental (somente manutenção).

#### 6) Apropriação dos custos diversos

possui um custo de R\$8,94/hora e a de 45 ton R\$17,97/hora, ou seja, aproximadamente o dobro.

entanto, se usarmos o sistema conforme o tipo de máquina, notaremos que uma prensa de 15 ton 15 ton terá um custo por unidade de tempo idêntico àquela que envolve uma prensa de 45 ton. No

valores de máquinas padrão, teremos que, por exemplo, uma operação que envolva uma prensa de parque de máquinas bastante diversificado e calcular o custo horário dos setores produtivos com os

É de fundamental importância este sistema de cálculo, pois, se uma indústria possuir um determinada peça.

conforme o tipo de máquina utilizada em cada operação do processo de fabricação de uma Os valores referentes a máquinas são retirados das despesas gerais, para serem calculados

#### 5) Apropriação do custo máquina-hora

$$\text{DGR} = 209 \% \text{ sobre a MOD}$$

Ou

$$\text{MOD} = \text{R\$} 8,90/\text{hora}$$

$$\text{DGR} = \text{R\$} 18,60/\text{hora}$$

valores são expressos em R\$/hora. Assim teremos:

Para facilidade de cálculo, podemos relacionar as DGR's com a MOD, uma vez que estes

o tempo de fabricação, devemos ter um valor de DGR/tempo para cada setor (R\$/hora).

normas pré-estabelecidas. Como o denominador comum para a apuração dos custos operacionais é As DGR's dos setores auxiliares devem ser rateadas sobre os setores produtivos segundo

8) Parcela de amortização

Rateio pela quantidade produzida do total de investimentos necessários para a fabricação do produto, como por exemplo, em ferramental.

9) Apropriação das despesas administrativas e comerciais

A apropriação destas despesas sobre o produto, segue o seguinte critério: deve-se relacionar o total destas despesas com o total da transformação (DGM, MOD, DGR, Máquinas, diversos internos e refugo, só da transformação), ou seja, esta despesa sofre evoluções semelhantes às DGR's, visto sua formação. Exemplo:

Cálculo da percentagem destas despesas:

$$\frac{\text{Custo total setores adm./com.}}{\text{Custo de transformação}} = \frac{\text{R\$ } 20.270,64}{\text{R\$ } 96.526,86} = 0,21 \text{ ou } 21 \%$$

É utilizado como referência para despesa Adm./Com. a percentagem de 21 % sobre os custos de transformação (com refugo).

10) Lucro

Este item remunera o patrimônio líquido.

As empresas remuneram os custos de transformação, ou seja, o valor adicionado à matéria-prima, em determinados percentuais (dependendo do produto e mercado).

11) Impostos e despesas financeiras

Para a obtenção do preço de venda do produto restam ainda as apropriações das despesas tributárias (ICMS + PIS + COFINS) e despesas financeiras (juros) em função do prazo de pagamento.

A apropriação das despesas tributárias sobre o produto, segue o seguinte critério:

ICMS: aplica-se uma taxa percentual sobre o preço de venda do produto, conforme legislação vigente, levando-se em consideração o prazo de recolhimento deste tributo.

PIS: aplica-se a taxa de 0,65 % sobre o preço de venda do produto, conforme legislação vigente, apenas no final da cadeia produtiva, ou seja, sobre o cliente final.

COFINS: aplica-se a taxa de 3,00 % sobre o preço de venda do produto, conforme legislação vigente, apenas no final da cadeia produtiva, ou seja, sobre o cliente final.

Pode-se considerar uma taxa única percentual para a soma das Despesas administrativas, comercial, financeira, Impostos e o Lucro. Esta taxa é conhecida como *Mark-up* ou Margem Bruta

As decisões de compras são feitas com base nos produtos e nos preços. Pode-se dizer que consumidores possuem desejos infinitos e recursos limitados. Sendo assim, o consumidor só comprará o produto se o nível de satisfação justificar o esforço a ser despendido. Segundo ROCHA (1987), para a empresa, o preço é a recompensa recebida pelos produtos e serviços oferecidos ao mercado e para os compradores expressa aquilo que ele está disposto a pagar para obter o produto. Os compradores usam o preço como um padrão de medida para julgar o valor e potencial de satisfação que percebem num produto. Se o preço for maior do que as percepções dos compradores em relação ao valor e a satisfação do produto, eles não o comprarão e não ocorrerá a troca. Os vendedores usam o preço para expressar valor aos clientes potenciais e gerar receita para a empresa.

#### 4.3.3. Formação do Preço

Total (Preço de Venda)	
<p style="text-align: center;"><i>Mark-up</i></p>	Despesas Financeira
	COFINS
	PIS
	ICMS
	Impostos
	Lucro
	Despesas Adm./Com.
Parcela de Amortização	
Sub-total (Custo Industrial)	
Refugo	
Diversos	
Máquinas	
DGR	
MOD	
DGM	
Materia-prima	

Tabela 2. Formação de custo e preço pelo método RKW (MERCEDDES-BENZ, 1998).

Portanto aplicando todo o conceito apresentado anteriormente em uma sequência:

item.  
e facilita o cálculo do preço de venda à partir do custo industrial, conforme detalhado no próximo

e receitas se igualemente conforme Figura 7.

Preço com análise do ponto de equilíbrio – neste método são utilizados os conceitos de custo

fixo e variável e análise do ponto de equilíbrio, ou seja, quantidade necessária para que as despesas

que poderiam ajudar a pagar parte dos custos fixos e assim maximizar os lucros.

- método não separa custos fixos e custos variáveis do produto, portanto, uma empresa que o produto;

- não se leva em consideração os investimentos de capital exigido para produzir e distribuir o empresa devido a incorporação dos custos na estrutura de preços;

- método ignora a concorrência e consequentemente perpetua as ineficiências existentes na função de preços maiores ou menores;

- método ignora a elasticidade da demanda, ou seja, variações de quantidade vendida em condições de mercado. Este método tem as seguintes restrições ao método:

o preço sugerido pelo fabricante e uma avaliação subjetiva da adequação do preço resultante das

a partir de uma combinação de fatores, entre os quais se incluem a margem tradicional do segmento,

preço final. Este percentual é chamado de *Mark-up*, que segundo ROCHA (1987), deve ser definido

Preço pelo custo total – neste método um percentual é adicionado aos custos para se chegar ao

Os métodos orientados para custos podem ser basicamente:

#### 4.3.3.1.1. Orientação para Custos

importações entre outras.

operações da empresa, estoques, situação financeira, concorrência, restrições governamentais,

concorrência. A fixação de preços envolve considerações como elasticidade da demanda, nível de

são basicamente os métodos orientados para custos, orientados para demanda e orientados para a

Segundo KOTLER&ARMSTRONG (1995) e ROCHA (1987) os métodos de fixação de preços

#### 4.3.3.1. Métodos de Fixação de Preços

e invioláveis.

importância básica ao futuro da organização, pois as relações entre preço, receita e lucro são diretas

O preço que uma organização pede por seus produtos é, como o próprio produto, de

a determinação do preço quanto as diversas influências externas que atuam sobre o nível de preço.

É de fundamental importância para os vendedores reconhecerem tanto as bases internas (custo) para

O custo fixo não está associado ao volume de produção, independente da produção ser alta ou baixa, a empresa desembolsa os custos fixos de forma uniforme, por outro lado, o custo variável está associado as unidades produzidas linearmente. Neste contexto ROCHA (1987) propõe a seguinte forma para cálculo do ponto de equilíbrio e preço:

Seja :

CF = custo fixo total;

cv = custo variável por unidade produzida;

p = preço unitário;

c = margem de contribuição unitária;

PE = ponto de equilíbrio em unidades;

RT = receita total.

Cálculo da margem de contribuição (Equação 2):

$$c = p - cv$$

Cálculo do ponto de equilíbrio (Equação 3):

$$PE = \frac{CF}{c}$$

Cálculo da receita total (Equação 4):

$$RT = PE \times p$$

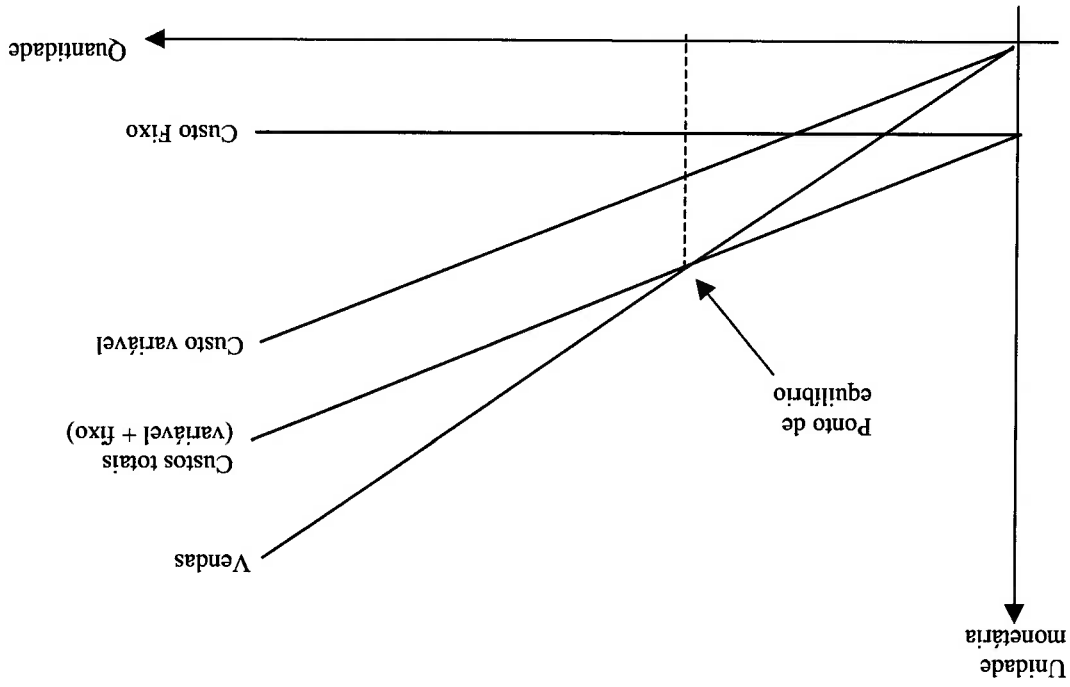


Figura 7. Análise do ponto de equilíbrio (ROCHA, 1987).

Este método é voltado para a concorrência, a definição do preço do produto é feita com base no levantamento dos preços de produtos similares dos concorrentes. A partir do levantamento, pode-se definir o preço do produto dentro de uma faixa média. Segundo ROCHA (1987), embora este método considere os preços da concorrência, deixa de levar em conta o posicionamento do produto

#### 4.3.3.1.3. Orientação para Concorrência

Em mercados de concorrência perfeita, o preço de mercado depende das leis de oferta e procura, isto é, das relações entre quantidades oferecidas de um produto e as quantidades procuradas. O conceito básico da demanda é que, à proporção que o preço diminui, uma quantidade maior será adquirida (demanda) desde que os outros fatores que afetam o comportamento do consumidor sejam os mesmos. Os métodos orientados para a demanda consideram, além do custo, o preço que o consumidor está disposto a pagar, com base nas percepções quanto ao valor do produto. O valor e o preço esperados então orientam as decisões sobre o projeto do produto e seus possíveis custos (KOTLER&ARMSTRONG, 1995). A grande dificuldade de utilização desta metodologia é a disponibilidade de dados sobre a sensibilidade do consumidor em relação a preços.

#### 4.3.3.1.2. Orientação para Demanda

Este método é importante para empresas que produzam e comercializem uma multiplicidade de produtos que requeram volume de investimentos de capital diferenciados. Esta separação é necessária para a verificação da performance por produto ou linha de produtos.

Preço utilizando a taxa de retorno – o método de ponto de equilíbrio não considera o capital exigido para fabricar e comercializar o produto, sendo assim, neste método, o ponto de equilíbrio em unidades, a receita e a margem de contribuição são calculados da mesma forma, porém, no custo fixo deve-se incluir a taxa de retorno desejada sobre os investimentos.

diferentes preços sobre os resultados da empresa.

Este método, difere do método de custo total somente no conceito de recuperação de custos, no custo total espera-se que os preços recuperem custos fixos e variáveis enquanto que na abordagem do ponto de equilíbrio qualquer recuperação dos custos fixos é melhor do que nenhuma.

O método proporciona a indicação do preço, mas permite também avaliar o impacto de “preço por *break even point*”, ou “custo marginal”, ou

na mente do consumidor, ou seja, se o produto for considerado diferenciado, pode-se estabelecer preços que não se enquadrem na média da concorrência.

#### 4.3.4. Formação da Margem de Lucro

O objetivo da margem de lucro de qualquer produto é contribuir para assegurar a margem de lucro total da empresa, em níveis que possam garantir sua continuidade. A margem de lucro-alvo depende de acordo com cada linha de produto, da realidade de cada mercado, ou seja, do volume esperado de vendas (SCARPIN, 2000).

Para visar a maximização da margem de lucro da empresa, é fundamental a avaliação de projetos de investimento. Os principais fatores de decisão econômica que influem na escolha da melhor alternativa de um projeto de investimento são as receitas, despesas, custo inicial, valor residual, taxa mínima de atratividade, vida econômica e imposto de renda do investidor.

Para análise de investimentos, FILHO E KOPITKE (1994) recomendam os seguintes métodos:

- Método do valor anual uniforme – este método consiste em calcular uma série uniforme equivalente ao fluxo de caixa dos investimentos considerando a taxa de atratividade. Este método é adequado em análises que envolvam atividades operacionais da empresa, com investimentos que normalmente possuem repetir-se pois tem a característica de uniformizar os resultados que serão obtidos através do projeto;
- Método do valor presente – este método consiste em calcular o valor presente de todos os termos do fluxo de caixa e somá-los ao investimento inicial;
- Método da taxa interna de retorno – ao se analisar uma proposta de investimento, deve ser considerado o fato de se estar perdendo a oportunidade de auferir retornos pela aplicação do mesmo capital em outros projetos ou no mercado financeiro;
- Método do tempo de recuperação do capital ou *Payback* – consiste em verificar o tempo necessário para recuperação do capital investido.

#### 4.4. Contribuição do Capítulo

Neste capítulo, pode-se concluir que o PDP apresenta uma natureza multidisciplinar, através da organização de equipes de ES, requerendo um esforço integrado dos diversos setores envolvidos nesta atividade. Neste sentido, a integração de ferramentas de custos com ferramentas de projeto pode vir a constituir uma sistemática única para a otimização do produto durante o seu PDP,



buscando satisfazer os requisitos de valor do cliente. Como resultado desta integração, as empresas poderão desenvolver um produto diferenciado, com custos adequados, capazes de atingir padrões de qualidade adequados às necessidades do cliente.

Mais especificamente, de acordo com o foco deste trabalho, a integração da sistemática de Custo-alvo com a ferramenta AV/EV, transforma o custo como sendo um parâmetro ativo do projeto, ou seja, define-se as características técnicas e financeiras para o produto e trabalha-se no seu PDP para atingi-las, recomendando a AV/EV para “atacar” a causa do aparecimento dos custos. Assim a AV/EV centra seu enfoque nas funções do produto, o que representa sua diferenciação de qualquer outra técnica de redução de custos. Um produto nasce da necessidade de um mercado consumidor e este mercado define as características básicas de uso e estima. Desta forma, ficam identificadas as tarefas básicas de um produto, ou seja, as funções que o produto deve apresentar para atender as exigências do consumidor.

No próximo capítulo, apresenta-se como exatamente a empresa pesquisada aplica de forma integrada estas ferramentas, tanto de projeto como de custos, durante as fases do seu PDP.

O PDP da empresa apresenta seis fases distintas, conforme ilustra a Figura 8, que são descritas

### **5.2.1. Visão Geral das Fases do Processo de Desenvolvimento de Produtos**

A descrição abaixo é realizada com base no modelo de desenvolvimento de produtos da empresa, que apresenta as fases do PDP da empresa, suas atividades principais e subprodutos.

### **5.2. O Modelo de Desenvolvimento de Produtos da Empresa**

A empresa é uma das poucas montadoras que está desenvolvendo produtos no Brasil, estando situada em um contexto onde a competitividade é crescente. Com isso, a empresa apresenta constantes inovações em busca da melhoria no seu PDP.

No Brasil, onde ela atua desde 1956, existem cerca de 10.000 funcionários em três plantas, produzindo desde caminhões leves até os extra-pesados, além de chassis para ônibus e montagem de automóvel. Os veículos produzidos dão à empresa boa parte do mercado nacional de caminhões, sendo que em alguns segmentos ela é líder de mercado.

A empresa DaimlerChrysler do Brasil faz parte de um grande grupo multinacional com presença em vários países, sendo o desenvolvimento e a fabricação de caminhões, ônibus e automóveis apenas um dos negócios da empresa.

### **5.1. Breve Descritivo da Empresa Pesquisada**

Neste capítulo abordaremos o estudo prático em uma empresa montadora de veículos. Inicia-se o capítulo com um breve descritivo da empresa pesquisada. No item 5.2, detalha-se o modelo de PDP utilizado, assim como a organização do projeto e pessoal, seus papéis e responsabilidades. No item 5.3, apresenta-se o modelo de gerenciamento de projeto adotado pela empresa, o *Quality Gates*, que funciona como controle de qualidade, com suas Revisões de Fases (*Gateways*). No item 5.4, apresenta-se o mapeamento realizado da Gestão de Custos no PDP da empresa, assim como sua organização e suas etapas. No item 5.5, destaca-se as etapas da Gestão de Custos relacionadas com o modelo de PDP da empresa. E finalizando, no item 5.6, realiza-se uma análise crítica do modelo apresentado.

## **5. ANÁLISE DO MODELO DE PDP NA EMPRESA PESQUISADA**

logística de fornecimento.

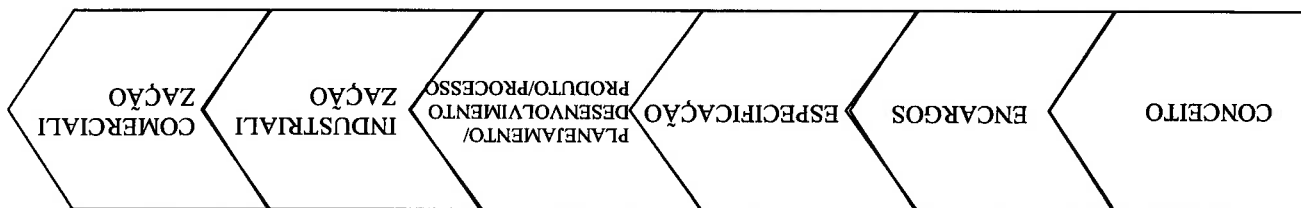
análise de interferências e montagem), desenho e documentação por parte dos fornecedores e a geometria global do produto, o protótipo 2 (em escala natural, com o principal objetivo de realizar e por consequência a seleção de fornecedores/parceiros. Esta fase apresenta como resultados a produção internamente. Assim, é realizada a decisão de industrializar ou terceirizar (*make or buy*) módulos, ou seja, o detalhamento de cada um dos subsistemas, para que sejam fornecidos ou desenhos e modelos para todos os sistemas e subsistemas. São elaborados cadernos de encargos detalhados como os requisitos do Caderno de Encargos serão atendidos, através de descrições, São

Especificação - A fase de especificação é o detalhamento dos itens técnicos do projeto. São compreende a documentação básica do projeto de produto em um Caderno de Encargos. todas as condições necessárias para o início efetivo dos cálculos e desenhos finais. Esta fase protótipo 1 ou *Mock-Up* (utilizado basicamente para visualização) e ao seu final estão estabelecidas os integrantes do processo de desenvolvimento do produto e do projeto. Nesta fase é executado o definições contidas no Caderno de Conceito. Compõe uma base comum de informações para todos Encargos - A fase de encargos inclui a execução do projeto e detalha o produto, a partir das

Conceito.

aprovação preliminar do projeto pela diretoria, resumida em um documento chamado Caderno de geral do projeto e o estudo de pré-viabilidade econômica. Esta fase representa a base para a projeto, a análise estratégica e o escopo técnico do produto. Outros subprodutos são o cronograma necessidades de mercado. Os subprodutos principais compreendem o planejamento preliminar do vastos segmentos de atuação. Nesta fase é descrito de forma conceitual o produto mais adequado às oportunidade para a empresa no mercado de acordo com a estratégia empresarial adotada para os Conceito - A fase de conceito define a visão estratégica do projeto e deve retratar uma nova

Figura 8. Fases do PDP (DAIMLERCHRYSLER, 2001c).



a seguir.

Existem ainda os times de engenharia simultânea que são responsáveis pelo desenvolvimento de cada módulo. Estes times são compostos por especialistas da tecnologia envolvida no módulo, sendo liderado por um engenheiro também especialista no assunto, chamado líder do time de engenharia simultânea. Alguns especialistas e líderes estão localizados em áreas funcionais

atividades respectivas às suas funções nos diversos módulos do produto. Em relação à organização de pessoal, o projeto apresenta uma configuração mista, sendo parte matricial, parte projeto puro. O projeto contém um time de projeto principal, composto pelo gerente do projeto e por coordenadores responsáveis pela produção, pelo controlling, por compras, pela engenharia e pelo marketing. Este time de projeto tem a função de coordenar e integrar as

representa uma parte do veículo, que pode ser produzido separadamente ou mesmo fornecido central, que é responsável por direcionar e integrar o projeto como um todo. Cada módulo módulos que são desenvolvidos e gerenciados separadamente, sendo coordenados por uma equipe O desenvolvimento do produto em questão é modular, ou seja, o projeto é subdividido em

## 5.2.2. Organização do Projeto e Pessoal

Comercialização - Na fase de comercialização já existem lotes de veículos rodando pelas estradas. Esta fase compreende a verificação do comportamento do produto e do processo nos primeiros lotes colocados no mercado. Assim que não houver mais problemas nos lotes que estão em ensaio no mercado, não existe mais a necessidade de modificações. O projeto é encerrado e inicia-se a venda na rede de concessionárias.

Industrialização - A fase de industrialização compreende a homologação do produto e do processo. É caracterizado inicialmente pelo protótipo 4 (construído para ajustar a produção) e pela montagem da série piloto. Os resultados desta fase compreendem um estreitamento junto aos fornecedores, a homologação dos meios de produção e a preparação de vendas e rede de concessionárias e assistência técnica. O término desta fase é marcado pelo início da série.

Planejamento e desenvolvimento do produto e da produção - Nesta fase finaliza-se o desenvolvimento do produto, com a elaboração dos processos de produção e de testes funcionais e de durabilidade (protótipo 3). As atividades previstas nesta fase englobam os projetos dos meios de produção, o planejamento de processo, o planejamento da produção em série, a produção de modelos padrões, a liberação de documentação para os sistemas oficiais da empresa e análise dos resultados dos protótipos tanto internos como dos subsistemas dos fornecedores.

## Líderes de Engenharia Simultânea

- auxiliar o gerente de projeto na tomada de decisão.
- elaborar plano de ação para a sua área;
- auxiliar na elaboração do plano de ação e/ou recuperação geral;
- apresentar os produtos de fase específicos de sua área;
- reunir as informações necessárias sobre sua área específica;

## Time de Projeto

- apresentar o resultado das Revisões de Fases para a CP.
- compilar o plano de ação e/ou recuperação geral;
- orientar o Time de Projeto nas atividades do projeto de acordo com os requisitos da CP;

## Gerente do Projeto

- aprovar novos recursos caso haja necessidade.
- aprovar planos de ação e/ou recuperação;
- tomar a decisão sobre a continuidade do projeto;
- tomar a decisão final sobre a passagem do projeto pela Revisão de Fase (*Gateway*);
- direcionar os projetos considerando aspectos do negócio (resultado financeiro e mercado);

## Alta Administração (Comissão de Produtos - CP)

- alinhar os projetos à estratégia da empresa;

(DÄIMELRCHRYSLER, 2002).

A seguir é resumo os papéis da comissão de produtos, do gerente de projeto, do time de projeto, dos líderes de engenharia simultânea e dos projetistas e demais colaboradores do projeto

### 5.2.3. Papéis e Responsabilidades

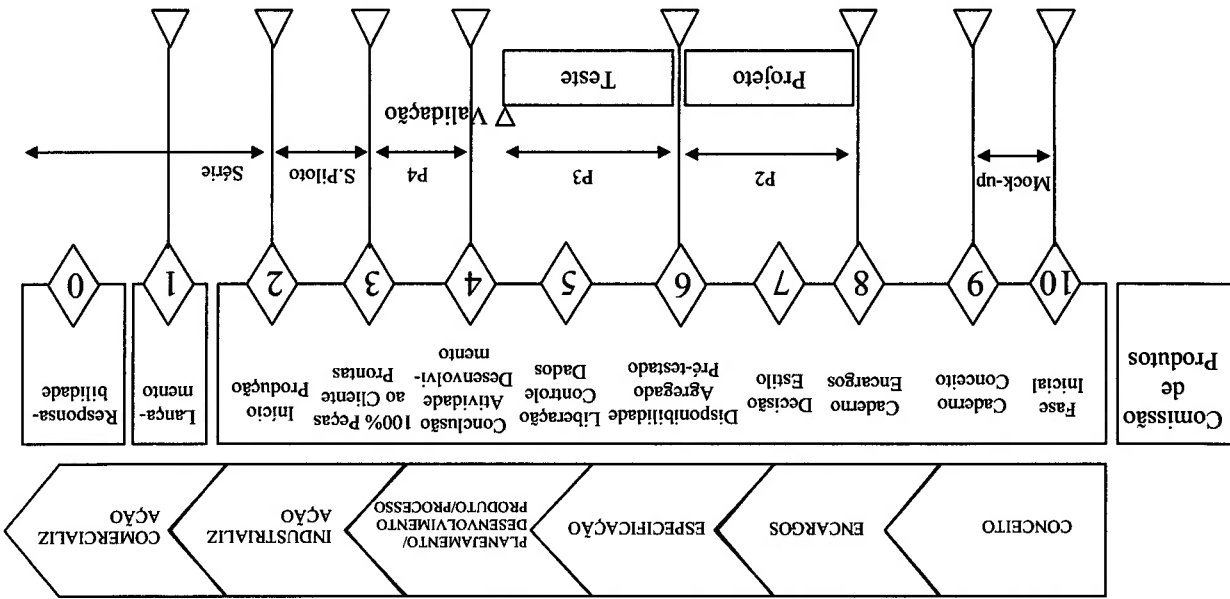
enquanto outros dedicam tempo integral ao projeto. A Comissão de Produtos (CP) é composta pela presidência e pelas diretorias envolvidas diretamente com os produtos e representa os objetivos estratégicos da empresa, definindo como os projetos de produtos devem contribuir para que as metas da empresa sejam alcançadas. São realizadas reuniões periódicas da CP com os gerentes de projetos (chamadas reuniões CP) que abordam temas que envolvam decisões empresariais estratégicas ligadas a projetos de produtos, observando sempre o modelo de portfólio de produtos adotado pela empresa.

A seguir, é detalhado o objetivo de cada *Gateway*, contendo seus produtos de fase principais, lembrando que o projeto foi dividido em 11 *Gateways*, planejados cronologicamente de acordo com suas atividades específicas (DAIMLERCHRYSLER, 2001a).

5.3.1. As Revisões de Fase (*Gateways*)

2003).

Figura 9. Modelo utilizado para gerenciamento do projeto estudado (DAIMLERCHRYSLER,



de Fases (*Gateways*).

A Figura 9 ilustra o modelo de Gerenciamento utilizado por esta empresa para acompanhamento do PDP, assim como os processos que o compõem e a localização das Revisões

5.3. O Modelo de Gerenciamento para o PDP da Empresa (*Quality Gates*)

- compilar os produtos de fase de seus respectivos módulos;
  - apresentar a situação dos produtos de fase sob sua responsabilidade;
  - elaborar plano de ação de seu módulo.
- Engenheiros, Projetistas, Colaboradores
- atingir os critérios estabelecidos;
  - eventualmente apresentar os produtos de fase sob sua responsabilidade.

### 5.3.1.1. *Gateway* 10 – Fase inicial

Este *Gateway* apresenta como objetivo principal a formação do Grupo de Trabalho para elaboração do caderno de conceito do projeto, utilizando todas as informações existentes. Com a passagem pelo *Gateway* 10, a tarefa para a preparação do conceito é dada.

#### 10.1) Análise de Cenários

Previsão do mercado futuro, baseado em todas as informações disponíveis (atuais e tendências): dados econômicos, políticos, legislativos, concorrência, desempenho do produto atual no mercado etc.

#### 10.2) Programa Preliminar de Vendas

Com base na análise dos cenários, são previstos/estimados os volumes de vendas do produto, dentro de um determinado período de tempo.

#### 10.3) Proposta das Composições dos Veículos

Visão da área de Vendas da composição do “veículo ideal” para competir no mercado identificado na Análise de Cenários, considerando a composição do portfólio de produtos.

#### 10.4) Definição do Time de Conceito

A equipe encarregada pelo detalhamento do conceito do novo produto deve ser oficialmente instituída.

#### 10.5) Lista de Possíveis Inovações

Visão da área de Desenvolvimento das novas tecnologias que podem ser incorporadas ao novo produto.

#### 10.6) Estratégia *make or buy* para os Principais Módulos

Alinhamento da estratégia dos principais módulos com a estratégia corporativa verificada, e interfaces entre projetos identificada (comunização).

#### 10.7) Definição do Custo-Alvo Preliminar (macro)

Estimativa do custo necessário para obter a competitividade/participação prevista no Programa Preliminar do Produto, e orçamento preliminar do projeto determinado.

### 5.3.1.2. Gateway 9 – Caderno de Conceito

O Caderno de Conceito deve conter as especificações do produto, permitindo o seu detalhamento técnico. Deve ser a preparação para a especificação final (Caderno de Encargos). O Caderno de Conceito deve descrever os requisitos identificados no mercado e as necessidades dos clientes, meio ambiente e estratégia corporativa. Acima de tudo, ele deve conter as estimativas preliminares referentes a viabilidade técnica e econômica.

#### 9.1) Nomeação do Gerente e Organização do Projeto

Definição do responsável pelo atendimento dos objetivos do projeto.

#### 9.2) Planejamento Preliminar do *Quality Gates*

Posicionamento no tempo de todos os *Gateways*, e produtos e critérios de passagem definidos.

#### 9.3) Definição do Posicionamento do Produto no Mercado (Qualidade Planejada)

Definição do cliente-objetivo, principais concorrentes, principais argumentos de vendas.

#### 9.4) Resultado da Avaliação da Concorrência

Transformar em informações de entrada para o projeto, as diferenças identificadas entre o produto atual e a concorrência.

#### 9.5) Resultado da Clínica com Clientes

Transformar em informações de entrada para o projeto, a avaliação conceito do novo produto, utilizando um *Mock-up* (protótipo P1) com finalidade de visualização do aspecto final do produto.

#### 9.6) Necessidades dos Clientes (Voz dos Clientes)

Identificar as necessidades/desejos diretamente com os clientes, através de pesquisa de mercado.

#### 9.7) QFD

Ferramenta que permite a tradução das entradas (Avaliação da Concorrência, Clínica e Necessidades/Desejos dos Clientes) em requisitos técnicos do produto.

#### 9.8) Descrição Preliminar dos Requisitos Técnicos do Produto-veículo/agregados

Recebido as especificações técnicas de engenharia, com as quais a empresa espera atender aos



O Caderno de Encargos deve definir como o produto deverá ser desenvolvido para atender as especificações detalhadas do Caderno de Conceito. O Caderno de Encargos deve detalhar a

### 5.3.1.3. *Gateway* 8 – Caderno de Encargos

Elaborar cálculo para verificar o grau de viabilidade econômica do projeto.

9.15) Cálculo da Viabilidade Econômica

Definição do custo-alvo preliminar por sistemas.

9.14) Desdobramento do Custo-Alvo Preliminar

(Conceitos de Fornecimento Inter-fábricas do Grupo).

análise das sinergias existentes dentro do grupo, visando obter o melhor resultado no novo produto  
Visão da área de Logística quanto à política de logística adequada ao novo produto, contendo a

9.13) Estratégia de Logística

Produção e Abastecimento).

contendo a análise de alternativas de produção, fornecimento e importação (Rede Global de  
Visão da área de Materiais quanto à política de compras a ser utilizada no novo produto,

9.12) Conceito de Compras

Visão da área de Produção quanto à política de produção a ser utilizada no novo produto.

9.11) Conceito Preliminar de Manufatura

expectativas do cliente, objetivos do projeto e concorrência.  
prazo, objetivando o estabelecimento de metas de confiabilidade, baseadas nos desejos e  
períodos determinados de tempo e os resultados de testes de confiabilidade/durabilidade de longo  
Estudo que considera a frequência de reparos ou de substituições de componentes dentro de

9.10) Expectativas de Confiabilidade do Produto (com Metas)

tecnologias, incluindo uma relação antecipada de subcontratos.

Baseada em inovações tecnológicas, materiais avançados, avaliação de confiabilidade e novas

9.9) Lista Preliminar de Materiais

*Inputs*, e validação dos objetivos de comunicação (incluindo veículos de série).

especificação dos sistemas requisitos que devem ser atingidos pelos fornecedores. Com a passagem do *Gateway 8*, o orçamento (*budget*) e as capacidades de desenvolvimento são liberadas para todo o projeto.

8.1) Cronograma do Projeto  
Cronograma detalhado das atividades de desenvolvimento e industrialização (nível funcional).

8.2) Quantidades Planejadas para todos os Mercados Alvos  
Detalhamento do volume estimado de vendas para todos os mercados a ser desenvolvido.

8.3) Definição do Conceito Modular  
Definir o grau de modularidade do projeto.

8.4) Lista Preliminar de Características Especiais  
Lista com as características especiais do produto e processo identificadas pelo cliente em adição àquelas selecionadas pela empresa.

8.5) Detalhamento Técnico do Projeto  
Verificar se os dados técnicos do produto estão claramente definidos, permitindo o início da fase de projeto dos componentes.

8.6) Programa Preliminar de Testes  
Requisitos de testes identificados para definição do plano de testes e quantidade de protótipos.

8.7) Planejamento da Qualidade  
Método estruturado para definir e estabelecer os passos necessários para assegurar que um produto satisfaça o cliente.

8.8) Estudo de Manutenção do Produto  
Verificar o histórico de manutenção dos produtos atuais para implantar melhorias no produto/processo em desenvolvimento.

8.9) Definição da Localização da Planta  
Definir local de produção do produto.

O objetivo deste *Gateway* é determinar um ponto de sincronização para a integração dos componentes pré-testados, ou seja, agregados, no sentido de permitir representatividade de teste do veículo.

### 5.3.1.5. *Gateway* 6 – Disponibilidade de Agregados Pré-Testados

Congelar o estilo interno e externo do veículo.

7.2) Adogão/Definição do Exterior/Interior

Elaborar protótipo virtual para simulação.

7.1) Resultado do Modelo 1:1

Definição do estilo (interno e externo) do veículo e interferências de suas peças.

### 5.3.1.4. *Gateway* 7 – Decisão de Estilo

requeridas para a realização do projeto.

Verificar se o orçamento do projeto está liberado e se o mesmo atende todas as atividades

8.15) Liberação do Orçamento (*Budget*) do Projeto

Realizar o cálculo de viabilidade econômica com os novos dados de custos e orçamentos.

8.14) Revisão do Cálculo de Viabilidade Econômica

Verificar se o custo do produto atende ao custo-alvo estabelecido no *Gateway* 9.

8.13) Comparação do Custo-Alvo Preliminar x Custo Atual

Detalhamento de como a política de logística estabelecida no *Gateway* 9 será implementada.

8.12) Conceito de Logística

Fabricação.

Fluxograma de processo desenvolvido a partir da Lista Preliminar de Materiais e Premissas de

8.11) Fluxograma Preliminar do Processo

Detalhamento de como a política de produção estabelecida no *Gateway* 9 será implementada.

8.10) Conceito de Montagem/Fabricação

- 6.1) FMEA de Projeto (DFMEA)  
 Verificar se o DFMEA planejados foram realizados e finalizados.
- 6.2) Aprovação da Geometria do Produto  
 Aprovação da geometria do veículo, baseado nas informações de protótipo P2, DFMEA, atendimento do Caderno de Encargos, etc, finalizando assim a fase de projeto, autorizando a fase de testes.
- 6.3) Componentes/Agregados Pré-Testados  
 Agregados e componentes complexos devem estar com maturidade suficiente para a realização dos testes funcionais e de durabilidade nos veículos protótipos.
- 6.4) Plano de Teste de Protótipo  
 Documento que descreve as medições dimensionais, testes funcionais e de materiais que irão ocorrer durante a construção e testes dos protótipos.
- 6.5) Status da Análise de Risco  
 Análise sistemática dos riscos potenciais que afetam o projeto.
- 6.6) Gerenciamento de Mudança  
 As mudanças de projeto do produto devem ser monitoradas e incluídas nos Planos de Controle.
- 6.7) Status das Atividades de Desenvolvimento de Fornecedores Externo / Interno  
 Definição e contratação dos fornecedores que participarão do processo de fornecimento de peças para protótipo P3.
- 6.8) Adequação dos Custos Atuais com os Custos-Alvo  
 Atividades de redução de custos para componentes atingirem os custos-alvo.
- 6.9) Revisão do Cálculo de Viabilidade Econômica  
 Tendo em vista que no *Gateway 6* o projeto do produto deve estar concluído, verificar se o projeto apresenta viabilidade econômica.

### 5.3.1.6. *Gateway 5 – Liberação do Controle de Dados (Data Control Release)*

Ponto sem Retorno (*Point of no Return*), com o objetivo de definir comercialmente, considerando o período de vida útil do ferramental, assegurar o pedido comercial para ferramentas de peças e rever a Viabilidade Financeira do *Gateway 8* com o objetivo de assegurar o investimento no ferramental e meios.

#### 5.1) Cronograma Planejado x Realizado

Revisar o cronograma planejado com o status atual, definindo se necessário novas datas/prazos.

#### 5.2) Plano Estratégico de Lançamento do Produto no Mercado

Verificar se o plano estratégico foi planejado, incluindo o plano de suporte de Pós-vendas.

#### 5.3) Veículos Protótipos Montados

Veículos protótipos P3 montados e liberados conforme plano, e primeiros resultados de testes avaliados.

#### 5.4) Medidas para Asseguramento da Qualidade do Projeto

Asseguramento da qualidade baseado nos métodos de gerenciamento da qualidade definido.

#### 5.5) Liberação para Construção do Ferramental com Prazo de Fornecimento Crítico

Verificar se os ferramentais identificados como críticos tiveram sua construção liberada, visando garantir o Início de Produção.

#### 5.6) Gerenciamento do Início de Produção

Métodos, ferramentas e treinamento para gerenciamento do início de produção implementados.

#### 5.7) Revisão do Cálculo de Viabilidade Econômica

Nova revisão com dados atualizados de custos e investimentos.

### 5.3.1.7. *Gateway 4 – Conclusão da Atividade de Desenvolvimento*

Neste ponto, é liberado todas as peças para a confecção de ferramental final.

#### 4.1) Resultados dos Testes Experimentais

- Verificar se os critérios de aceitação dos testes experimentais foram atendidos e permitem o início do processo de industrialização dos componentes.
- 4.2) Apresentação do Produto/Protótipo  
Apresentação do Protótipo P4 para o cliente (protótipo para teste de mercado).
- 4.3) Definição do Grau de Maturidade  
Verificar se os componentes estão com grau de maturidade aprovados, permitindo o início dos processos formais de compras e industrialização.
- 4.4) Medidas para a Garantia da Qualidade no Processo  
Verificar se as atividades necessárias para a garantia da qualidade dos processos foram planejadas e estão compatíveis com as necessidades do projeto, e se plano de início de produção esta assegurado.
- 4.5) Status de Ferramental/Fornecedor  
Verificar se todos os ferramentais foram liberados e se fornecedores para a série foram definidos.
- 4.6) Revisão do Cálculo de Viabilidade Econômica (foco: atendimento do custo-alvo)  
Revisar o atendimento aos custos-alvo e o cálculo de viabilidade econômica.
- 5.3.1.8. Gateway 3 – 100% Peças ao Cliente Prontas (100% Customer Ready Parts)**
- O *Gateway 3* define o período no qual todos os pré-requisitos para iniciar a fase de testes de produção (*try-out*) são atendidos. A disponibilidade de peças com a qualidade requerida permite a otimização do processo de produção do veículo completo.
- 3.1) Status do Plano Estratégico para Lançar o Produto  
Verificar se o plano estratégico definido no *Gateway 5* está conforme planejado.
- 3.2) PAPP (*Production Part Approval Process / Aprovação de Peça de Produção*) realizados  
Verificar se todos os componentes estão com o PAPP aprovado, viabilizando o início da produção seriada.

- 3.3) Status das Medidas para a Garantia da Qualidade  
 Verificar se as Instruções de Trabalho/Processo, os Planos de Controle e o PFMEA foram realizados.
- 3.4) Aprovação nos Testes de Produção - *Try-out* (dispositivos/ferramentas/meios)  
 Verificar se os dispositivos, ferramentas e meios foram aprovados nos testes de produção e estão disponíveis para o início da pré-série.
- 3.5) Liberação Final de todas as Peças  
 Verificar se a documentação de todas as peças estão liberadas.
- 3.6) Sistema de Pedido de Material  
 Verificar se todos os fornecedores foram contratados e se programação logística foi confirmado.
- 3.7) Revisão do Cálculo de Viabilidade Econômica  
 Cálculo com a atualização das variáveis de viabilidade econômica.
- 5.3.1.9. *Gateway 2 – Início da Produção JOB 1 / SOP (Start Of Production)*  
 A capacidade do processo de produção é avaliada, com produção de veículos de clientes, sem necessidade de retrabalhos. Todos os pré-requisitos para aumento da curva de produção são dados.
- 2.1) Status de Atividades de Vendas, Marketing e Pós-Vendas  
 Verificar se as atividades previstas no plano de lançamento do produto foram executadas e atendem aos objetivos do projeto.
- 2.2) Resultado da Certificação/Homologação  
 Verificar se o produto recebeu certificação/homologação dos organismos certificadores oficiais, permitindo a sua comercialização.
- 2.3) Plano de Controle da Produção  
 Verificar se os documentos que descrevem os sistemas para controlar peças e processos estão disponíveis.

- 2.4) Status da Montagem Final (capacidade processo / *audit* produto)  
 Verificar se a capacidade do processo e a nota *audit* (de qualidade) da pré-série atende aos objetivos previamente estabelecidos.
- 2.5) Status da Disponibilidade de Peças  
 Verificar se os processos de programação, fabricação, abastecimento, etc, atendem as necessidades de produção do novo produto.
- 2.6) Status de Logística (interna / externa)  
 Verificar se a cadeia de fornecimento atende as necessidades de produção do novo produto.
- 2.7) Revisão do Cálculo de Viabilidade Econômica (custo-alvo x receitas)  
 Revisar o cálculo com informações atualizadas de Vendas.
- 5.3.1.10. Gateway 1 – Lançamento de Mercado**
- E realizada a comunicação do novo produto para introdução no mercado e os veículos são distribuídos aos concessionários. Nesta fase é decidido a liberação do Grupo de Gerenciamento do Projeto, e o produto fica sob a responsabilidade da Unidade de Negócio de produtos de série.
- 1.1) Revisão dos Resultados do Projeto (Confirmação do Ciclo de Vida / *Facelifts*)  
 Revisar o planejamento inicial do ciclo de vida do produto.
- 1.2) Status da Disponibilidade de Veículos para Lançamento  
 Verificar se a distribuição/disponibilidade do produto esta conforme planejado no plano de lançamento e atendem aos objetivos do projeto.
- 1.3) Status da Garantia  
 Verificar se os veículos de pré-série apresentam problemas que indiquem a necessidade de revisão/adequação do produto.
- 1.4) Finalização do Orçamento (*Budget*) do Projeto  
 Verificar se todos os dados econômicos/financeiros do projeto foram contabilizados e finalizados.



### 5.3.1.11. *Gateway 0* – Responsabilidade pelo Produto

Após um período de 12 meses do *Gateway 1*, as responsabilidades pelo produto são avaliadas e medidas para a otimização do produto são determinadas.

#### 0.1) Qualidade no Fornecimento do Produto

Verificar se as metas de qualidade foram atingidos pelo produto.

#### 0.2) Qualidade a Longo Prazo

Verificar se os custos de garantia confirmaram aos objetivos planejados.

#### 0.3) Fechamento dos Defeitos das Primeiras Unidades, Durabilidade

Verificar se as falhas identificadas nas primeiras unidades e nos veículos de confiabilidade/durabilidade foram solucionadas, evitando custos de garantia e desgaste da imagem da marca.

#### 0.4) Objetivos de Montagem

Verificar se as metas de redução da variabilidade da produção foram atendidas.

#### 0.5) Distribuição/Disponibilidade

Verificar se a disponibilidade de peças de reposição atende necessidades de mercado.

#### 0.6) Margem de Ganho

Verificar se os volumes de vendas, consequentemente, o resultado econômico previsto para o produto foi atingido.

### 5.3.2. As Revisões de Projeto

As revisões de projeto são reuniões periódicas, intermedíarias aos *Gateways*, com o objetivo de direcionar o projeto no sentido da passagem sem problemas no *Gateway* subsequente. Participam desta reunião o time de projeto, os líderes de ES e os projetistas e outras pessoas envolvidas diretamente no desenvolvimento. As atividades desta reunião compreendem:

- informar a situação das atividades no projeto;

- indicar o caminho crítico no cronograma;

- sincronizar atividades do projeto;

Segue uma breve explicação sobre o conteúdo de cada uma das dimensões para avaliação:

Seu escopo compreende a apresentação da situação dos projetos estratégicos, o tratamento de projetos com problemas de desempenho, projetos que necessitem de liberações não planejadas e as decisões finais sobre as revisões de fase. Participam desta reunião a comissão de produtos, os gerentes dos projetos e gerentes de nível médio envolvidos no PDP e que estejam diretamente relacionados com questões a serem tratadas na reunião em questão.

### 5.3.3. Reuniões da Comissão de Produtos

4) Análise do plano de ação  
Os participantes da reunião chegam a um consenso sobre as medidas tomadas, resultando em um plano de ação que contém um relatório resumido de itens pendentes e no cronograma geral atualizado, considerando o prazo para resolver os problemas.

3) Análise e discussão dos resultados  
O time de projeto elabora e apresenta o relatório de anomalias, para discussão junto aos times de ES.

2) Categorização e priorização dos problemas.  
São considerados os riscos de cada problema e identificadas as soluções necessárias. Esta atividade é realizada pelo time de projeto com a utilização do relatório de anomalias.

1) Apresentação da situação do projeto.  
Neste passo, compara-se o cronograma planejado ao real, são mostrados os requisitos técnicos, os itens críticos e/ou pendentes e os produtos de fase não atingidos no último *Gateway*. Esta tarefa é realizada pelos líderes de ES através do relatório de itens críticos e do cronograma atualizado.

O procedimento de uma revisão de projeto compreende:

- esclarecer conflitos;
- identificar problemas e
- definir planos de contra medidas e próximos passos para o projeto.

As revisões de fases na empresa são compostas por duas etapas principais: os *Gateways* e as reuniões da comissão de produtos, como mostra a Figura 10. Os *Gateways* estão localizados em pontos chave do processo de desenvolvimento enquanto as reuniões CP são realizadas periodicamente.

### 5.3.4. Relacionamento entre *Gateways* e Reuniões da Comissão de Produtos

Através deste critério, a CP avalia o projeto segundo novas leis e/ou normas legislativas que tenham surgido e ainda não tenham sido incorporadas aos projetos.

E) Legislação

A CP olha para a tecnologia com vistas principalmente para os competidores, ou seja, quais tecnologias estão sendo utilizadas em seus produtos e a viabilidade de sua implantação nos produtos da empresa.

D) Tecnologia

Os critérios estratégicos consistem em garantir que o portfólio reflita a estratégia de produtos da empresa, mesmo em detrimento de critérios considerados em outras dimensões. Eles avaliam principalmente o portfólio como um todo, somente entrando em projetos individuais quando este apresenta desvios sérios em relação às diretrizes estratégicas do grupo.

C) Estratégia

Estes critérios consideram a viabilidade econômica do projeto, considerando principalmente a situação dos investimentos (se há necessidade de novos investimentos e sua viabilidade) e a projeção de lucros do produto.

B) Econômica

São critérios que avaliam o posicionamento do produto no mercado, ou seja, como está a participação de mercado e quais são os preços praticados pela concorrência. Estes aspectos são analisados em relação ao presente mas principalmente em relação ao futuro, através de previsões realizadas.

A) Mercado

- Continua: O projeto está OK e segue sem problemas. Geralmente esta decisão é uma ratificação do “sim” sugerido pelo projeto.

- Continua condicional: Algumas pendências precisam ser resolvidas, porém estas não atrapalham o desempenho do projeto como um todo. É aprovado o plano de ação proposto para resolver estas pendências. É geralmente a ratificação do “sim condicional” sugerido pelo projeto.

- Repete *Gateway*: As pendências são de extrema importância e apresentam um reflexo significativo no desempenho global do projeto. É aprovado um plano de recuperação para o projeto. É geralmente a ratificação do “não” sugerido pelo projeto.

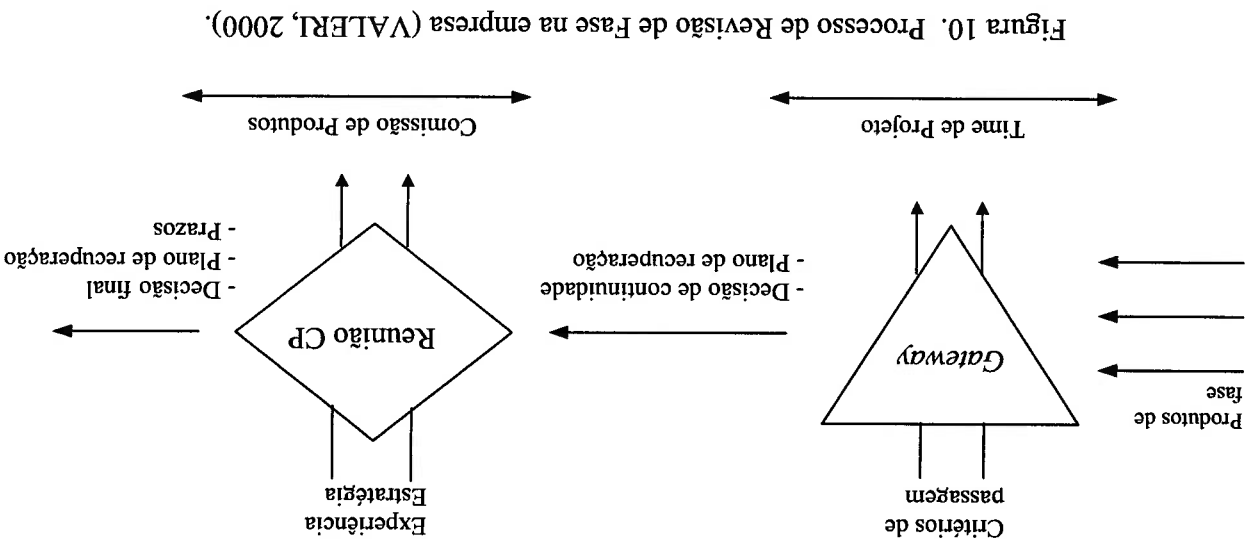
As decisões de continuidade podem ser (SCHAUUM&LUNDBERG, 2001):

sobre os prazos propostos.

As informações fornecidas pelo *Gateway* compreendem a auto avaliação do projeto, com a decisão sugerida e com o plano de ação e/ou recuperação. Com base então nos critérios de avaliação, a CP toma a decisão sobre a continuidade do projeto, o plano de ação e/ou recuperação e sobre os prazos propostos.

O relacionamento entre as etapas, consiste basicamente na decisão final do *Gateway* com base nos critérios de avaliação e na situação dos critérios de passagem apresentados pelo time de projeto.

Na primeira etapa, o *Gateway*, o time de projeto avalia os produtos das atividades por meio de critérios de passagem específicos. Os resultados desta avaliação compreendem a tomada de decisão do projeto sobre a sua continuidade e os planos de recuperação para os pontos abertos. Estes resultados são demonstrados então na reunião CP mais próxima, onde a CP, com base em sua experiência e em critérios estratégicos, toma a decisão final sobre a continuidade do projeto, aprovando os prazos e planos de recuperação.



único Departamento de Compras para uma divisão inteira. Todos esses departamentos dão apoio de

- Cada divisão de manufatura também tem seu próprio Departamento de Produção, e há um

divisão. Eles são os líderes de frente na implementação de atividades de custeio-alvo;

Departamento de Engenharia, responsáveis pela gestão do desenvolvimento dos novos produtos da

- O apoio também vem dos líderes do grupo de ES, normalmente representantes do

atividades de seguimento e mantendo a alta gerência informada dos resultados;

monitora os resultados das atividades de custeio-alvo dos vários departamentos, conduzindo várias

divisão, o Departamento de Controlling apóia, quando necessário, tais atividades. Além disso,

- Embora as atividades de custeio-alvo sejam realizadas de forma independente para cada

EAV);

custeio-alvo nas várias divisões, sob a jurisdição do setor (Departamento de Pré-Planejamento e

- Cada setor estabelece sua própria unidade de planejamento que promove atividades de

promover e coordenar todos os esforços de custeio-alvo da empresa (Departamento de Controlling);

- O escritório central da empresa estabelece um departamento de administração de custo para

A empresa tem o seguinte tipo de organização, baseando-se na análise do custeio-alvo:

- Agregados (motor, eixo e câmbio).
- Ônibus e
- Caminhões;

setores da empresa funcionam como unidades de negócios estratégicas. São estes:

mesmas, cada um dos quais compreendendo diversas divisões de produtos relacionados. Esses

A empresa tem divisões centradas nos tipos de produto, estando organizado em setores das

#### 5.4.1. A Organização para a Gestão de Custos

#### 5.4. A Gestão de Custos da Empresa

critérios de passagem.

quando o projeto não cumpre os critérios de avaliação ou se não cumpre satisfatoriamente os

- Parar: Consiste em encerrar todas as atividades do projeto. Esta decisão pode ser tomada

decisão sugerida apresentam pouca influência nesta decisão.

- Aguardar: Esta decisão ocorre geralmente por motivos estratégicos e consiste na paralisação

de todas as atividades do projeto para possível retomada posterior. O bom andamento do projeto e a

várias maneiras ao Departamento de Desenvolvimento de Produto da sua divisão.

A Figura 11 esquematiza a participação dessas equipes de projeto.

No projeto analisado, o desenvolvimento do veículo foi segmentado em nove equipes de ES, todos gerenciados por um time de projeto, com o Gerente do Projeto, e a Comissão de Produtos, formado pelos principais diretores da empresa (Desenvolvimento, Compras, Financeira e Técnica). A base da equipe de ES consiste nos departamentos de Engenharia, Pré-Planejamento e EAV, e Compras. Os outros departamentos (Controlling, Qualidade, Logística, Produção e Vendas/Marketing) atuam como suporte.

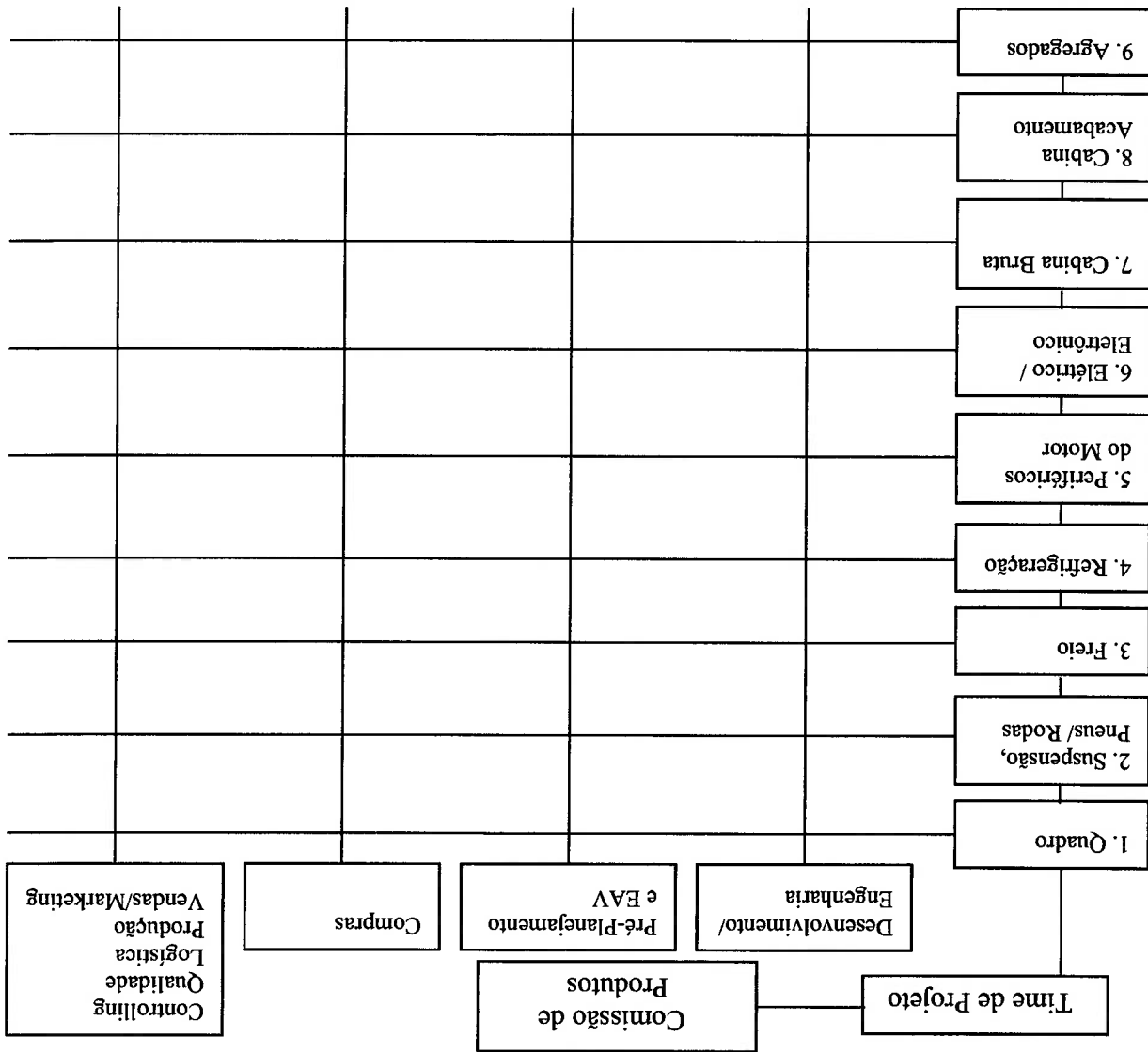


Figura 11. Participação de equipes de projeto na empresa centrada em divisões.

A Figura 12 mostra como os departamentos encaixam-se na organização da empresa (as áreas sombreadas na Figura 12 correspondem aos departamentos chaves para o processo de custo-alvo).

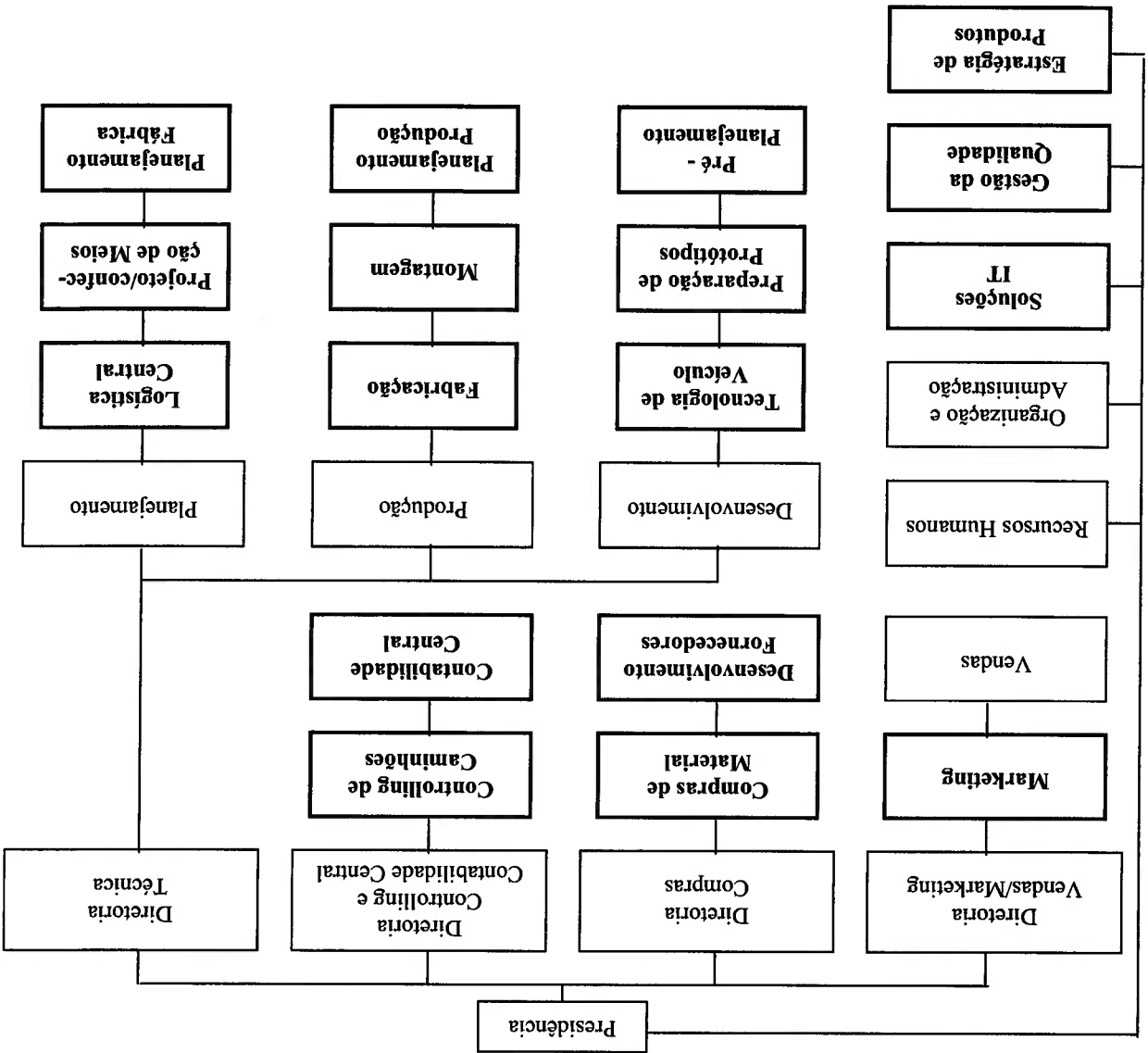


Figura 12. Organização de departamentos relacionados com o custo-alvo na empresa.

Na Figura 12, a divisão de Estratégia é responsável pelo esboço dos planos de lucro de médio e longo prazo da empresa, com base no planejamento estratégico do portfólio.

O Departamento de Controlling esboça e coordena orçamentos para custo-alvo e está preocupado principalmente com as atividades de custo-alvo e análise/melhoria da rentabilidade do projeto.

O Departamento de Sistemas de Informação opera os serviços de informática para toda a empresa. Se os computadores são utilizados para calcular tabelas de custo, esse é o departamento

que executa o projeto e a programação do sistema para tais tarefas.

A Divisão de Contabilidade é responsável pela contabilidade financeira, pelo pagamento das contas e pela contabilidade dos impostos. Realiza também o cálculo das taxas de mão-de-obra, da máquina e dos ratesos de despesas gerais por Centro de Custo da empresa. Esses dados são utilizados nas estimativas de custos de fabricação dos produtos.

O Departamento de Pré-Planejamento delimita os orçamentos e realiza cálculos relacionados com o planejamento do lucro. Cerca de metade dos funcionários do Departamento de Planejamento está envolvida no planejamento dos custos estimados e cálculo dos custos reais. Ao fazer estimativas de custo, eles baseiam-se nas atividades de EV para os produtos novos ou da próxima geração, assim como nas informações de custo baseadas nos pedidos dos clientes. Eles utilizam tabelas de custo nesses projetos e, se um projeto diz respeito a um produto inteiramente novo para o qual inexitem tabelas de custo relevantes, eles em geral buscam auxílio no Departamento de Compras, que recebem e analisam as cotações de peças solicitadas.

O Departamento de Marketing sinaliza o desejo e a expectativa dos clientes, fundamental para o correto direcionamento das atividades do PDP.

O Departamento de Gestão da Qualidade define e monitora os procedimentos do *Quality Gates*, além de realizar as respectivas análises de risco definidas nos *Gateways*.

Formando a base das equipes de ES estão os Departamentos de Engenharia (Tecnologia/Desenvolvimento, Preparação de Protótipos e Pré-Planejamento e EAV), de Produção (Fabricação, Montagem e Planejamento da Produção) e de Compras (Compras de Material e Desenvolvimento de Fornecedores), responsáveis pelo Projeto do Produto e Processo, e pela contratação de fornecedores para fornecimento de peças do veículo e ferramentas.

Alguns ferramentas críticas, como matrizes de estampagem para chapas da carroceria, são desenvolvidos e confeccionados internamente na empresa através do Departamento de Projeto e Confeção de Meios de Produção.

O Departamento de Planejamento da Fábrica é responsável pela infra-estrutura fabril necessária para a fabricação e montagem do novo produto.

E, finalizando, o Departamento de Logística Central, junto com o Departamento de Compras e Controlling, define a estratégia do modo de fornecimento de peças entre as empresas do grupo, ou seja, define a Importação, Nacionalização ou Tropicalização das peças, conforme as seguintes designações:

- Importação: importar a peça com especificações técnicas e dimensionais 1:1;
- Nacionalização: nacionalizar a peça com as mesmas especificações técnicas e dimensionais 1:1;
- Tropicalização: adaptar a peça para as necessidades locais, ou seja, por não ser necessário o



desenvolvimento I:1, permite-se uma liberdade para a aplicação de técnicas de EV afim de buscar melhorias na qualidade e redução de custos.

#### 5.4.2. Etapas na Gestão do Custeio-Alvo

As atividades de custeio-alvo por fabricantes de peças geralmente podem ser divididas em três etapas.

A primeira começa quando o fabricante de veículo envia ao fabricante de peças uma pesquisa contendo questões acerca dos níveis de custo para várias peças. O fabricante de peças responde com propostas de preço para as peças solicitadas na pesquisa.

A segunda etapa começa quando o fabricante de peças estabelece oficialmente os custos-alvo para peças (o fabricante de peças considera estes custos-alvo como os preços-alvo para suas peças). O fabricante então utiliza estes custos-alvo para estabelecer seus próprios custos-alvo para cada peça.

A terceira etapa ocorre quando o fabricante de peças implementa atividades de EV para obter os custos-alvo estabelecidos na segunda etapa.

Dessas três etapas, a primeira é quando a engenharia concorrente (simultânea) tem maior importância. Ambos os termos referem-se ao processo por meio do qual as peças feitas pelo fabricante de componentes não esperam até que o fabricante de veículos tenha concluído a etapa de custo-alvo, antes de iniciar a mesma etapa, mas, ao contrário, a inicia assim que possível após o fabricante de veículos tê-la iniciado.

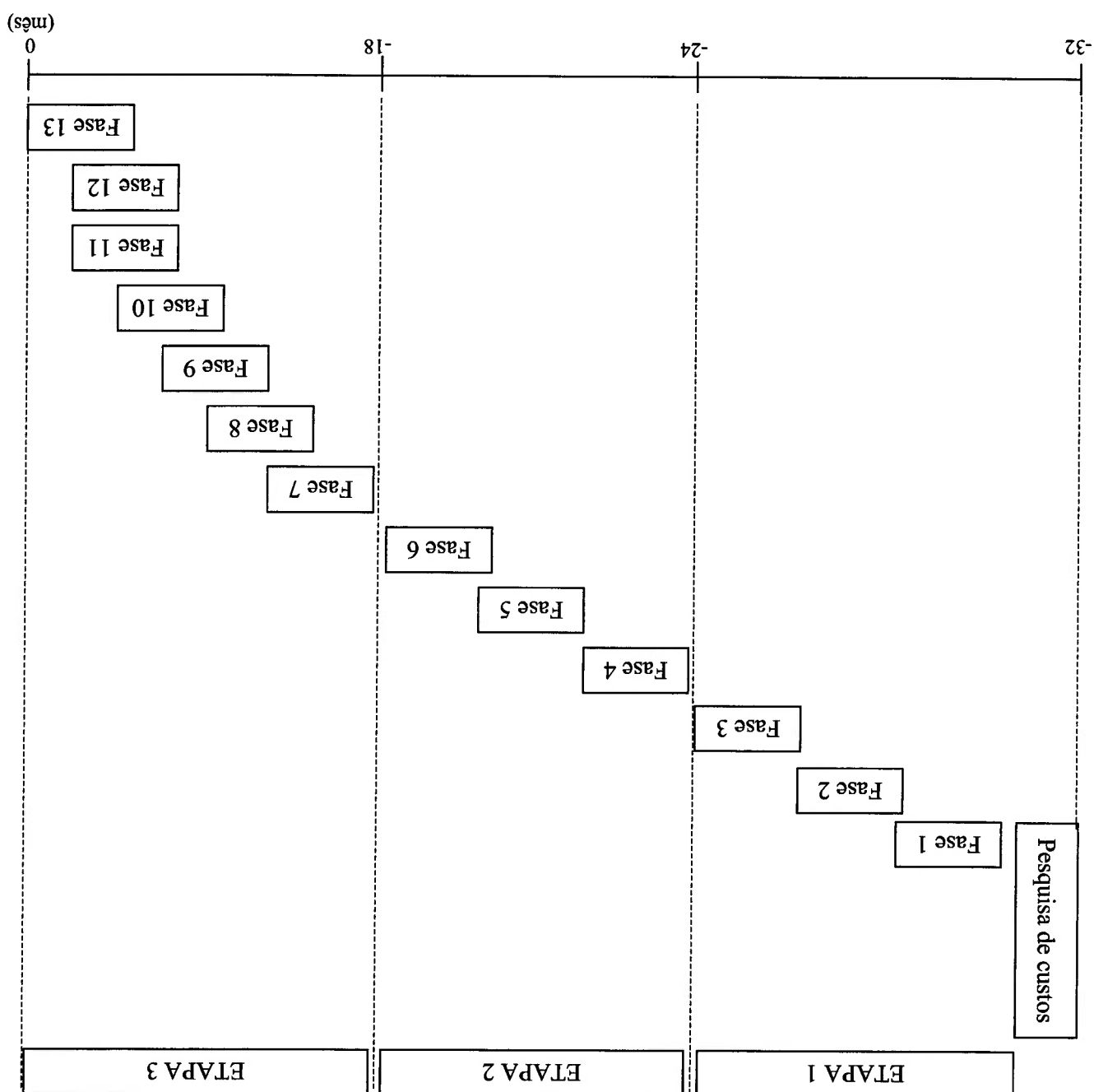
A Figura 13 mostra uma programação aproximada de custeio-alvo que inclui as três etapas as quais são decompostas em mais 13 fases.

Fase 1) O fabricante de peças envia ao fabricante de veículos sua resposta à pesquisa de custo, a qual, por sua vez, é remetida pelo Departamento de Projeto do fabricante de veículos ao

Responsa à Pesquisa de Custo (Lançamento das Atividades de Determinação de Alvos do Fabricante de Veículos e Esforços Rumo à Obtenção de Metas)

#### 5.4.2.1. Primeira Etapa

Figura 13. Programação aproximada de custo-alvo no PDP.



Departamento de Projeto do fabricante de peças. A pesquisa poderia explicar que um certo estilo recentemente desenvolvido está sendo considerado para a estrutura do assento dianteiro e, então, questionar quanto custaria para produzir o novo projeto da estrutura do banco. Da mesma forma, se novos componentes de acabamento da porta estão sendo considerados, a questão poderia ser quanto estes novos componentes iriam custar.

O fabricante de peças responde a todas as questões com a apresentação de uma proposta ao fabricante de veículos.

O fabricante de peças executa uma verificação pré-projeto dos custos no início do processo de desenvolvimento. Para mudanças de modelo, esta verificação ocorre bem no início do processo de desenvolvimento (mais de 30 meses antes do novo modelo entrar em produção). Os custos estimados do modelo antigo (atual) são amplamente analisados para detectar problemas que devem ser resolvidos, a fim de não serem passados ao novo modelo. Por exemplo, tais problemas poderiam envolver um processo que foi mal projetado sob o ponto de vista do DFMA, ou as especificações de peças que não estão de acordo com os padrões relevantes, ou, ainda, a solicitação de redução da variedade de certas peças que não é viável.

Fase 2) O fabricante de peças faz as estimativas preliminares com base nos desenhos de projeto estrutural para identificar os problemas o mais precocemente possível.

Se o fabricante de peças envia pessoal de apoio ao fabricante de veículos, o primeiro terá acesso mais detalhado aos desenhos estruturais do segundo. O pessoal de custo-alvo do fabricante de peças utiliza tais desenhos estruturais como base para realizar estimativas de custos preliminares para suas novas peças.

Os resultados dessas estimativas preliminares de custos podem revelar o surgimento de alguns problemas de custos para o fabricante de peças, tais como novas peças que serão difíceis de manufaturar ou peças que deixarão um número grande de equipamentos de produção ociosos. Para reduzir estes custos e garantir a lucratividade, o fabricante de peças deve identificar e corrigir tais problemas o mais rápido possível.

Fase 3) O fabricante de peças inicia rapidamente o projeto de peças se logo no início estabelecer os custos-alvo e os custos-alvo provisorios.

Após o intercâmbio de informações durante as duas primeiras fases, o fabricante de veículos é capaz de estimar o custo-alvo para cada função acerca de pelo menos 24 meses (isto é, 24 meses antes da produção total). Contudo, o fabricante de peças está muito ocupado nesse período e tem de iniciar suas atividades de determinação de custo-alvo específico por peças em aproximadamente menos 23 meses.

Mesmo se o gerente de produto do fabricante de veículos (líder de desenvolvimento específico por produto) não tenha ainda recebido os dados de que necessita para estabelecer custos-alvo específicos por peça, ele tenta antecipar estes custos e elabora uma lista interna de custos-alvo provisórios em cerca de menos 23 meses.

Enquanto isso, o fabricante de peças inicia seu protótipo em menos 24 meses e o conclui cerca de um mês mais tarde. Uma vez pronto o protótipo de primeira geração, o fabricante de peças o utiliza como uma base para fazer estimativas de protótipo de primeira geração (abreviadas como estimativas P1). Antes de realizar estas estimativas P1, eles estabelecem preços-alvo provisórios que cada departamento relevante na empresa emprega no projeto de custo, para o protótipo de primeira geração e no cálculo de suas estimativas P1.

A essa altura, realiza-se mensalmente uma reunião de custos. Reuniões de custo-alvo para novos produtos são presididas pelo gerente responsável e incluem outros chefes de departamento. Podemos supor, por exemplo, que a estimativa de custo revele uma diferença entre o custo-alvo para um conjunto de assentos a serem produzidos para um novo modelo planejado de veículo. A reunião de custo-alvo investiga as possíveis causas dessa diferença, que podem ocorrer devido a custos de projeto ou de processamento subestimados, de maneira que os pontos exigindo melhorias podem ser selecionados, discutidos, aprovados e ações reparadoras, tomadas.

#### 5.4.2.2. Segunda Etapa

##### Recebimento de Preços-alvo Oficiais e Distribuição dentro da Empresa

Fase 4) Quando os preços-alvo oficiais são apresentados pelo fabricante de peças, o fabricante de veículos confirma sua adequação, esclarece as questões de custo-alvo e dá início ao processo sistemático de determinar os custos-alvo internos.

Ao final do mês pelo menos 22, o fabricante de veículos decompõe seus custos-alvo em vários custos-alvo específicos por peça, os quais são, então, apresentados ao fabricante de peças. A essa altura, ambas as empresas trabalham tendo em vista os seguintes tipos de problemas:

- Esclarecer as variáveis de custo produzidas por diferenças nas especificações de peças;
- Aplicar a verificação pré-projeto de custos para esclarecer que aspectos do modelo atual são não-lucrativos, de forma que aspectos similares no novo modelo podem ser considerados especificamente na determinação de custos-alvo internos;
- Esclarecer alvos de redução de custos a serem atingidos por meio de atividades de EV;
- Estabelecer claramente custo-alvo de investimento na planta;
- Estabelecer claramente lucros-alvo.

Quando essas questões tiverem sido esclarecidas, os custos-alvo internos serão oficialmente estabelecidos.

O fabricante determina seus custos-alvo internos da forma explicada a seguir. Utilizando os preços-alvo para peças adquiridas, determinados pelo Departamento de Compras do fabricante de veículos, o fabricante calcula uma margem de lucro unitária com base na taxa de lucro-alvo, subtraindo ainda os custos não-controláveis (custos fixos indiretos e impostos), para determinar seus custos-alvo internos. Em termos de fórmula, a expressão é conforme Equação 5:

$$\text{Custo-alvo} = \text{preço-alvo} - (\text{preço-alvo} \times \text{taxa de lucro-alvo}) - \text{custos não controláveis}$$

O fabricante de peças estabelece esses custos-alvo para cada uma das peças que irá produzir e então inicia as atividades de custeio-alvo para atingir os objetivos.

Fase 5) O fabricante de veículos também estabelece e distribui custos-alvo internos para componentes grandes e peças essenciais, que não estejam incluídas em atividades de custeio-alvo comuns.

Nesse ponto, o fabricante de veículos não tenta estabelecer custo-alvo para todos os modelos dentro de cada série de modelos, mas, ao contrário, seleciona um ou dois modelos representativos. Contudo, o fabricante deve estabelecer custos-alvo internos e projetar para o custo todos os componentes grandes e peças essenciais, inclusive algumas peças para as quais o fabricante de veículos não tenha fornecido os preços-alvo.

Fase 6) A decomposição unitária (distribuição) é feita de itens de custo no projeto. A abordagem convencional diz que, por exemplo, se o custo-alvo para os assentos do veículo é de R\$ 1.000, então o custo para os estofamentos do assento é estabelecido como uma parcela dessa quantidade, por exemplo, R\$ 100.

### 5.4.2.3. Terceira Etapa

#### Atividades para Atingir Custos-Alvo Internos

Fase 7) O fabricante de veículos determina quais peças devem ser produzidas na própria fábrica e quais devem ser adquiridas de fornecedores.

É importante realizar essa decomposição interna/externa da produção de peças o mais cedo

possível para obter a cooperação dos fabricantes de peças nas atividades de EV.

Fase 8) Reuniões de estudo são implementadas para cada categoria de peças. A essa altura, o fabricante de peças recebeu desenhos e custos-alvo do fabricante de veículos, assim como de seus departamentos internos. A próxima etapa é a implementação de atividades de EV para determinar como os alvos podem ser atingidos. Para serem efetivas, tais atividades envolvem as reuniões de estudos e a programação coordenada a seguir:

- Revisão dos projetos de peças;
- Reuniões de estudo para custos de processamento (engenharia de produção) e custos de projeto (projeto e compras);
- Reuniões de estudo para investimentos na planta;
- Reuniões de estudo para negociações com fornecedores de peças;
- Reuniões de estudo para instalações de produção.

Fase 9) Os projetistas implementam a decomposição de custos e a auto-avaliação. Na fase 6, as unidades detalhadas da decomposição de custo podem ser fornecidas pelos próprios projetistas. Isso significa, na verdade, que tais unidades são geralmente aquelas que os projetistas são responsáveis. Eles determinam quando incluir custos extras, como, por exemplo, quando o custo-alvo está baseado em um *layout* de produção de três processos, mas o projeto requer um *layout* de quatro processos. Estas discrepâncias devem ser analisadas para identificar suas causas, as quais podem originar-se ou não de erros de projeto.

Fase 10) Atividades contínuas de EV ocorrem em resposta a custos mais altos criados pelas revisões de projeto.

Revisões de projeto ocorrem inevitavelmente em várias etapas no processo de desenvolvimento e, como tais revisões tendem a elevar os custos, atividades de EV são necessárias para manter esses aumentos de custo em um valor mínimo. No próximo capítulo (6) é apresentada a estrutura proposta para uma correta aplicação da metodologia de EV. Na Figura 14 pode ser verificado a redução de custo necessário para que o custo estimado se iguale ao custo-alvo desejado.

PDP, em um fluxograma, conforme Figura 15.

A seguir, buscou-se estruturar todas as fases descritas anteriormente para Gestão de Custos no várias áreas, passando por todos os níveis até o da programação detalhada das tarefas.

Devem-se estabelecer diretrizes claras para alocar as responsabilidades dos trabalhadores em

- Revisão periódica do progresso na implementação do custo-alvo.

tomadas;

- Esclarecimento detalhado e monitoramento das causas de alvos não-atingidos e as medidas

Fase 13) O monitoramento sistemático é executado via reuniões de custo-alvo.

que seja possível a pronta identificação de problemas no momento em que eles surgem.

devem ser verificados e revisados frequentemente. Eles devem, no mínimo, ser monitorados para

operacional que resultam das modificações no ambiente de mercado. Portanto, estes valores-padrão

Os valores-padrão usados nas tabelas de custo são influenciados pelas mudanças na taxa

definidos.

Fase 12) Taxas horárias de salários e número de horas-homem são revisados e claramente

após o lançamento do produto, as economias de escala e de aprendizagem.

redução dos custos estimados. Como por exemplo, o aumento gradual do índice de nacionalização

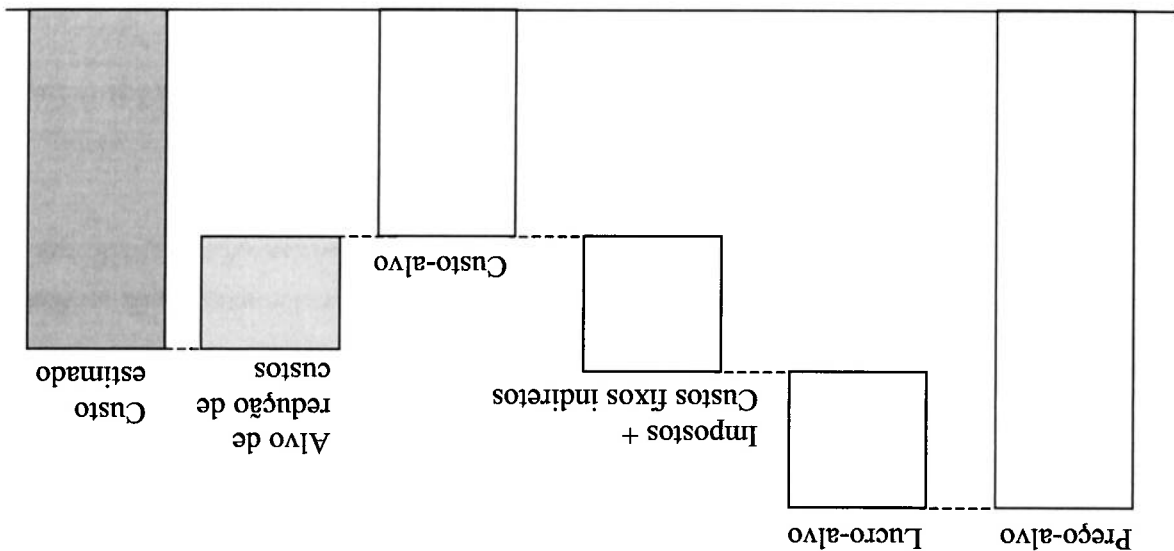
Produtos para desenvolver um plano de custo-alvo estratégico, definindo prazo posterior para

Eventual custo-alvo não atingível é acordado pelo time de projeto junto à Comissão de

veículos são claramente definidos e os custos, totalmente corrigidos.

Fase 11) Aumentos de custos por causa de revisões de projeto impostas pelo fabricante de

Figura 14. Alvo de redução de custos pela diferença de custo-alvo e custo estimado.



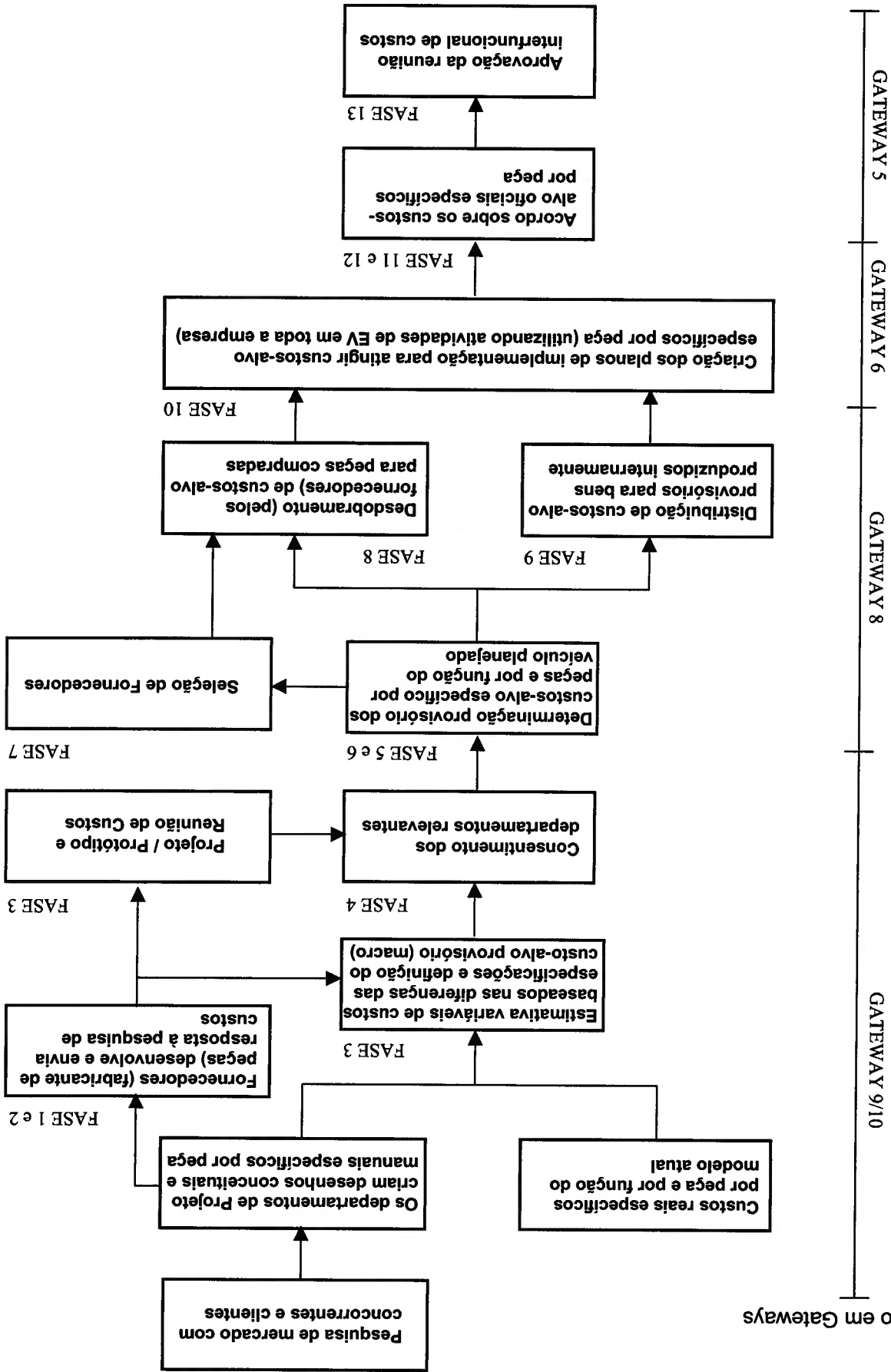


Figura 15. Fluxograma para determinação dos custos específicos por peça.



## 5.5. Itens do *Quality Gates* focados na Gestão de Custos

Analisando a metodologia de *Quality Gates* utilizada pela empresa, destacamos os seguintes itens relevantes para a Gestão de Custos no PDP:

### 1) *Gateway 10* – Item 10.7: Definição do Custo-Alvo Preliminar (macro)

Estimativa do custo-alvo inicial calculado a partir de estudos com veículos da concorrência e com veículos da série atual. É definido inicialmente o preço-alvo de venda, a partir da alocação de uma margem sobre o veículo da concorrência (*Premium Price*) de acordo com o posicionamento e a estratégia da empresa, além da visão do cliente para com o produto (valor e qualidade percebido). Com o preço-alvo definido, subtrai-se a margem bruta desejada (*Mark-up*), de acordo com o planejamento de lucro de longo prazo, planejamento do volume de vendas e a composição do portfólio de veículos.

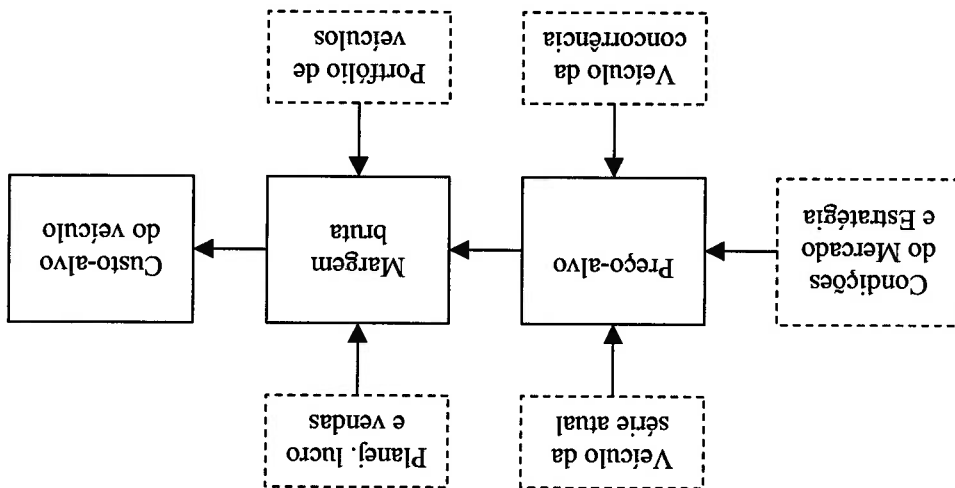


Figura 16. Gestão de Custos no *Gateway 10*.

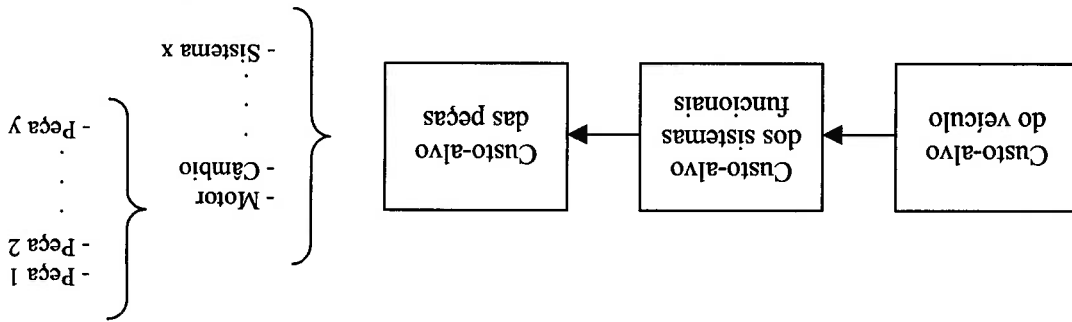
### 2) *Gateway 9* – Item 9.14 e 9.15: Desdobramento do Custo-Alvo Preliminar e Cálculo da Viabilidade Econômica

Definição do custo-alvo preliminar por sistemas funcionais do veículo e elaboração cálculo para verificar o grau de viabilidade econômica do projeto.

4) *Gateway 6* – Item 6.8 e 6.9: Adequação dos Custos Atuais com os Custos-Alvo e Revisar o Cálculo de Viabilidade Econômica

Foco do trabalho é a etapa para realizar atividades de redução de custos para componentes atingirem os custos-alvo, e tendo em vista que no *Gateway 6* o projeto do produto deve estar concluído, verificar se o projeto apresenta viabilidade econômica.

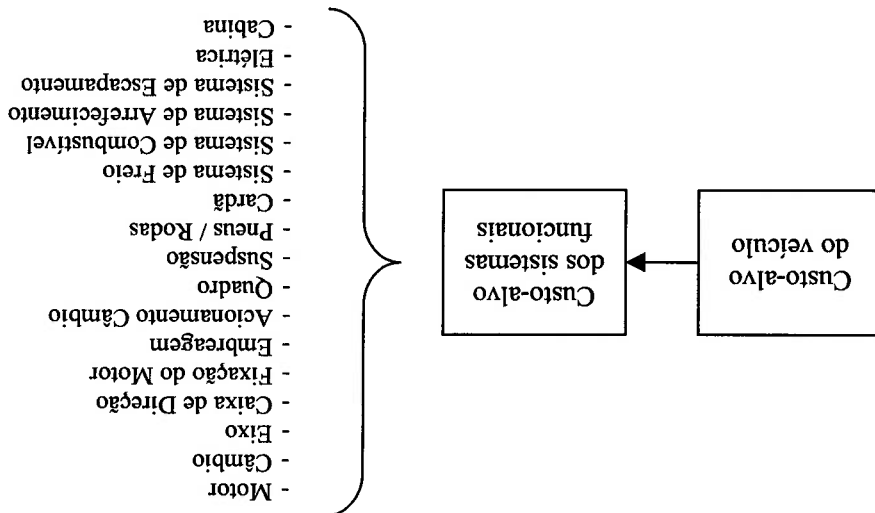
Figura 18. Gestão de Custos no *Gateway 8*.



3) *Gateway 8* – Item 8.13 e 8.14: Comparação do Custo-Alvo Preliminar x Custo Atual e Revisar o Cálculo de Viabilidade Econômica

Desdobramento do custo por sistemas funcionais em custos por peças, e verificar se o custo do produto atende ao custo-alvo estabelecido no *Gateway 9* e realizar o cálculo de viabilidade econômica com os novos dados de custos.

Figura 17. Gestão de Custos no *Gateway 9*.

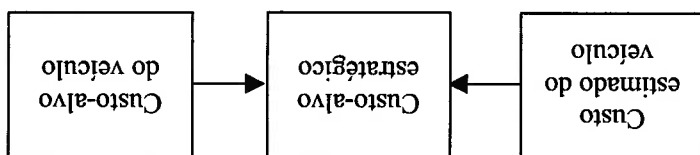


8) *Gateway 2* – Item 2.7: Revisão do Cálculo de Viabilidade Econômica (custo-alvo x receitas) Revisar o cálculo com informações atualizadas de Vendas.

7) *Gateway 3* – Item 3.7: Revisão do Cálculo de Viabilidade Econômica Cálculo com a atualização das variáveis de viabilidade econômica (variáveis macroeconômicas).

6) *Gateway 4* – Item 4.6: Revisão do Cálculo de Viabilidade Econômica (foco no custo-alvo) Revisar o atendimento aos custos-alvo e o cálculo de viabilidade econômica, com as atividades para atingir custo-alvo estratégico.

Figura 20. Gestão de Custos no *Gateway 5*.

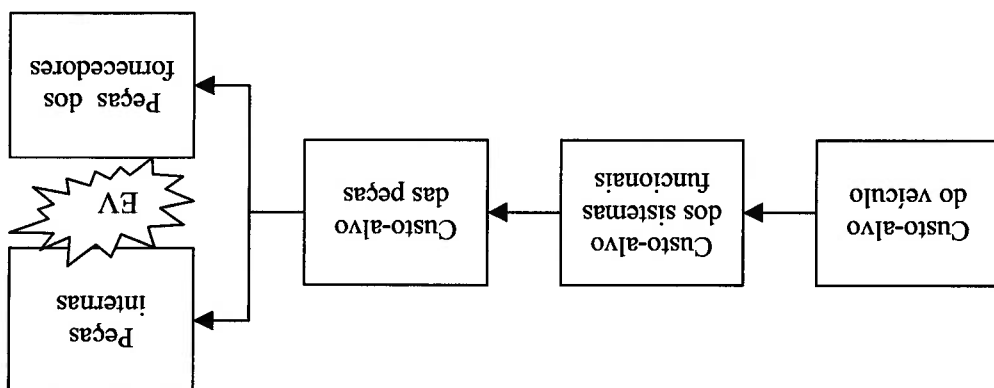


projeto deve ser desenvolvido até sua conclusão. *Gateway* consiste no “Ponto sem Retorno” (*Point of no Return*), ou seja, passando por este ponto, o Cálculo essencial para a tomada de decisão de continuidade ou não do projeto, pois este

nacionalização após o lançamento do produto, as economias de escala e de aprendizagem. posterior para redução dos custos estimados. Como por exemplo, o aumento gradual do índice de atingíveis e acordado pelo time de projeto junto à Comissão de Produtos para desenvolver um plano testados (protótipos), e definição dos custos-alvo estratégico que são eventuais custos-alvo não Nova revisão com dados atualizados de custos e investimentos, considerando os veículos

5) *Gateway 5* – Item 5.7: Revisão do Cálculo de Viabilidade Econômica

Figura 19. Gestão de Custos no *Gateway 6*.



O conteúdo de ambos os modelos de PDP é basicamente a mesma, conforme comparativo a seguir. Apenas o modelo de *Quality Gates* busca um detalhamento mais abrangente através de sua maior segmentação, para permitir o sincronismo que um processo de PDP mundial necessita.

A empresa pesquisada, apesar de ter desenvolvido em conjunto com outras empresas do setor automotivo a norma QS9000/APQP, utiliza este modelo somente para orientar seus fornecedores para melhorar seu processo de planejamento avançado da qualidade no PDP. Para o PDP da empresa, ela desenvolveu um modelo de gerenciamento unificado globalmente por todas as Unidades de Negócio (UN) do grupo, denominado *Quality Gates*, buscando um modelo de PDP único que integrasse todos os PDP's das UN's devido ao crescente desenvolvimento de "Projetos Globais", onde o produto é desenvolvido em conjunto por várias UN's espalhados ao redor de vários países. Cada UN representa um Centro de Competência Técnica, sendo responsável pelo desenvolvimento de um determinado sistema do veículo, sendo posteriormente definido a UN que o industrializará, ou através do *Global Sourcing* (Fornecimento Global), onde é definido um fornecedor mundial que vencer um processo de coleta de oferta mundial.

## 5.6. Análise Crítica do Estudo na Empresa Pesquisada

Verificar se os volumes de vendas, consequentemente, o resultado econômico previsto para o produto foi atingido, além de manter o histórico do projeto.

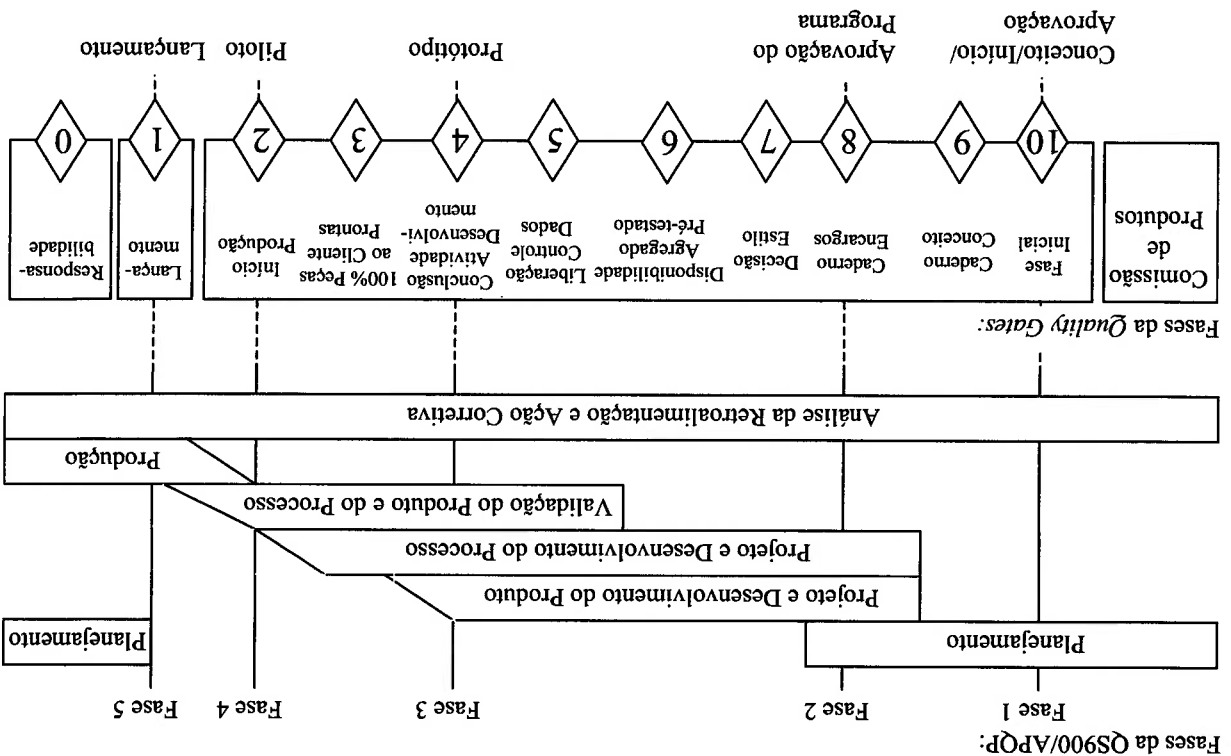
9) *Gateway 0* – Item 0.6: Margem de Ganho

no PDP da empresa pesquisada:

Portanto relaciona-se a seguir algumas restrições identificadas no processo de Gestão de Custos características necessárias ao mercado de exportação.

de produto aos requisitos técnicos e econômicos brasileiro, como também para manter a criatividade nas sugestões elaboradas para contornar as dificuldades impostas tanto pela adequação devendo atender aos requisitos específicos de cada mercado. Assim, exige-se cada vez mais a intercambiabilidade das peças, tanto no mercado próprio como no caso de exportação do produto, redução de custos para atingir o custo-alvo específico do mercado, além de manter a tanto, é fundamental um esforço cada vez mais intenso na Gestão de Custos no PDP, buscando e, consequentemente seus custos, às vezes não atendem a necessidade do mercado específico. Para (qualidade e desempenho) e o custo (preço) do veículo, a decisão sobre as características do produto enquanto que no mercado brasileiro são requisitos secundários, privilegiando mais a função distinto, como por exemplo no mercado europeu o conforto e a segurança são requisitos essenciais, porém torna-se um fator crítico a exigência específica que cada país possui com seu mercado redução de despesas de desenvolvimento e o poder de escala no processo de *Global Sourcing*, padronização do produto através do desenvolvimento de um veículo mundial. A vantagem disso é a Esse PDP Mundial influencia e afeta muito a Gestão de Custos no PDP, pois busca-se muito a

Figura 21. Comparativo das fases do APQP com as fases do *Quality Gates*.



em desenhos da própria montadora. Isso permite um desenvolvimento em parceria com processo, para sua industrialização interna. Outras peças são adquiridas de fornecedores baseados Algumas peças são desenvolvidas internamente, tanto o projeto do produto como o projeto do

#### 4) Modo de Fornecimento das Peças

e também podem afetar o custo do veículo. Legislação de Segurança e Meio Ambiente específicas de cada mercado que devem ser respeitadas termos de quantidade de componentes do veículo para se obter a vantagem fiscal. Existem ainda a viabilidade de nacionalização das peças, obrigando-se um índice de nacionalização de 60% em crítico, andando no sentido contrário da proposta de *Global Sourcing*, pois independente da boa parte de sua estrutura e sistemas. Legislação de índice de nacionalização é um outro ponto veículo. Por exemplo, a aplicação em estradas de terra no Brasil, exigem veículos com reforços em a melhoria do projeto (custo, qualidade e funcionalidade), porém outras impactam no custo do específicas. Isso significa que alterações de projeto devem ser feitas. Algumas alterações propiciam Apesar de se buscar um projeto global, cada país e mercado possui regulamentos e legislações

#### 3) Legislação e Mercado Local

de peças se torna inevitável. desse investimento impactar no custo da peça. Assim, muitas vezes, o custo logístico de importação de alterações de projeto para redução de custos e de nacionalização de peças, devido à amortização crítica. Particularmente, investimentos em grandes ferramentas inviabilizam boa parte das propostas maior que a sua unidade no Brasil, a vantagem de custos pela produção em grande escala se torna Ao contrário de sua matriz na Alemanha, que possui um volume de produção de 2 a 3 vezes

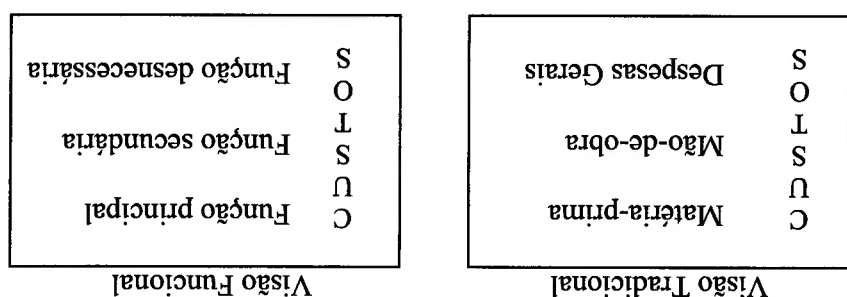
#### 2) Operação de Escala

fabricação, e simplificando o projeto para as necessidades locais. desenvolvendo-se estudos com seus fornecedores locais, substituindo material ou processo de consentimento de sua matriz. São possíveis as melhorias de custos no projeto original existem ainda muitas oportunidades de melhoria nos custos do veículo, que são aplicadas após projeto básico do conceito e seus parâmetros já foram determinados. No entanto, verificou-se que (competência). Isso limita as atividades de EV que poderiam ser implementadas localmente, como o no Brasil essencialmente implementa o projeto, com exceção dos sistemas de sua responsabilidade Grande parte do projeto de um veículo é gerado pela sua matriz na Alemanha, e a sua unidade

#### 1) Projeto Global

Conforme teoria apresentada sobre EV, busca-se a análise funcional para que a barreira da forma física do produto não restrinja a criatividade nas propostas de melhoria do produto. A EV centra o seu enfoque nas funções do produto, o que representa sua diferenciação de qualquer outra técnica de redução de custos. Um produto nasce da necessidade de um mercado consumi-lo e este mercado define as características básicas de uso e estima. Desta forma ficam identificadas as tarefas básicas de um produto, ou seja, as funções que o produto deve apresentar para atender as exigências do consumidor. Assim, a EV visa atacar a causa do aparecimento dos custos (PHILIPPE, 2001). Portanto, no formato que a EV é aplicada atualmente na empresa pesquisada, não possibilita que eventual solução técnica altere as características fundamentais do produto estudado.

Figura 22. Análise dos custos pela Visão Tradicional x Visão Funcional (ABEAV, 1989).



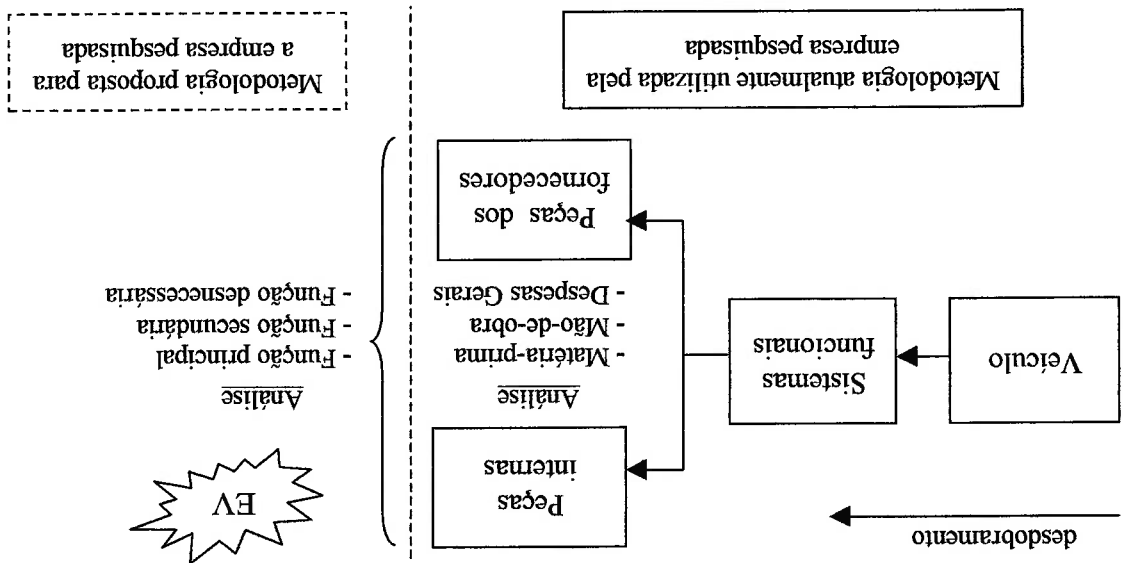
5) Aplicação da EV

A técnica de EV é conhecida pela empresa, existindo até um departamento que leva o nome, integrado à Engenharia. Ela é difundida pela empresa por meio de treinamento em um curso de curta duração (40 horas) elaborado e aplicado pelos próprios colaboradores desse departamento. Porém, apesar do curso estar elaborado com uma metodologia sistematizada para a aplicação de EV, conforme Plano de Trabalho apresentado no item 4.2.1 (Conceitos Principais da AV/EV), a EV não é aplicada de modo sistemático no processo de redução de custos para se atingir o custo-alvo. Dificilmente realizam-se estudos funcionais em produtos e peças, sendo a aplicação de EV realizado apenas sobre a forma física do produto/peça, e destes em matéria-prima, mão-de-obra e despesas gerais.

forneceores otimizando o projeto do produto e processo. Porém existem sistemas que são "caixas pretas", de projeto exclusivo do fornecedor, onde a montadora apenas lhe informa os parâmetros exigidos, como desempenho, durabilidade e dimensões. Os custos são informados à montadora sem grandes oportunidades de negociação (FLORENZANO, 1999).

No capítulo 6 (Propostas de Melhoria) elaborou-se uma metodologia sistematizada para a aplicação de EV, baseando-se no curso elaborado dentro da empresa pesquisada e na teoria apresentada por vários autores especialistas na temática em questão, buscando contornar a restrição anteriormente apresentada.

Figura 23. Escopo da metodologia proposta para a empresa pesquisada.





Se o objetivo final do custeio-alvo é atingir custos compatíveis com as metas de lucratividade da empresa, como identificar os pontos onde seria possível “negociar” uma redução de custos? Na determinação destes pontos a aplicação de EV poderia ser de grande importância já que priorizaria aqueles aspectos do produto para os quais o cliente atribuiu menor importância, ou menor “Valor”. Fica claro que custeio-alvo e EV complementam-se na medida em que esta indicaria “Onde” se poderia empreender esforços para redução de custos, do ponto de vista do cliente; por sua vez, aquela se preocuparia com o “Quanto” reduzir (TOLEDO, 2000). Além disso, identificando-se os aspectos do produto para os quais o cliente atribui maior importância, pode-se trabalhar para a melhoria da qualidade (função) destes aspectos, objetivando a melhoria da relação desempenho e custos para o valor percebido pelo cliente.

Neste capítulo, buscou-se agrupar toda a teoria apresentada neste trabalho, organizando e propondo uma metodologia de trabalho para a correta aplicação sistemática das técnicas de EV e custeio-alvo na Gestão de Custos no PDP da empresa pesquisada.

### **6.1. Metodologia Proposta**

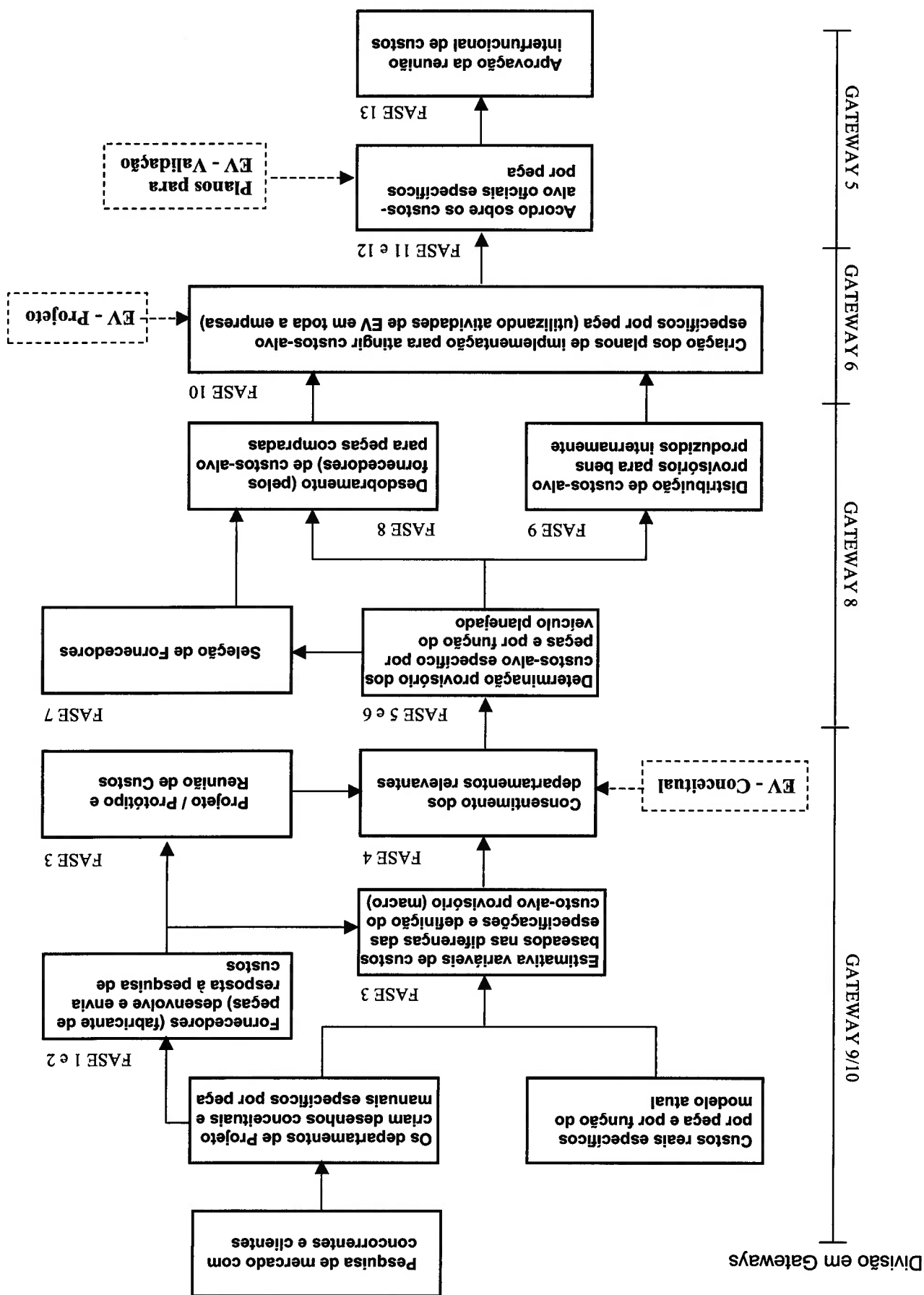
Para equilibrar o custo estimado com o custo-alvo, propôs-se uma metodologia focada nas técnicas de EV, envolvendo três passos distintos de enfoque para EV. São estes:

- 1) EV – Conceitual: enfoque na fase conceitual do produto, buscando inovações em nível funcional do produto;
- 2) EV – Projeto: enfoque na fase de projeto do produto e processo, buscando melhorias durante a fase de desenvolvimento;
- 3) EV – Validação: enfoque na fase de validação do produto e processo, e também já na fase de produção, buscando melhorias principalmente no processo produtivo.

O fluxo a seguir destaca o momento sugerido para a aplicação dessas técnicas de EV sobre o fluxo de trabalho atualmente elaborado na empresa. Além disso, buscou-se uma estruturação da sistemática de aplicação da metodologia de EV, visto que a técnica é uma ferramenta já conhecida por muitos colaboradores da empresa, porém sem um plano de trabalho elaborado, sendo utilizado inconscientemente nas fases de redução de custos. Portanto, através de uma estruturação da sistemática de aplicação de EV, objetiva-se maximizar o resultado do potencial de redução de custos e melhoria da qualidade (função) proporcionado por esta ferramenta.

Nos itens seguintes detalham-se cada uma dessas técnicas de EV propostas, assim como o modo como ela pode ser aplicada buscando a integração no PDP da empresa pesquisada.

Figura 24. Fluxograma para determinação dos custos específicos com ações de EV.



## 6.1.1. EV – Conceitual

A proposta de EV-Conceitual consiste em focar nas possíveis inovações em nível funcional do produto, ainda na fase conceitual do desenvolvimento do produto, antes do estabelecimento dos requisitos de qualidade, custo e investimento. Representa a extensão lógica da metodologia de EV de focar em melhorias nas fases iniciais do projeto.

Ao contrário das propostas convencionais de EV, que atuam para aumentar o valor do produto pela melhoria das funções existentes sem aumentar seus custos, a proposta de EV-Conceitual é de introduzir alguma forma de funcionalidade que não foi previamente identificado. Assim, propõe-se uma fase de busca de inovação como parte integrante do PDP, aumentando a oportunidade do desenvolvimento de produtos revolucionários, de acordo com a liberdade de competência técnica imposta pela organização empresarial.

Para tanto, as idéias, independente do momento de sua geração, devem ser gerenciadas para futuro aproveitamento no processo de EV-Conceitual. Foi proposto o seguinte modelo para o gerenciamento de idéias:

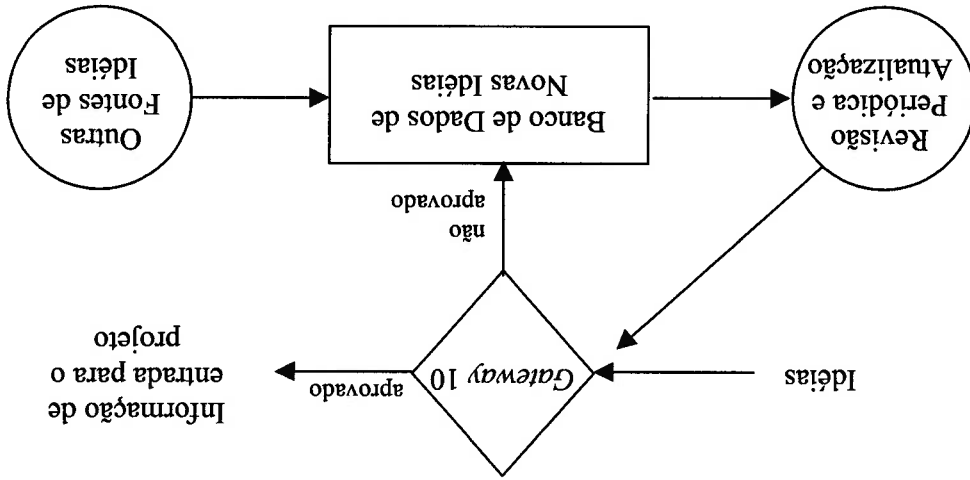


Figura 25. Modelo proposto para Gerenciamento de Idéias.

As idéias geradas devem ser analisadas em termos de sua viabilidade técnica e econômica, além da oportunidade de sua aplicação (estratégia). As fontes das idéias podem ser as seguintes:

- pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias;
- parceria com fornecedores;
- projetos junto a universidades;
- pesquisa de mercado;

Preparatória: esta fase tem por objetivo escolher o objeto, determinar objetivos, compor grupo de trabalho e planejar atividades;

Informação: esta fase tem por objetivo obter as informações gerais do produto em estudo, obter custos, desempenhos, valores etc;

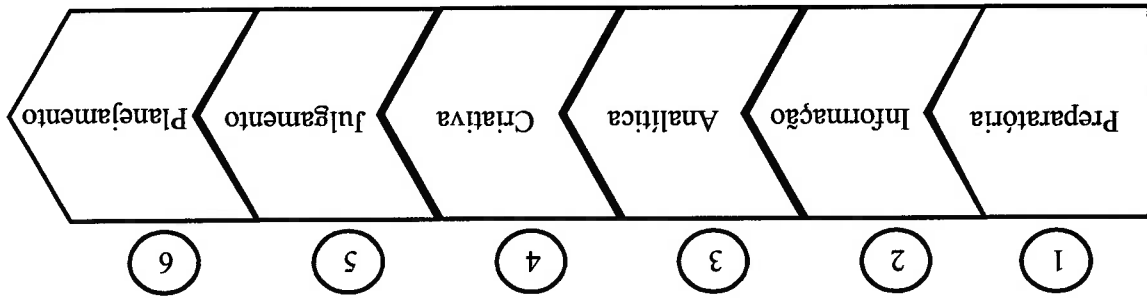
Análítica: esta fase tem por objetivo identificar as funções e seus custos, relacionar função e custo, determinar funções críticas e enunciar o problema;

Criativa: esta fase tem por objetivo obter idéias, selecioná-las e agrupá-las;

Julgamento: esta fase tem por objetivo formular e desenvolver alternativas, viabilizar técnica e economicamente e então, decidir;

Planejamento: esta fase tem por objetivo apresentar a proposta, planejar implementação e

Figura 26. Passos para o Plano de Trabalho.



INTERNATIONAL (1998), conforme o diagrama a seguir:

Para tanto, foi proposto um plano de trabalho baseado na proposta da SAVE custos.

atua para aumentar o valor do produto pela melhoria das funções existentes sem aumentar seus desenvolvimento do produto e processo. Esta é a forma mais tradicional da metodologia de EV, que

A proposta de EV-Projeto consiste em focar nas melhorias funcionais do produto, na fase de

### 6.1.2. EV – Projeto

através da aplicação da ferramenta QFD, e com o custo-alvo preliminar definido.

Estas propostas de inovações devem ser condizentes com o desejo do cliente, identificado

- avaliação da concorrência;
- banco de dados de patentes;
- publicações, feiras e congressos;
- etc.

Nos itens seguintes detalha-se cada passo do Plano de Trabalho.

### **6.1.2.1. Passo 1: Preparatória**

Tarefas de preparação envolvem seis áreas: coletar e definir necessidades/desejos do cliente, juntar informações do projeto, determinar fatores de avaliação, definir o escopo do estudo específico, construir modelos apropriados e determinar a composição do time.

A) Coletar e Definir necessidades/desejos do cliente

As necessidades/desejos do cliente são coletadas por meio de pesquisas de mercado externas e compiladas internamente. Os objetivos são:

1. Determinar a influência principal de compra;

2. Definir e taxar a importância de características do produto ou projeto;

3. Determinar e taxar a seriedade de falhas percebidas pelo cliente e reclamações do produto ou

projeto;

4. Comparar o produto ou projeto com concorrentes ou por analogia direta com produtos

semelhantes.

B) Juntar informações do projeto

Existem fontes primárias e secundárias de informação. Fontes primárias são as informações levantadas internamente na empresa. Para tanto, devem ser consultados, de acordo com a necessidade, os engenheiros, os analistas de custos, de marketing e de compras, e também os operadores de produção, que podem fornecer informações do processo produtivo. Outras fontes relevantes são de documentação que incluem desenhos, especificações de projeto, documentos de oferta e planos de projeto. Fontes secundárias são as informações levantadas fora da empresa. Devem ser consultados os fornecedores de produtos semelhantes e dos concorrentes, as informações de mercado, como clínica com clientes, e as publicações relevantes.

C) Determinar fatores de avaliação

O time deve determinar qual será o critério para avaliação das idéias e a importância relativa de cada critério para recomendações finais e decisões para mudança. Esses critérios devem ser discutidas com o cliente e com a direção da empresa para se obter um consentimento, pois pode influenciar no direcionamento das atividades do projeto.

Definição e análise da função do Valor é o coração da Metodologia do Valor. É a atividade primária que distingue a Metodologia do Valor de todas as outras técnicas de melhoria. O objetivo desta fase é

### 6.1.2.3. Passo 3: Analítica

adicional juntada durante a Fase de Informação. Finalmente, a declaração do escopo é revisada para qualquer ajuste devido a informação de projeto, patrocinador do estudo.

desempenho, e cronogramas. Estes são revisados com a administração apropriada, como o gerente O time de estudo define os objetivos mais apropriados para melhoria como valor, custos, uma experiência realmente rica em termos de novos conhecimentos.

do produto em questão, assim como eventuais fornecedores do produto em estudo, possibilitando Preparatória. Deve-se iniciar o contato com os especialistas que possuem um grande conhecimento O objetivo da Fase de Informação é completar o pacote de dados começado na Fase

### 6.1.2.2. Passo 2: Informação

veículo, conforme Figura 11 apresentada anteriormente. time de estudo pode ser definido como sendo a equipe de ES, de acordo com cada sistema do complexidade do estudo, mas deve incluir principalmente os engenheiros e analistas de custos. O os representantes necessários, tanto da área técnica como administrativa, de acordo com a produto ou projeto em estudo. Ele nomeia a composição do time de estudo que deve assegurar todos O Líder de Time deve ter, como pré-requisito, conhecimento da metodologia de EV e do F) Determinar a composição do time

apropriada para cada etapa do estudo. entendimento do estudo. Estes incluem fluxograma de atividades, com cronograma de trabalho Baseado no acordo da declaração de escopo, o time deve compilar modelos para posterior E) Construir modelos apropriados

limites são o ponto de partida e a conclusão do estudo, definindo o que não é incluído no estudo. limites do estudo baseado na interferência do produto ou projeto em estudo com outros sistemas. Os O time desenvolve a declaração de escopo para o estudo específico. Esta declaração define os D) Definir o escopo do estudo específico

executar os seguintes passos:

- A) Identificar e definir as funções do produto, de acordo com a abordagem funcional, que usa verbos ativos e substantivos mensuráveis;

- B) Classificar as funções como básico ou secundário;

- C) Construir a estrutura funcional do produto, definindo a hierarquia das funções, como por exemplo, pelo método FAST (*Function Analysis System Technique* - Técnica Sistemática de Análise Funcional). Esta técnica produz um diagrama composto pelas funções integradas de forma lógica que fornece uma visão sistêmica do produto em análise. Para determinar a interação entre funções, deve-se responder às três perguntas sobre as funções desempenhadas: Por que? Como? e Quando? (MASSARANI&MATOS, 2001);

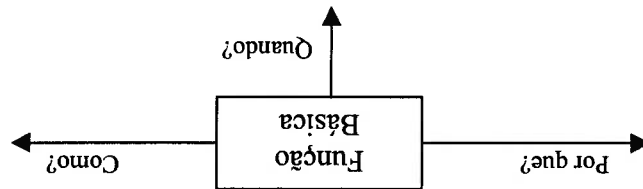


Figura 27. Perguntas para a construção do Diagrama FAST (PARK, 1999).

- D) Estimar o custo das funções do produto. Pode ser empregado a matriz de estimativa de custos (Figura 28) e, com o auxílio do Diagrama Mudge (Figura 29), pode-se determinar a importância relativa de cada função, com isso, definir o custo-alvo e meta de redução de custos por função. Através do Gráfico Comparativo (Figura 30), consegue-se identificar as possíveis melhorias, tanto em termos de redução de custo como de melhoria da importância relativa, ou seja, valor. O ideal seria um equilíbrio entre custo e valor.

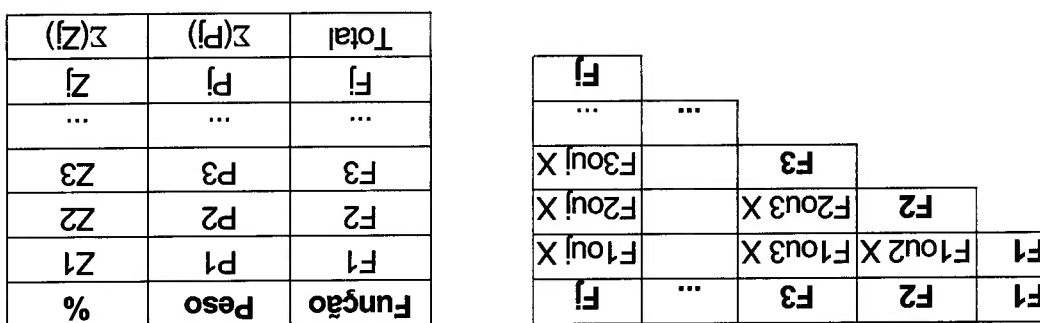
	F1	F2	...	Fj	Custo por Componente	
A1	X11	X12	Z12	...	CA1	
A2	X21	Z21	X22	Z22	CA2	
...					...	
Ai				Xij	Zij	CAi
Custo por Função	CF1	CF2	...	CFj	$\Sigma(CAi) = \Sigma(Cfi)$	
%	P1	P2	...	Pj	$\Sigma(Pi)$	

Figura 28. Matriz de Estimativa de Custos (MERCEDDES-BENZ, 1997).

onde,  
 $F_j$  – Função  $j$  do produto;  
 $X$  – Avaliação numérica entre funções, sendo:  
 0 – Igual  
 1 – Mínima Importância  
 3 – Média Importância  
 5 – Máxima Importância;  
 $P_j$  – Soma das avaliações numéricas  $X$  para cada função  $F_j$ ;  
 $Z_j$  – Porcentagem relativa do Peso da importância de cada função  $F_j$ , conforme Equação 8:

$$Z_j = P_j / \sum(P_j)$$

Figura 29. Diagrama Mudge (MERCEDDES-BENZ, 1997).



onde,  
 $F_j$  – Função  $j$  do produto;  
 $A_i$  – Componente  $i$  do produto;  
 $CA_i$  - Custo estimado do componente  $i$  do produto;  
 $CF_j$  – Custo estimado da função  $j$  do produto;  
 $X_{ij}$  – Variável que indica, percentualmente, o quanto o componente  $A_i$  influencia o desempenho da função  $F_j$  do produto;  
 $Z_{ij}$  – Custo parcial da função  $F_j$ , para um dado componente do produto, conforme Equação 6:  
 $Z_{ij} = X_{ij} \times CA_i$   
 $P_j$  – Porcentagem relativa do custo de cada função  $CF_j$ , conforme Equação 7:  
 $P_j = CF_j / \sum(CF_j)$



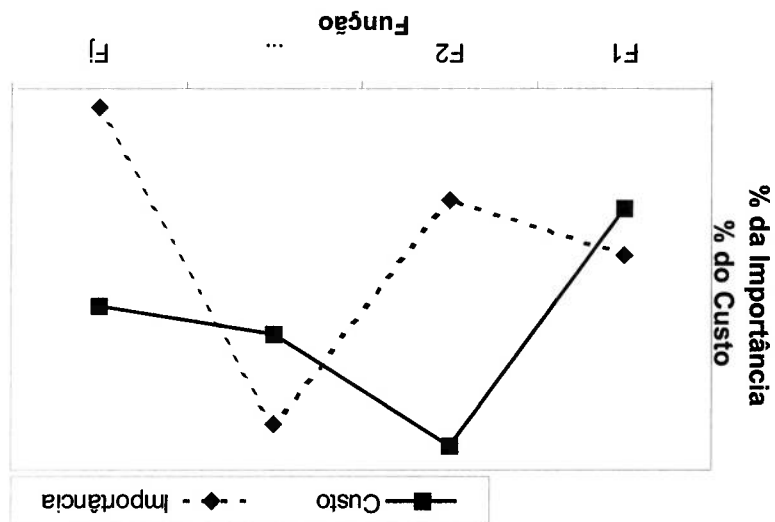
Os objetivos da Fase de Julgamento são sintetizar idéias e conceitos gerados na Fase Criativa e selecionar possíveis idéias para desenvolvimento em melhoria de valor específico. Descartam-se as idéias que não possam ser realizadas tecnicamente e/ou oneram nitidamente o produto. Desenvolve-se a idéia viável tecnicamente, listando suas vantagens e desvantagens. Finalmente, analisa-se sua viabilidade econômica através do potencial de economia e de investimento necessário.

#### 6.1.2.5. Passo 5: Julgamento

O objetivo da Fase Criativa é desenvolver uma quantidade grande de idéias para executar cada função selecionada para o estudo de melhoria e atendimento das metas de custos. O uso livre da imaginação é estimulado por sessões de criatividade (*Brainstorming*), independentemente da qualidade técnica e econômica da proposta, que será desenvolvida na próxima fase. O propósito desta fase é não conceber modos de projetar ou consertar um produto, mas desenvolver modos para executar as funções selecionadas para estudo. Através das propostas levantadas, o propósito é criar novas combinações que executarão a função desejada a custo menor e desempenho melhorado.

#### 6.1.2.4. Passo 4: Criativa

Figura 30. Gráfico comparativo Importância x Custo por Função (MERCEDDES-BENZ, 1997).



### 6.1.2.6. Passo 6: Planejamento

O objetivo da Fase de Planejamento é selecionar e preparar a apresentação da principal alternativa para melhorar o valor do produto. O pacote de dados da alternativa deve fornecer informações claras de melhoria técnica e econômica, além do planejamento da implantação da proposta, com informações de prazo e exigências de implementação, como riscos e incertezas. Deve-se mostrar claramente as diferenças entre o projeto original e a alternativa proposta.

### 6.1.3. EV – Validação

A proposta de EV-Validação consiste em focar nas melhorias funcionais do produto, na fase de validação do produto e processo. Nesta fase, os componentes das funções principais são identificados e protótipos são montados, atuando assim para aumentar o valor do produto pela melhoria das funções dos componentes já existentes fisicamente, e não de criar novos componentes. Conseqüentemente, o potencial de modificações são menores do que nas propostas de EV-Conceitual e EV-Projeto.

O fluxo de trabalho deve seguir um ciclo de cinco etapas conforme Figura 31: abordagem funcional / custo-alvo - projetos iniciais - peças de protótipo - estimativa de qualidade e custos - estudos de EV, que é repetido até que os alvos de qualidade e de custos tenham sido atingidos.

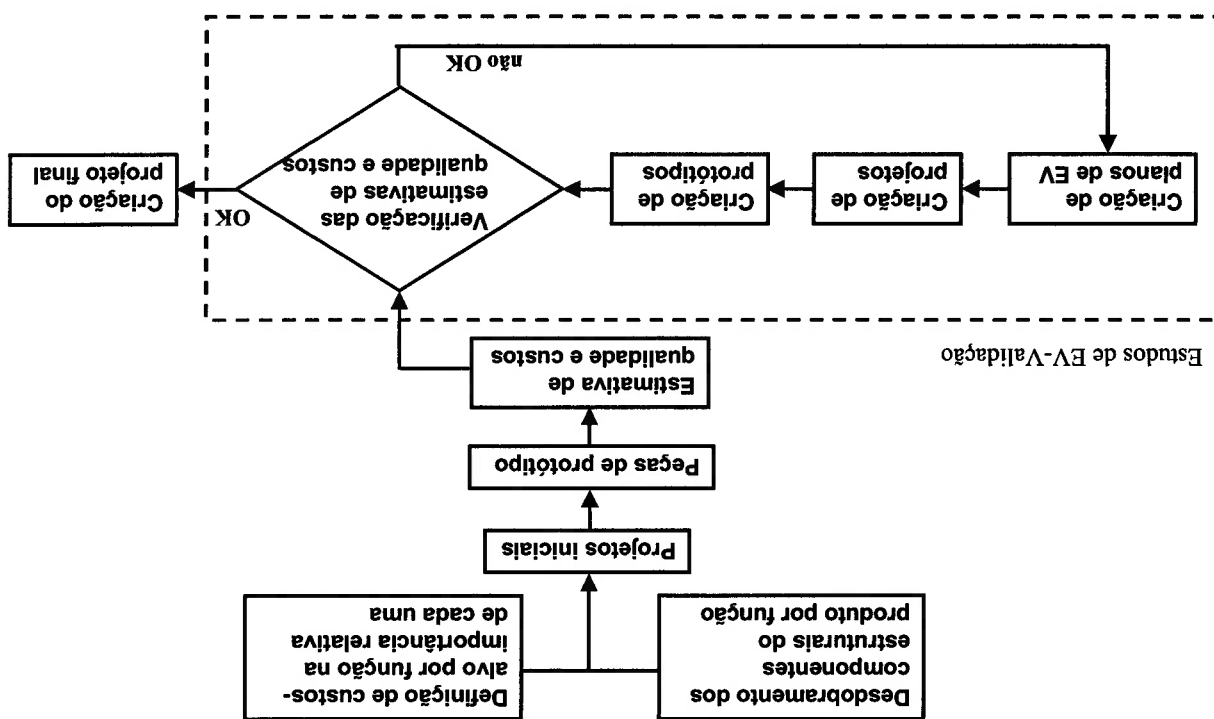
Em geral, os esforços de EV-Validação visando atingir os custos-alvo são canalizados em duas direções: reduzir os custos de materiais e os de processamento. Os métodos utilizados para reduzir os custos diretos de materiais incluem: reduzir o número de peças, projetar peças menores e mais leves, utilizar peças mais baratas, projetar peças que não necessitem de métodos de fabricação de alta precisão ou muito caros. Os métodos utilizados para reduzir os custos de processamento podem ser: elevar as tolerâncias, reduzir os investimentos em planta, aumentar a produtividade, implementar o projeto do processo com uma visão rumo à minimização de custos.

Outro enfoque que pode ser dado nesta fase de EV, consiste nos planos de implantação de nacionalização de peças, para aumento gradual do índice de nacionalização após o lançamento do produto ao mercado. Eventualmente estas nacionalizações consistem nos planejamentos surgidos após a definição do desenvolvimento de fornecedores, este definido durante a fase de desenvolvimento do produto e processo. Este processo deve ser incluído no planejamento do custo-alvo estratégico, conforme descrito no item 5.5. (*Gateway 5*).

6.2. Fluxo da Metodologia Proposta

A seguir identifica-se o resumo do fluxo de atividades da metodologia proposta, segmentado em função das fases do PDP, destacando também os departamentos responsáveis por cada atividade. A aplicação das técnicas de EV depende em que fase do PDP serão buscadas as melhorias no produto/projeto. Resultados maiores são obtidas nas fases iniciais do PDP.

Figura 31. Fluxograma de Trabalho para EV-Validação (IBUSUKI&KAMINSKI, 2002b).

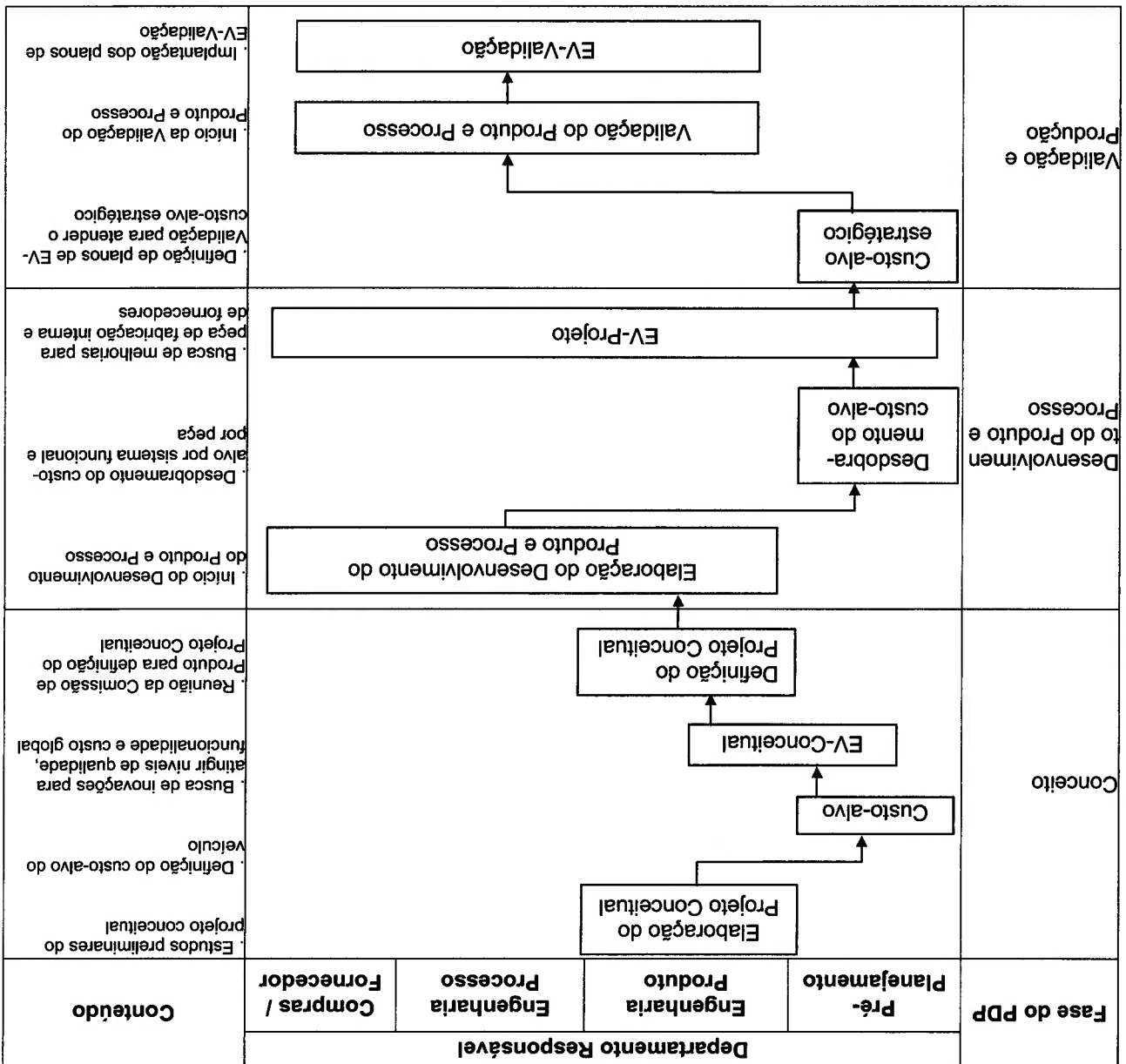


- Tabelas de custos  
Aqui está incluído o esboço dos critérios-padrão de estimativa de custo para cada tipo de

Os estudos de EV são potencializados em conjunto com a aplicação de outras técnicas e ferramentas. Estas além de darem suporte, são também fontes de informação para os estudos de EV. A seguir, seguem breves resumos destas técnicas e ferramentas:

### 6.3. Técnicas para Auxiliar os Estudos de Engenharia de Valor

Figura 32. Resumo do fluxo de atividades da metodologia proposta.



- Minimização da variedade de peças

peças utilizadas, modo de funcionamento, modo de fabricação, modo e nível de acabamento etc. desmontando produtos de concorrentes diretos para análise em termos de material empregado, (*Tear down*), sendo um método comparativo através da observação de partes desmontadas, A principal técnica para comparativo de produtos com a concorrência é a engenharia reversa

- *Benchmarking* (comparativo com a concorrência)

De acordo com o foco de atuação da empresa, as peças podem ser adquiridas de fornecedores com custos bem abaixo do que caso fosse industrializado internamente. Parcerias para desenvolvimento em conjunto com fornecedores são grandes potenciais para elaboração de projetos otimizados, além de permitir uma integração na aplicação da EV em peças compradas.

- Estudos de industrializar ou terceirizar (*make or buy*)

Esse sistema monitora constantemente as tendências de preço para peças adquiridas, de forma a não perder quaisquer oportunidades de negociar preços menores para estas peças, incluindo a oportunidade para a prática de compras *Global Sourcing*.

- Sistema para gerenciamento de preços de peças compradas

Manuais de projeto de produto são feitos para ajudar a implementar projetos de custo-mínimo. Tomando a perspectiva DFMA, os documentos produzem manuais que apresentam todos os pontos de precaução relacionados com o projeto, relativos ao processamento de peças, soldagem e processos de montagem.

- Manuais de projeto de produto

c) Permite vários tipos de simulação.

b) Maior velocidade e eficiência no trabalho de revisão da tabela de custos;

a) Maior velocidade e eficiência no trabalho de estimativa de custo;

processos de manufatura oferece as seguintes vantagens:

O uso de um sistema computacional para auxiliar na criação de tabelas de custo para vários

- Tabelas de custos informatizadas

processo de manufatura (tais como usinagem, prensagem e processos de montagem). Tais critérios podem ser então usados para prever a eficácia das atividades de EV, para gerenciar preços e bens adquiridos e para esboçar propostas de preços de vendas.

Técnicas como modularização e padronização de partes são utilizadas para minimizar a variedade de peças, permitindo o aumento do volume de peças semelhantes para negociação em compras, e menor esforço no gerenciamento do sistema logístico. Inclui também os estudos de comunicação de peças do produto atual para o produto em projeto, para que as eficiências determinadas no produto em série sejam utilizadas.

#### - Treinamento para o Custeio-alvo e EV

Como o custeio-alvo requer esforços cooperativos entre o pessoal de várias divisões e departamentos relacionados entre si, alguns funcionários precisarão adquirir conhecimento e qualificações especiais no uso da EV e de técnicas e ferramentas de auxílio à EV.

## 7. ESTUDO DE CASO ELABORADO

Neste capítulo, aplica-se a metodologia proposta de trabalho em um estudo de caso prático. O estudo de caso foi desenvolvido sobre uma ideia gerada por um funcionário do Departamento de Pré-Planejamento e EAV, de aplicar novos conceitos de tecnologia nos sistemas já consagrados do produto/veículo, objetivando a quebra de paradigmas, que pode gerar grandes inovações. Tomou-se como base a metodologia proposta no capítulo 6, para a aplicação sistemática da EV, seguindo a segmentação proposta (EV-Conceitual, EV-Projeto e EV-Validação), de acordo com a maturidade do projeto, e os passos do Plano de Trabalho propostos na fase de EV-Projeto.

### 7.1. EV – Conceitual

Através da proposta de EV-Conceitual de introduzir alguma forma de funcionalidade que não foi previamente identificado, buscou-se desenvolver novos conceitos para a função “dar partida” em motores Diesel da empresa pesquisada. Foi realizado uma pesquisa de mercado, através da *internet* e de contato com fornecedores, em busca de alternativas de concepção no mercado para o produto em análise. Verificou-se a disponibilidade de motores de partida com acionamento hidráulico, por mola, pneumático, além do elétrico, sistema atualmente utilizado. A análise será direcionada sobre o motor de partida com acionamento pneumático devido à disponibilidade do sistema pneumático nos veículos transportadores de carga. Com isso busca-se as seguintes vantagens, apontada pelo fornecedor contatado e por especialistas da empresa pesquisada:

- Vida útil mais longa: não existe problema de super aquecimento e queima como ocorre com os motores elétricos;
- Baixo custo de manutenção: a vida útil mais longa reduz o custo e o tempo com manutenção associados a sua troca e reparo;
- Mais força e menos peso: possuem maior potência com menor peso;
- Operação segura: a operação a frio dos motores pneumáticos elimina o perigo associado aos sistemas elétricos como faíscas, choques e aquecimento;
- Potencial de redução de custo: a nível de sistema verifica-se um potencial de redução de custo, principalmente devido à possibilidade de aproveitamento do tanque de ar comprimido já existente (para acionamento dos freios), e redução do tamanho da bateria.

Dentro desta segmentação por produtos, existe uma sub-segmentação voltado para aplicações

- para ônibus: microônibus, urbano e rodoviário.
- para caminhões: leves, médios, semi-pesados, pesados e extra-pesados,

que consiste:

frotistas, até os motoristas independentes. Existe na empresa uma divisão por segmento de produto  
O mercado para caminhões e ônibus consiste basicamente de grandes, médios e pequenos  
A) Coletar e Definir necessidades/desejos do cliente

## 7.2.1. Passo 1: Preparatória

Nesta fase de aplicação de EV, seguiu-se os 6 passos sugeridos na metodologia proposta.

## 7.2. EV – Projeto

Foi definido que o foco do trabalho será sobre o motor de partida de motores Diesel médio (6 litros), devido ao maior volume de produção deste tipo de motor Diesel, o que proporcionaria uma maior viabilidade econômica ao projeto. Como este componente consiste de um produto adquirido de fornecedor, o preço-alvo do produto para o fornecedor foi definido, a princípio, como sendo o custo de aquisição para a empresa do motor de partida elétrico atualmente utilizado para “dar partida” nos motores Diesel médio. Isto porque o custo calculado atual do sistema de partida, esta dentro do custo-alvo desdobrado do veículo, tendo sido determinado através da formação de preço-alvo orientado ao cliente e concorrentes. Portanto, o custo-alvo consiste no preço-alvo menos o margem de lucro do fornecedor. Posteriormente, na fase de EV-Projeto, detalharemos o estudo do custo-alvo para o produto em análise.

- Aumento do custo e do peso: com possível necessidade de adaptar um novo tanque de ar comprimido, e desenvolver um motor de partida específico para a família de motores Diesel da empresa;
- Partida comprometida: falta de pressão devido a possíveis vazamentos (frequentes) em sistemas de ar comprimido;
- Aumento do custo de manutenção: devido aos vazamentos do sistema de ar comprimido se tornarem inaceitáveis.

As possíveis vantagens do produto em estudo com relação ao atual:



O método para avaliação das necessidades/desejos do cliente foi definido pelo time como sendo a aplicação da ferramenta QFD. Para tanto, foram realizadas pesquisas de mercado com clientes junto ao produto e seus concorrentes. Na primeira foram identificadas as expectativas do

C) Determinar fatores de avaliação

motor de partida pneumático do fornecedor contatado, a ser desenvolvido neste estudo de caso. No Anexo 1, segue desenho do motor de partida elétrico utilizado atualmente, e desenho do

como comparativo com concorrentes, resultados de testes em clientes e cotações de preço. mercado externo, como catálogos, desenhos e o produto físico, além de informações comerciais fornecedor de motor pneumático que trouxe informações técnicas do produto comercializado no Como fontes secundárias, foram consultados os clientes através da pesquisa de mercado, o engenheiros elétricos, mecânicos e analistas de custos, e documentação técnica de motores elétricos. Como fontes primárias de informação, foram consultados especialistas da empresa como

B) Juntar informações do projeto

oferecer uma partida imediata e suave do motor Diesel com segurança. necessidades gerais, o produto em estudo (motor de partida) deverá ter um baixo custo e peso, e desempenho, baixo consumo e baixo preço de aquisição e manutenção. Buscando atender a essas basicamente em ter um veículo confiável, confortável, seguro, com boa capacidade de carga, bom Para o produto como um todo (caminhão e ônibus), a necessidade do cliente consiste segmentos de mercado.

custos gerais de seus produtos e também vantagem competitiva com diferenciação em determinados Com isso, fica claro a estratégia da empresa em buscar vantagem competitiva com redução nos redução de peso e melhoria de desempenho.

do desenvolvimento de produtos aperfeiçoados para o seu mercado atual, como por exemplo, a 3) Desenvolvimento do produto: consiste na tentativa da empresa aumentar as vendas por meio de produto com diferencial que atraiam esses segmentos;

introduzindo os seus produtos atuais em outros segmentos de mercado desenvolvendo versões 2) Desenvolvimento de mercado: consiste na tentativa da empresa aumentar as vendas atrair os consumidores da concorrência;

produtos em seu mercado atual por meio de um esforço para reduzir os custos de seus produtos, 1) Penetração de mercado: consiste na tentativa da empresa aumentar as vendas de seus Portanto com este desenvolvimento de produto objetiva-se:

valores, cargas inflamáveis etc. específicas, como por exemplo, betoneiras, canavieiros, coleta de lixo, exercício, transporte de

O grupo foi liderado pelo autor da pesquisa (na época funcionário Trainee do departamento de como suporte as pessoas de outros departamentos como Engenharia, Marketing e Produção.

Um grupo de trabalho foi formado dentro do Departamento, composto por dois analistas de custos (especialista elétrico e mecânico) do departamento de EAV da empresa pesquisada, estando

F) Determinar a composição do time

Foi elaborado um cronograma de desenvolvimento do estudo em função dos passos da metodologia proposta, com seu fluxo de atividades e programação, conforme Anexo 2.

E) Construir modelos apropriados

<b>Acionamento</b>	<b>Elétrico</b>	<b>Pneumático</b>
<b>Componentes do Sistema de Partida</b>	Bateria, Cabos Elétricos e Motor de Partida Elétrico	Tanque de Ar Comprimido, Válvulas, Tubos e Motor de Partida Pneumático
<b>Componentes do Motor de Partida</b>	Relé Eletro Magnético, Alavanca de Acionamento, Engrenagem, Eixo, Motor Elétrico, Tampa e Carcaça	Tubo de Acionamento, Engrenagem, Eixos, Palheta, Embolo, Tampa e Carcaça

Tabela 3. Comparativo acionamento elétrico x pneumático.

para uma melhor compreensão do escopo do estudo sobre o produto. Abaixo segue um comparativo dos dois conceitos de motor de partida elétrico x pneumático, deverão ser realizados a nível de sistema de partida devido a mudanças no sistema de acionamento.

Foi definido que o escopo do estudo será sobre o motor de partida, porém estudos adicionais D) Definir o escopo do estudo específico

- Pontuação para Correlação;
- Pontuação para *Benchmarking*;
- Importância da relação Expectativa do Cliente x Especificação de Desempenho.

conforme Anexo 3 do QFD:

Os critérios da importância relativa foram definidos pelo time de estudo da seguinte forma, empresa num nível mais técnico (*Benchmarking* Técnico).

Comercial) nos níveis das expectativas. Foi realizado ainda um comparativo pelos especialistas da cliente e, na segunda, o posicionamento do produto em relação aos concorrentes (*Benchmarking*

EAV) com a responsabilidade de conduzir o estudo, contatando os especialistas e fornecedores, e promovendo os estudos específicos, conforme o planejamento do Cronograma de Trabalho.

## 7.2.2. Passo 2: Informação

Nesta fase do estudo, foram elaborados os estudos de QFD, conforme os critérios definidos anteriormente no Passo 1 (Determinar fatores de avaliação), além dos estudos de *Benchmarking* Técnico e Comercial, em conjunto com o QFD, e os estudos de custos.

Através da Matriz QFD (Anexo 3) foi possível identificar a especificação de desempenho de maior impacto para com a expectativa do cliente, através da ponderação em função de seus relacionamentos. Foi a sua forma de acionamento, no estudo, o pneumático. Com essa prioridade identificada, focaremos o desenvolvimento do produto nesse ponto a fim de obter uma maior maximização da satisfação dos clientes.

O processo de *Benchmarking* foi anexado à matriz QFD, como usual, pois estas duas ferramentas em conjunto, conseguem identificar as prioridades a serem focadas para maximizar as expectativas do cliente.

O objetivo de desenvolver dois tipos de comparativo de *Benchmarking* foi o seguinte:

### 1) *Benchmarking* Comercial

Desenvolvido através de pesquisa de mercado junto a clientes, identificando o posicionamento de mercado de nosso produto para cada expectativa do cliente, a fim de identificar o que pode ser melhorado (nível de segurança e de manutenção):

### 2) *Benchmarking* Técnico

Comparativo técnico entre o nosso produto e os concorrentes, a fim de conhecer melhor as características técnicas dos produtos em características que podem ser medidas objetivamente, podendo verificar que variáveis do produto podem ser melhor trabalhadas (maior torque e potência para partida imediata), ou quais as variáveis em que o nosso produto oferece melhor desempenho (menor tamanho e peso).

Portanto através destes comparativos foi possível verificar o potencial de melhoria nos pontos críticos da aplicação do produto atual.

Foi comparado também o custo final do produto em estudo (referência: IR para motores Diesel 0~8 L), com o produto atual, definindo como sendo este último o preço-alvo do fornecedor. A margem de lucro foi admitido como sendo um fator médio de *Mark-up* utilizado como parâmetro na empresa pesquisada ( $35\%$  de *Mark-up* =  $7\%$  de Despesas Adm./Com.,  $10\%$  de Lucro e  $18\%$  de ICMS) para procedimento de cálculo de preços objetivos, preço estimativo de referência de itens adquirido de fornecedores. Assim considerou-se os custos fixos como não controláveis, mantendo-

A) Identificar e definir as funções do produto, de acordo com a abordagem funcional, que usa verbos ativos e substantivos mensuráveis

Foram identificadas as funções principais do produto em análise através da elaboração de sua árvore funcional, conforme Anexo 4. Inicialmente o produto foi decomposto em 5 sistemas: Sistema de Acionamento, Sistema de Rotação, Sistema de Alimentação, Sistema de Fixação e Sistema de Lubrificação. Para cada sistema foram identificadas as funções principais de acordo com os itens/peças que os compõem. O estudo funcional foi simplificado, ou seja, somente foi

Nesta fase foram executados os seguintes passos:

### 7.2.3. Passo 3: Analítica

Como resultado do comparativo de custos, tivemos uma diferença considerável entre os custos do sistema atual e proposto, devido a este ser 100% importado, sendo grande parte do custo penalizado por custos logísticos, além de custos não mensuráveis como *royalties*, devido ao produto em estudo ser de desenvolvimento exclusivo do fornecedor. Para tanto, direcionou-se o estudo com foco em nacionalização dos componentes para que se possa reduzir os custos e estudar a sua viabilidade econômica. E neste ponto que entra em ação a EV, onde o produto será decomposto em necessidades funcionais e, por meio de uma análise da importância (valor), será decidido onde se deve alterar o projeto do produto em questão.

Elétrico (atual)	Pneumático – importado (proposto)	Diferença
R\$ 283,15	R\$ 1.500,00	R\$ 1.216,85
Preço-alvo		
R\$ 99,10	R\$ 525,00	R\$ 425,90
Mark-up (35%)		
R\$ 184,05	R\$ 975,00	R\$ 790,95
Custo-alvo		

Tabela 4. Custo-alvo x Custo estimado do motor de partida.

$$\text{Custo-alvo} = \text{preço-alvo} - (\text{preço-alvo} \times \text{Mark-up})$$

se apenas os custos industriais como custos-alvo, conforme Equação 9 apresentado:

O cálculo de custos foi realizado utilizando o procedimento para cálculo de preços objetivos. análise de custos no Anexo 7, desdobrando assim o custo do sistema a nível de peças. técnicas da EV de analisar o produto peça a peça (Engenharia Reversa), conforme planilha de custos para todos os componentes do produto motor de partida pneumático, através de umas das Para eliminar a diferença de custos entre o sistema atual e proposto, foram realizados cálculos D) Estimar o custo das funções do produto

## Anexo 5.

visão sistêmica do produto em análise, além de facilitar a visão do escopo do estudo, conforme Foi elaborado o diagrama FAST para determinar a interação das funções, fornecendo uma C) Construir a estrutura funcional do produto

Peça	Designação	Função			Classificação
		Verbo	Substantivo	Básica	
Sistema Aionamento	Posicionar	Engrenagem	x		
pistão aionamento	Converter	Energia		x	
eixo aionamento	Acionar	Engrenagem		x	
Sistema Rotação	Rotacionar	Volante		x	
turbina	Converter	Energia		x	
eixo rotação	Rotacionar	Engrenagem		x	
engrenagem	Gerar	Torque		x	
Sistema Alimentação	Conduzir	Pressão		x	
tanque ar comprimido	Prover	Ar Comprimido		x	
vedação	Vedar	Sistema		x	
válvulas	Controlar	Vazão		x	
silencioso	Controlar	Saida Ar		x	
tubos	Direcionar	Vazão		x	
Sistema Fixação	Fixar	Motor Partida		x	
flange + carga diant.	Prover	Fixação		x	
carga central	Concectar	Tubos		x	
carcaça traseira	Proteger	Motor Partida		x	
parafusos fixação	Prover	Fixação		x	
Sistema Lubrificação	Possibilitar	Movimento		x	
lubrificantes	Lubrificar	Conjunto		x	

Tabela 5. Desdobramento Funcional e Classificação.

relacionado as funções de maior relevância afim de simplificar o estudo. B) Classificar as funções como básico ou secundário

As funções identificadas foram classificadas em básicas, para aquelas que são essenciais à função principal do produto (“dar partida”), e secundárias, para aquelas que atuam como suporte das funções básicas.

Para o cálculo de custos por função, foram selecionadas as funções que estão relacionados com a linha de escopo do motor de partida (conforme FAST – Anexo 5). Com base nos custos estimados por peça, alocou-se para cada função o custo do componente de acordo com a participação efetiva para desempenhar a função. Para componentes que desempenham uma única função, é alocado integralmente o custo do componente na função. Aos componentes que desempenham mais de uma função, subdivide-se o custo do componente em partes, procurando-se dimensionar cada parte com ponderação, de acordo com o conhecido objetivo.

<b>Palheta</b>	R\$ 14,00
<b>Embolo</b>	R\$ 10,20
<b>Eixo Acionamento</b>	R\$ 8,50
<b>Tubo Acionamento</b>	R\$ 27,20
<b>Eixo Rotação</b>	R\$ 18,66
<b>Engrenagem</b>	R\$ 7,00
<b>Flange + Carcaça Dianteira</b>	R\$ 23,82
<b>Carcaça Central</b>	R\$ 19,36
<b>Carcaça Traseira</b>	R\$ 8,96
<b>Montagem conjunto (inclui rolamentos, anéis, molas e parafusos)</b>	R\$ 51,10
<b>TOTAL – nacionalizado</b>	<b>R\$ 188,80</b>
<b>Custos não mensuráveis (de importação e outros)</b>	R\$ 786,20
<b>TOTAL – importado</b>	<b>R\$ 975,00</b>

Tabela 6. Desdobramento do custo estimado por componente.

Chegou-se assim no seguinte custo final de industrialização:

Estes cálculos são preços calculados estimados para serem tomados como base de referência de preços de itens adquiridos de fornecedores, fornecendo parâmetros para o planejamento antecipado de estimativa de custos de projetos, além de ser base para o custo-alvo e meta de redução de preço para fornecedores. Para o cálculo do preço objetivo do motor de partida pneumático foi considerado o fornecimento como sendo nacionalizado. Posteriormente deve-se realizar a adequação destes custos com o custo-alvo, custo próximo do sistema atual, também pela técnica de EV.

Com os custos estimados por função determinado, deve-se determinar o custo-alvo por função, a partir do custo-alvo do conjunto. Para tanto, determina-se a importância relativa de cada função, através de uma avaliação numérica, comparando-se uma função separadamente com cada uma das outras funções, com o auxílio do Diagrama Mudge (Figura 25). Essa comparação tem a finalidade de determinar como cada função relaciona-se com o conjunto completo, de forma que se possa determinar qual delas é de maior importância. De acordo com a importância relativa de cada função, calcula-se o custo-alvo por função, tomando como base o custo total estimado.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	L	M	
<i>Rotacionar Volante</i>													
<i>Gerar Torque</i>	2,33	2,33	2,33	7,01									14,00
<i>Rotacionar Engr.</i>	1,70	1,70	1,70	5,10									10,20
<i>Converter Energia</i>	3,50	3,50											7,00
<i>Eixo Rotação</i>	4,66	4,66	9,34										18,66
<i>Eixo Acionamento</i>				4,25	4,25								8,50
<i>Tubo Acionamento</i>			13,60	6,80	6,80								27,20
<i>Flange+Carcaça Diam</i>													23,82
<i>Carcaça Central</i>									9,68	9,68			19,36
<i>Carcaça Traseira</i>								4,48	4,48				8,96
<i>Parafusos</i>												10,80	10,80
<i>Anéis</i>								2,50					2,50
<i>Molas</i>					7,00								7,00
<i>Rolamentos</i>					7,20	3,60							10,80
<i>Montagem</i>								5,00	5,00				20,00
<b>Custo por Função</b>	12,19	12,19	13,37	25,71	11,05	11,05	19,20	8,60	7,50	14,16	26,07	27,71	<b>RS188,80</b>
<b>%</b>	6,5	6,5	7,1	13,6	5,8	5,8	10,2	4,5	4,0	7,5	13,8	14,7	<b>100%</b>

Tabela 7. Desdobramento do custo estimado por função.

Custo do Item

Fixar Motor Partida

Proteger Motor Partida

Conectar Tubos

Vedar Sistema

Lubrificar Conjunto

Possibilitar Movimento

Acionar Engr.

Posicionar Engr.

Converter Energia

Rotacionar Engr.

Gerar Torque

Rotacionar Volante





Esta fase é considerada vital para o sucesso do plano, pois é na criação de novas e diferentes alternativas para desempenhar a função que se fundamenta a EV. Portanto, deve-se gerar

#### 7.2.4. Passo 4: Criativa

Após análise do gráfico custo x importância de cada função e da tabela comparativa de custo estimado x custo-alvo, verificou-se que as funções, com seus custos acima do desejo do cliente, estão relacionados com as funções: Acionar Engrenagem, Lubrificar Conjunto, Vedar Sistema, Conectar Tubos, Proteger Motor Partida e Fixar Motor de Partida. Deve-se elaborar propostas de redução de custos para adequar os custos destas funções aos custos-alvo. Verificou-se que mesmo a meta de redução de custos em termo de conjunto motor de partida ser pequena (2,5%), com este estudo foi possível identificar o real potencial de redução de custos existente (39,3%).

Função	Custo estimado por Função	Custo-alvo por Função	Diferença	Meta de Redução	Meta de Redução (%)
Rotacionar Volante	R\$12,19	R\$40,40	-R\$28,21	-	-
Gerar Torque	R\$12,19	R\$26,93	-R\$14,74	-	-
Rotacionar Engrenagem	R\$13,37	R\$26,93	-R\$13,56	-	-
Converter Energia	R\$25,71	R\$28,44	-R\$2,73	-	-
Posicionar Engrenagem	R\$11,05	R\$19,45	-R\$8,40	-	-
Acionar Engrenagem	R\$11,05	R\$10,47	R\$0,58	R\$0,58	5,2%
Possibilitar Movimento	R\$19,20	R\$20,94	-R\$1,74	-	-
Lubrificar Conjunto	R\$8,60	R\$3,00	R\$5,60	R\$5,60	65,1%
Vedar Sistema	R\$7,50	R\$1,49	R\$6,01	R\$6,01	80,1%
Conectar Tubos	R\$14,16	0	R\$14,16	R\$14,16	100%
Proteger Motor Partida	R\$26,07	R\$1,49	R\$24,58	R\$24,58	94,3%
Fixar Motor Partida	R\$27,71	R\$4,51	R\$23,20	R\$23,20	83,7%
<b>Total</b>	<b>R\$188,80</b>	<b>R\$184,05</b>	<b>R\$4,75</b>	<b>R\$74,13</b>	<b>39,3%</b>

Tabela 9. Determinação da meta de redução de custos por função.

Com os custos estimados por função calculados e os custos-alvo por função definidos, calcula-se a meta de redução de custos por função. Através do Gráfico Comparativo pode-se ter uma visão geral da relação custo x importância (Anexo 6), conseguindo identificar também as possíveis melhorias, tanto em termos de redução de custo como de melhoria da importância relativa, ou seja, valor. O ideal seria um equilíbrio entre custo e valor.

apresentadas:

Após a fase criativa, passa-se para a fase de análise e julgamento, procedendo-se às críticas das ideias, combinando e selecionando as viáveis. Segue a seguir o julgamento das propostas

### 7.2.5. Passo 5: Julgamento

As propostas foram elaboradas tanto em termos de buscar alternativas funcionais, como também focando melhorias de material e processo de fabricação. Na fase seguinte as propostas devem ser selecionadas de acordo com o potencial técnico e econômico, e um estudo mais detalhado deverá ser desenvolvido.

Função	Proposta
Conectar Tubulação	1) Colar tubo no motor de partida
	2) Soldar tubo no motor de partida
	3) Fixar tubo com Presilha no motor de partida
Proteger Motor Partida	4) Utilizar material em polímero
	5) Utilizar material em chapa
	6) Utilizar somente material Fofo
	7) Reduzir espessura do material fundido
Fixar Motor Partida	8) Fixar no bloco do motor
	9) Reduzir quantidade dos parafusos

Tabela 10. Propostas de redução de custos por função.

alternativas que possam desempenhar a função a custos menores, porém, mantendo a qualidade requerida. Para uma tentativa de adequação do custo estimado ao custo-alvo, reuniu-se o time de trabalho para elaboração de propostas de redução de custos. Realizaram-se várias propostas através de sessões de *brainstorming*, onde propostas, independentemente de sua viabilidade técnica e econômica, foram listadas para posterior análise. As propostas foram focadas sobre as funções “Conectar Tubos”, “Proteger Motor Partida” e “Fixar Motor de Partida”, que são as funções de maior potencial de redução de custos. Seguem as propostas abaixo:

custos:

As propostas foram calculadas em termos de custos, e chegou-se à seguinte diferença de

As propostas selecionadas pelos especialistas como tendo os maiores potenciais técnico e econômico foram as propostas 3, 5 e 9. Uma combinação destas três propostas foi elaborada, alterando o material da carcaça do motor de partida em chapa estampada, com conexão por presilha junto a carcaça através de um tubo de borracha intermediário, conforme esboço do Anexo 9 e cálculo de custos estimado no Anexo 8. Com isso, reduziu-se o peso do motor de partida, possibilitando reduzir o número de parafusos. No entanto, um estudo mais detalhado deverá ser desenvolvido, principalmente a nível de resistência ao impacto, podendo exigir uma espessura de chapa muito espessa, inviabilizando a sua conformação pelos métodos convencionais.

Função	Proposta	Julgamento
Conectar Tubulação	1) Colar tubo no m.p.	Dificuldade para desmontagem e manutenção.
	2) Soldar tubo no m.p.	Dificuldade para desmontagem e manutenção.
	3) Fixar tubo com Presilha no m.p.	Risco de fixação deficiente. Tubo em borracha intermediário poderá minimizar este risco.
Proteger Motor Partida	4) Utilizar material em polímero	Risco de não resistir a altas temperaturas.
	5) Utilizar material em chapa	Adequar a espessura de acordo com a necessidade de resistência ao impacto. Observar o processo de conformação.
	6) Utilizar somente material Fofo	Peso elevado. Custos menores. Analisar custo x benefício.
	7) Reduzir espessura do material fundido	Adequar a espessura de acordo com a necessidade de resistência ao impacto.
Fixar Motor Partida	8) Fixar no bloco do motor	Deve-se alterar o bloco do motor. Alto investimento.
	9) Reduzir quantidade dos parafusos	Com redução do peso é viável.

Tabela 11. Análise das propostas de redução de custos por função.

maiores modificações técnicas para adaptação do sistema de partida pneumático em substituição ao Conforme contato com o fabricante do produto utilizado como referência, não é necessário

Em termos de viabilidade técnica:

também o prazo de retorno dos investimentos (*payback*). Assim, o projeto foi analisado como todo a nível de viabilidade técnica, ou seja, se a característica desejada do produto é viável de ser projetado/manufaturado, e a nível econômico, ou seja, se o custo do produto projetado esta dentro do que o cliente esta disposto a pagar, ainda

	Elétrico (atual)	Pneumático – nacionalizado (proposto)	Diferença
Custo-alvo	R\$ 184,05	R\$ 164,57	- R\$ 19,48
Mark-up (35%)	R\$ 99,10	R\$ 88,61	- R\$ 10,49
Preço-alvo	R\$ 283,15	R\$ 253,18	- R\$ 29,97

Tabela 13. Determinação do potencial de redução em termos de preço.

propostas de EV, teremos:

Transformando em preço (orientado para custos) o custo estimado do motor de partida com

Função	Custo estimado por Função	Custo-alvo por Função	Diferença	Meta de Redução	Meta de Redução (%)
Rotacionar Volante	R\$12,19	R\$40,40	-R\$28,21	-	-
Gerar Torque	R\$12,19	R\$26,93	-R\$14,74	-	-
Rotacionar Engrenagem	R\$13,37	R\$26,93	-R\$13,56	-	-
Converter Energia	R\$25,71	R\$28,44	-R\$2,73	-	-
Posicionar Engrenagem	R\$11,05	R\$19,45	-R\$8,40	-	-
Accionar Engrenagem	R\$11,05	R\$10,47	R\$0,58	R\$0,58	5,2%
Possibilitar Movimento	R\$19,20	R\$20,94	-R\$1,74	-	-
Lubrificar Conjunto	R\$8,60	R\$3,00	R\$5,60	R\$5,60	65,1%
Vedar Sistema	R\$7,50	R\$1,49	R\$6,01	R\$6,01	80,1%
Conectar Tubos	R\$5,00	0	R\$5,00	R\$5,00	100%
Proteger Motor Partida	R\$15,00	R\$1,49	R\$13,51	R\$13,51	90%
Fixar Motor Partida	R\$23,71	R\$4,51	R\$19,20	R\$19,20	81%
<b>Total</b>	<b>R\$164,57</b>	<b>R\$184,05</b>	<b>-R\$19,48</b>	<b>R\$49,90</b>	<b>30%</b>

Tabela 12. Determinação da meta de redução de custos por função com as propostas.

Economia por veículo	-	R\$ 9,97
Economia Anual (6000 veículos)	-	R\$ 59.820,00
Investimento	-	R\$ 268.000,00 em ferramental
<i>Payback</i> (16% taxa de atratividade)	-	8,5 anos

Elétrico (atual)	R\$ 658,15	TOTAL
Pneumático – nacionalizado (proposto)	283,15	
Motor de partida	253,18	
Bateria	150,00	
Cabos elétricos	50,00	
Tanque de ar comprimido	80,00	
Válvulas	60,00	
Tubos	35,00	
		R\$ 648,18

Tabela 14. Estudo de viabilidade econômica do sistema de partida.

Em termos de viabilidade econômica, para verificação da viabilidade econômica, foi realizado um comparativo econômico entre o sistema atual (elétrico) e o sistema proposto (pneumático) com as alterações propostas para redução de custo.

Verificou-se que economicamente o sistema proposto (pneumático) é viável se nacionalizado, no entanto, tratando-se de uma decisão estratégica, com alto investimento em ferramental e necessidade de verificação da disponibilidade de máquinas e mão-de-obra especializada para tanto, ou desenvolvimento de fornecedores, deverá ser feito um melhor estudo para a implantação da proposta, além da eventual necessidade de pagamento de *royalties* do projeto do produto.

Para verificação da viabilidade econômica, foi realizado um comparativo econômico entre o sistema convencional, elétrico. Porém deverá ser implementado algumas válvulas e tubos para controle adicional do sistema pneumático. Em contrapartida, os cabos elétricos do motor de partida poderá ser eliminado.

## 7.2.6. Passo 6: Planejamento

O objetivo principal desta fase, consiste em desenvolver um plano com todos os detalhes técnicos e econômicos elaborados no estudo de caso, buscando demonstrar com clareza como era concebido o projeto inicial e qual a proposta do time de estudo, destacando os pontos de economia, além dos recursos necessários para a obtenção. Ou seja, deve-se buscar explorar a melhor maneira possível de “vender a idéia”.

No anexo 10, segue modelo do relatório proposto, já incorporando a meta de redução de custo residual para a EV-Validação, conforme próximo item. Assim, resumindo brevemente este estudo de caso, o sistema proposto demonstra tanto viabilidade técnica como econômica. Em termos técnicos foram realizados estudos comparativos com o sistema atual, buscando identificar a tecnologia empregada através da técnica de desmontar e analisar peça a peça (Engenharia Reversa). Deve-se elaborar um protótipo a fim de identificar as especificações de projeto e processos críticos para prevenir futuras complicações. Em termos econômicos, foram realizados estudos de custo-peça a peça, propondo nacionalização do sistema para viabilizar o estudo. O cruzamento do custo-alvo com o custo estimado destacou a carga do motor de partida como crítico na adequação dos custos às necessidades do cliente. Além disso, através da análise funcional e das técnicas de EV, foi possível propor sugestões de redução de custos, sem afetar o valor percebido pelo cliente.

## 7.3. EV – Validação

Nesta fase de estudo, o produto físico deverá ser disponibilizado para testes físicos de produto e processo/montagem. Deve-se elaborar planos específicos para que o potencial de redução de custos não atingido na fase de EV-Projeto seja alcançado. Mais objetivamente, de acordo com a política da empresa pesquisada, o retorno do investimento deve ter um *payback* de no máximo 4 anos, conforme Anexo 10. Portanto chega-se na seguinte meta de redução de custo residual:

Na empresa pesquisada, a programação de protótipos envolve quatro etapas:

Protótipo P1 – *mock-up* do conceito do veículo a ser projetado para sua visualização;

Protótipo P2 – para elaboração do projeto das peças, construído em peças com suas dimensões próximas do projeto do produto, porém com material improvisado. Em paralelo são elaborados os projetos DFMA;

Protótipo P3 – para elaboração de testes funcionais e de durabilidade, deve ser construído portanto com suas dimensões e material o mais próximo do projeto final;

Protótipo P4 – para elaboração dos testes de montagem na linha de *try-out* de montagem. Após isso o veículo é transferido para testes junto a clientes para levantamento de suas impressões e acompanhamento do veículo em atividades reais de uso (confiabilidade).

Portanto os esforços de EV-Validação desta etapa, de acordo com a programação de protótipos da empresa pesquisada, devem ser sobre os protótipos P2 e P3.

Em geral, os esforços de EV-Validação visando atingir os custos-alvo, para este estudo de caso, devem ser canalizados em seu processamento. Os métodos utilizados para reduzir os custos de processamento podem ser: elevar as tolerâncias, reduzir os investimentos em planta, aumentar a produtividade, implementar o projeto do processo com uma visão rumo à minimização de custos, e implementar pequenas modificações de projeto das peças que não necessitem de métodos de fabricação de alta precisão ou muito caro.

A) Montar protótipo para constatar a tecnologia proposta e as propostas de redução de custos

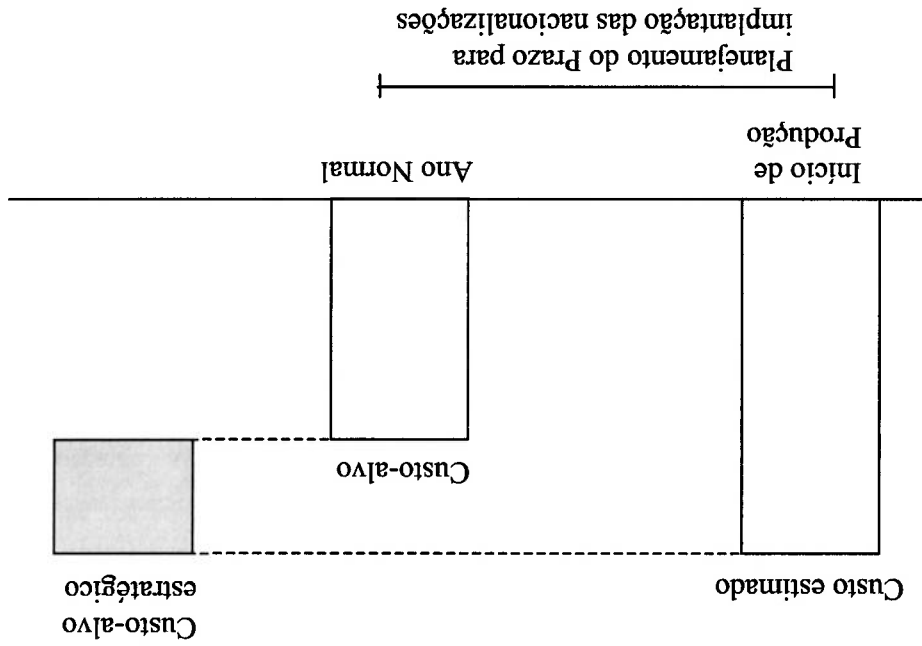
O fluxo de trabalho deve seguir um ciclo de cinco etapas conforme Figura 31: abordagem funcional / custo-alvo - projetos iniciais - peças de protótipo - estimativa de qualidade e custos - estudos de EV, que é repetido até que os alvos de qualidade e de custos tenham sido atingidos.

Para tanto, dividiu-se o plano de EV-Validação em 4 etapas:

EV-Projeto (alcançado)	EV-Validação (meta)	Custo residual para redução
Economia por Veículo	R\$ 9,97 (em preço)	R\$ 3,89 (em custo)
Economia Anual (6000 veículos)	R\$ 59.820,00	R\$ 35.880,00
Investimento	R\$ 268.000,00 em ferramental	-
<i>Payback</i> (16% taxa de atratividade)	8,5 anos	4 anos
	R\$ 268.000,00 em ferramental	R\$ 268.000,00

Tabela 15. Determinação do custo residual para meta de redução.

Figura 34. Custo-alvo estratégico para a implantação das nacionalizações.



seus fornecedores.

Investimentos da Fábrica, além da Capacidade Técnica e de Pessoas tanto na empresa como em projetado para o produto. Esse planejamento de prazo deve incluir o estudo do Planejamento de volume projetado de vendas com o estabelecimento de vendas de acordo com o *market share* segue a curva de produção, desde o início de produção até o volume de produção normal, ou seja, O objetivo de prazo para implantação das nacionalizações de peças, na empresa pesquisada,

alvo estratégico, conforme descrito no item 5.5. (*Gateway 5*). desenvolvimento do produto e processo. Este processo deve ser incluído no planejamento de custo- após a definição do desenvolvimento de fornecedores, este definido durante a fase de produto ao mercado. Eventualmente estas nacionalizações consistem nos planejamentos surgidos nacionalização de peças, para aumento gradual do índice de nacionalização após o lançamento do Outro enfoque que pode ser dado nesta fase de EV, consiste nos planos de implantação de C) Acompanhar o processo de nacionalização das peças

potenciais fornecedores das peças.

também melhorias no próprio projeto do produto. Portanto deve-se elaborar o protótipo junto com fornecedores pode proporcionar grandes melhorias, não só a nível do processo de fabricação como processamento, exigindo métodos de fabricação especializadas. Normalmente, a escolha correta de fornecedores. Aqui entra o desenvolvimento de fornecedores para peças específicas, de difícil Tentar reduzir o custo da matéria-prima por toda a cadeia de valor, ou procurar novos

B) Realizar estudos de industrializar ou terceirizar (*make or buy*)



D) Implementar melhorias de processo nas fases de *Try-out* e de Produção

Durante as fases de validação do processo de fabricação e montagem, um número de produtos passam por esses processos (protótipo P4), na empresa pesquisada, em três etapas. São estas:

*Try-out* 1 – para treinamento dos funcionários operadores de acordo com o plano de processo e montagem elaborado, e identificação dos processos críticos tanto em tempo de operação (*takt-time*) como em ergonomia;

*Try-out* 2 – para observar a qualidade do processo com levantamento de indicadores específicos de qualidade, já com as melhorias implantadas;

*Try-out* 3 – para ajustes finais do processo de acordo com a qualidade e tempo de operação desejada.

Essas etapas de *Try-outs* para implantação de melhorias no processo produtivo deve ser focado também no planejamento de custos, interagindo também com as fases de produção normal do produto, através das técnicas de produção enxuta, com atividades de *Kaizen* (melhoria contínua), buscando eficiência no processo produtivo, na utilização de mão-de-obra e no transporte de material pela fábrica, e também pela aplicação de sessões de Análise do Valor (AV), buscando propostas através de planos de sugestões aberto a toda fábrica.

3) Papel importante da área financeira

A função financeira é essencial para gerenciar de forma correta o sistema de Custeio-alvo. Ela atua fornecendo informações que direcionam as atividades de planejamento de custos por toda a empresa, atuando de forma ativa na formulação e implantação das atividades para atingir os objetivos estratégicos da empresa.

2) Desenvolvimento através de equipes multidisciplinares

A base das equipes multidisciplinares envolve pessoas do departamento de engenharia, compras e custos. Isso permite uma troca de conhecimento para a elaboração de propostas de redução de custos para atingir as metas de custo-alvo do projeto. Além disso uma forte coordenação e cooperação entre os colaboradores de todas as áreas da empresa permite manter um bom fluxo de atividades.

1) Forte atuação nas técnicas de Custeio-alvo no PDP

Apesar da empresa possuir um histórico de desenvolver produtos caros, com forte foco na qualidade, o planejamento de custos está cada vez mais presente como um parâmetro ativo do projeto. O desenvolvimento do produto possui três objetivos claros para o projeto: qualidade, prazo e custos.

Através do estudo na empresa pesquisada, foi possível levantar alguns pontos positivos que são a chave do sucesso para o sistema integrado de Custeio-alvo e EV. São estes:

Gerenciar o custo significa não apenas estabelecer limites de valores mas garantir que eles serão alcançados antes mesmo do início da produção. Sem o desdobramento do custo-alvo por toda a cadeia produtiva, sem o envolvimento e o comprometimento dos fornecedores com o objetivo de atingir o custo-alvo e sem levar em consideração todo o ciclo de vida do produto, qualquer tentativa de prever lucros ou participação no mercado ficaria muito prejudicada.

Portanto, a incorporação dos conceitos de EV e Custeio-alvo a uma Metodologia de Trabalho pode ser interessante na medida em que antecipa para o processo de desenvolvimento de produtos, problemas e decisões que terão impacto direto nos resultados econômicos da empresa, problemas relativos a custos e muitas vezes incontornáveis se analisados em fases posteriores ao lançamento do produto ao mercado.

## 8. CONCLUSÃO E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

2) Excessivas mudanças no cálculo do custo máximo permitido (custo-alvo) Este tipo de problema ocorre devido a mudança do preço-alvo de venda, necessitando também mudanças no custo-alvo. Isto pode ser solucionado com forte integração de Vendas no sistema de custo-alvo, fazendo uma determinação efetiva do preço-alvo de venda. Provavelmente isto irá requerer um estudo mais aprofundado das características do produto, bem como o público-alvo

1) Dificuldade de coordenação na gestão dos custos durante todo o processo de custo-alvo Este é o principal problema que um sistema de custo-alvo pode ter. As causas principais são: falta de entendimento entre a controladoria e a engenharia na determinação dos custos máximos permitidos para cada uma das funções do produto, e também uma determinação incorreta dos custos estimados, com variações constantes na revisão destes custos. Algumas soluções propostas para este tipo de problema consiste em ter uma participação intensiva e integrada de todos os setores da empresa, tendo como responsável por sua coordenação a alta administração da empresa. Talvez para uma correta estimativa de custos, até a alteração do método de custo utilizado pela empresa, pois pode estar aí a incorreta determinação dos custos estimados.

Como problemas e soluções gerais do sistema integrado de Custo-alvo e EV, identificada na empresa pesquisada, tanto no sistema atual como no sistema proposto, podemos relacionar:

5) Utilização de ferramentas e técnicas que suportam a EV Como descrito no item 5.6, a EV não é aplicada de modo sistemático no processo de redução de custos para se atingir o custo-alvo. No entanto, verificou-se que muitas das técnicas de redução de custos utilizadas pela empresa, como por exemplo, Engenharia Reversa, DFMA, QFD, modularização e comunização de peças, etc, suportam a metodologia proposta para aplicação integrada das técnicas de EV e Custo-alvo.

4) Integração do sistema de Custo-alvo com a estratégia global da empresa Grande parte do projeto de um veículo é gerado pela sua matriz na Alemanha, e a sua unidade no Brasil essencialmente implementa o projeto, com exceção dos sistemas de sua responsabilidade (competência técnica). Isso limita as atividades de EV que poderiam ser implementadas localmente, como o projeto básico do conceito e seus parâmetros já foram determinados. No entanto, verificou-se que existem ainda muitas oportunidades de melhoria nos custos do veículo, que são aplicadas após consentimento de sua matriz. São possíveis as melhorias de custos no projeto original desenvolvendo-se estudos com seus fornecedores locais, substituindo material ou processo de fabricação, e simplificando o projeto para as necessidades locais.

- onde estes estão sendo efetivamente consumidos;
- 3) Focar em outros custos, além dos custos diretos do produto, como por exemplo, o impacto das especificações de um produto nos custos fixos da empresa. O foco poderia ser em sistema de custeio baseado no valor agregado, como por exemplo o ABC (*Activity Based Cost* – Custeio Baseado em Atividade) que possibilita o rastreamento dos recursos e atividades
- 2) Elaborar uma sistemática para gerenciamento dos custos em um projeto mundial, tendência atual no PDP da maioria das empresas multinacionais, buscando globalizar o mercado com produtos mundiais (atenção deve ser dada aos custos logísticos);
- 1) Implantar a metodologia proposta como um Procedimento Operacional Padrão na sistemática de Gestão de Custos no PDP da empresa pesquisada, a fim de estimular a aplicação da técnica de EV como uma Instrução de Trabalho na busca de melhorias funcionais e reduções de custos;
- Como propostas para trabalhos futuros:

- do produto e processo.
- mas também com pessoas de conhecimento variado que possam trazer novas visões para o projeto integrantes adequados, buscando não só compor a equipe com especialistas técnicos e econômicos, seria o treinamento de facilitadores para as fases de EV, além da formação de times de estudo com atividades iniciais desta técnica não atinjam resultados adequados. A solução para este problema específico do produto em estudo, além do conhecimento das técnicas de EV. Isso faz com que sistematizar esse processo, atua com atividades subjetivas, que dependem do conhecimento de um produto em estudo, dificultando assim a sua valorização. O método proposto apesar de buscar um problema identificado consiste principalmente na dificuldade de desdobramento funcional de
- 4) Dificuldade de alocação dos custos às funções do produto
- 3) Esforço desgastante para atingir as metas de custo-alvo
- Devido à constante pressão para atingir as metas de custo-alvo, os colaboradores da empresa e de seus fornecedores, desgastam-se em busca de reduções de custos com prazos curtos. Para evitar isso, uma comunicação eficaz deve ser implementada, onde acordos de redução de custos devem partir da base, e a alta administração, com base nisso, determinar as metas de redução de custos.
- deste novo produto, para que a determinação do preço de venda possa ser definitiva.

Finalizando, através deste estudo buscou-se demonstrar não só a importância de desenvolver produtos de qualidade, mas também com custo e funcionalidade adequados às necessidades do consumidor. Essas três características relacionadas ao produto, denominado como o “tipo de sobrevivência” por COOPER (1995) e COOPER&SLAGMULDER (1997), relacionam-se como uma regra para o sucesso das empresas, que devem buscar o equilíbrio desse tipo de acordo com o mercado-alvo e a estratégia da empresa. Ainda, de acordo com COOPER&SLAGMULDER (1997), o termo correto seria “Gestão de Custos” ao contrário de “Redução de Custos”, porque este sugere que as pessoas pensem em simplesmente reduzir funcionalidade e qualidade dos produtos. Ao invés disso, a real tarefa seria de prover exatamente a mesma função mas com menor custo.

5) Realizar comparativos com outras empresas automotivas sobre a temática em questão, e/ou também em empresas de outros segmentos.

4) Elaborar um sistema informatizado que possibilite monitorar e conduzir com maior precisão a gestão de custos no PDP, realizando o acompanhamento das atividades de EV e Custo-alvo num mesmo sistema computacional;

## BIBLIOGRAFIA

- ABEAV (Associação Brasileira de Engenharia e Análise do Valor). **Valor em Perspectiva**. 1989. Coleânea de Artigos publicados no Boletim Técnico de Abril de 1985 a Junho de 1989. São Paulo.
- ABRAHAM, M. **O Futuro do Desenvolvimento de Produtos e da Cadeia de Fornecedores da Indústria Automobilística**. 1998. Tese de Doutorando – Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- BAXTER, M. **Projeto de Produto**. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.
- CEN (Europäisches Komitee für Normung). **Vertanalyse und Funktionsanalyse (Deutsche Fassung DIN EN 1325-1:1996)**. Brüssel, 1996.
- CHRYSLER CORPORATION; FORD MOTOR COMPANY; GENERAL MOTORS CORPORATION. **Advanced Product Quality Planning (APQP) and Control Plan Reference Manual**. Michigan: AIAG, 1995.
- CLARK, K.B.; FUJIMOTO, T. **Product Development Performance: strategy, organization, and management in the world auto industry**. Boston : Harvard Business Scholl Press, 1991.
- CLARK, K.B.; WHEELWRIGHT, S.C. **Revolutionizing Product Development: quantum leaps in speed, efficiency and quality**. New York : The Free Press, 1992.
- COOPER, R.; SLAGMULDER, R. **Target Costing and Value Engineering**. Oregon: Productivity Press, 1997.
- COOPER, R. **When Lean Enterprises Collide**. Massachusetts: Harvard Business Review, 1995.
- COOPER, R.G.; EDGETT, S.J.; KLEINSHDMIT, E.J. **Portfolio Management for New Products**. New York: Perseus Books, 1998.
- COOPER, R.G. **Third-generation New Product Processes**. Journal of Product Innovation Management. v.11, 1994.

COOPER, R.G. **Winning at New Products: accelerating the process from idea to launch.** New York: Perseus Books, 1993.

COOPER, R.G. **Stage-Gates a New Tool for Managing New Products.** Business Horizons, v.33, 1990.

COSTA, C.C.E.G. **A Engenharia Simultânea em Empresas do Setor Industrial Brasileiro: sua utilização e alternativa de difusão.** 1998. Dissertação de Mestrado – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Paraná.

CROW, K. **Target Costing.** DRM Associates, 1999. <http://www.npd-solutions.com/target.html> (25/02/2003).

CROW, K. **Control your Process with Phase Gates and Design Reviews.** DRM Associates, 1998. <http://members.aol.com/drmassoc/reviews.html> (10/02/2003).

CSILLAG, J.M. **Análise do Valor: metodologia, engenharia e gerenciamento do valor, redução de custos, racionalização administrativa.** São Paulo: Atlas, 1985.

DAIMLERCHRYSLER CORPORATION; FORD MOTOR COMPANY; GENERAL MOTORS CORPORATION. **Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA Third Edition).** Michigan: AIAG, 2001.

DAIMLERCHRYSLER. **Projeto e Desenvolvimento.** Procedimento do Sistema de Gestão Integrado P.SGI.08, rev.01. São Paulo, 2003.

DAIMLERCHRYSLER. **Guideline for Product Projects in the Mercedes-Benz Truck Business Unit.** São Paulo, 2002.

DAIMLERCHRYSLER. **Desenvolvimento Veículos Comerciais (Quality Gates).** Instrução de Trabalho IT.DGQ.00/006. São Paulo, 2001a.

DAIMLERCHRYSLER. **Empresa – Custos do Produto.** São Paulo, 2001b.

DAIMLERCHRYSLER. **Quality Gates – CV-DS Team.** São Paulo, 2001c.

- FERRERA, C.V. **Do Design to Cost e Do Design to Minimum Cost**. II Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. São Paulo, 2000.
- FILHO, N.C.; KOPITKE, B.H. **Análise de Investimentos**. São Paulo: Atlas, 1994.
- FLORENZANO, M.C. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: estudo de caso na indústria brasileira de autopeças sobre a divisão de tarefas, capacidade e integração interunidades**. 1999. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos. São Paulo.
- HARTLEY, J.R. **Engenharia Simultânea: um método para reduzir prazos, melhorar a qualidade e reduzir custos**. Rio Grande do Sul: Bookman, 1998.
- HAUSER, J.R. **The House of Quality**. Massachusetts: Harvard Business Review, 1988.
- IBUSKI, U.; KAMINSKI, P.C. **Engenharia e Análise do Valor como metodologia de Engenharia Simultânea em uma empresa do setor automotivo**. II Congresso Nacional de Engenharia Mecânica. Paraíba, 2002a.
- IBUSKI, U.; KAMINSKI, P.C. **Engenharia do Valor e Custo-Alvo como metodologia de trabalho no Processo de Desenvolvimento de Produtos**. Congresso SAE (Society of Automotive Engineers) Brasil. São Paulo, 2002b.
- JUNQUEIRA, G.B. **Da Engenharia Tradicional à Engenharia Simultânea no Setor Industrial Nacional**. 1994. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- KAMINSKI, P.C. **Desenvolvendo Produtos com Planejamento Criatividade e Qualidade**. Rio de Janeiro: LTC, 2000.
- KOTLER, P.; ARMSTRONG, G. **Princípios de Marketing**. Rio de Janeiro: LTC, 1995.
- MASSARANI, M.; MATTOS, F.C. **Análise do Valor e Engenharia do Valor**. Apostila do curso Engenharia do Valor em Projeto Mecânico - Departamento de Engenharia Mecânica, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.



MERCEDES-BENZ. **Custo Industrial**. Apostila do curso – Gerência de Planejamento e Desenvolvimento de Recursos Humanos. São Paulo, 1998.

MERCEDES-BENZ. **Engenharia e Análise do Valor**. Apostila do curso – Gerência de Pré-Planejamento. São Paulo, 1997.

MONDEN, Y. **Sistemas de Redução de Custos: custo-alvo e custo kaizen**. Rio Grande do Sul: Bookman, 1999.

NINDL, H. **Novos Processos e Ferramentas de Desenvolvimento utilizados na Indústria Automobilística**. Seminário de Desenvolvimento de Produtos - Universidade Metodista de Piracicaba. São Paulo, 2002.

PARK, R. J. **Value Engineering: a plan for invention**. Florida: St Lucie Press, 1999.

PEDROZA, L.G. **Engenharia e Análise do Valor: particularidades e aplicação em uma Indústria Automobilística**. 2001. Trabalho de Formatura – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Estadual Paulista de Guaratinguetá. São Paulo.

PHILIPPE, L. **Target Costing and Organizational Learning in New Product Development**. 2001. Department of Accounting and Control, ESSEC Business School. France.

PORTER, M. E. **Estratégia Competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

PORTER, M. E. **Vantagem Competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

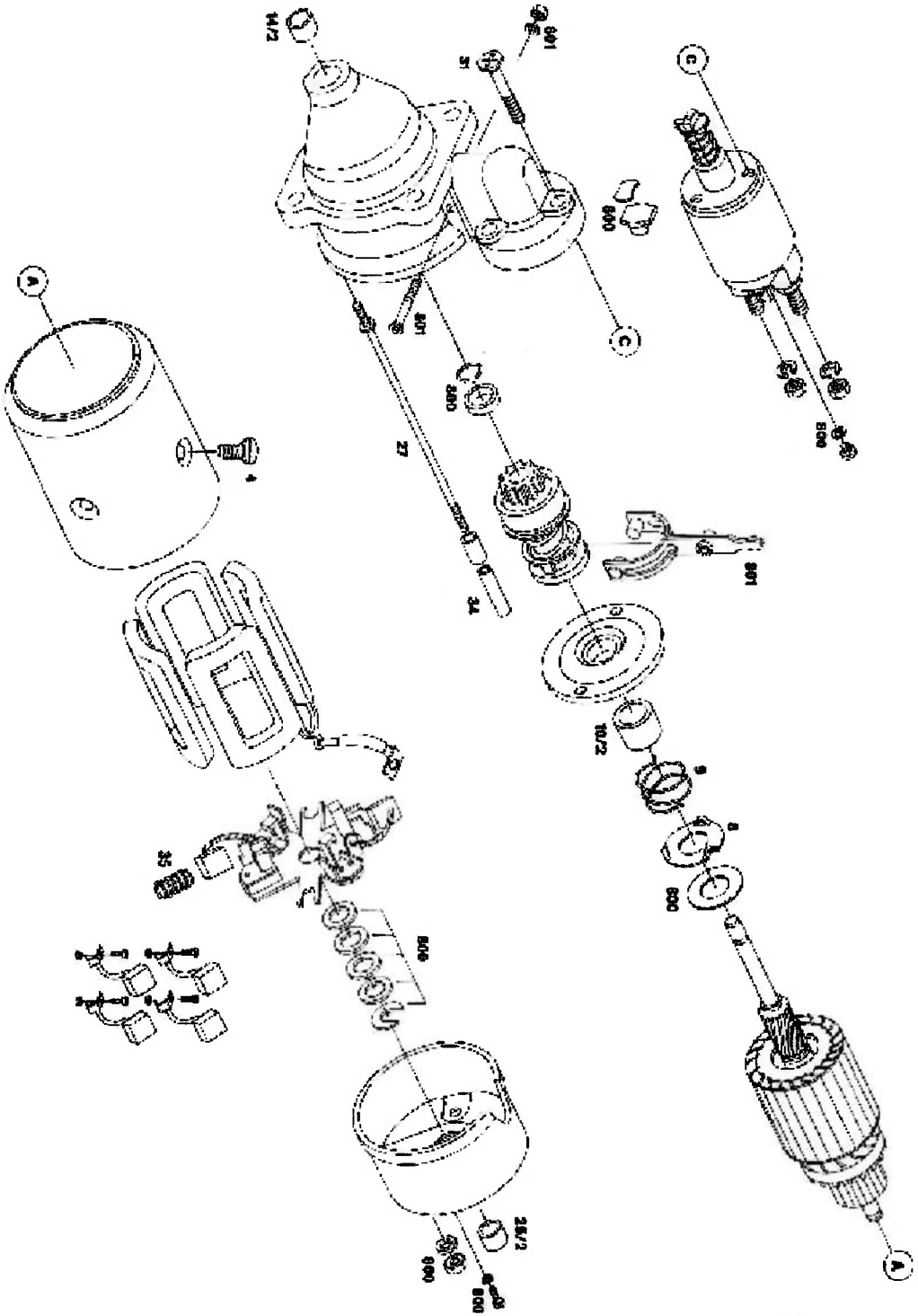
PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)**. Pennsylvania: PMI Publications, 2000.

ROCHA, A. **Marketing: teoria e prática no Brasil**. São Paulo: Atlas, 1987.

QUALITAS ENGENHARIA. **Manual de Treinamento para os Requisitos do Sistema da Qualidade ISO/TS16949:2002**. São Paulo, 2003.

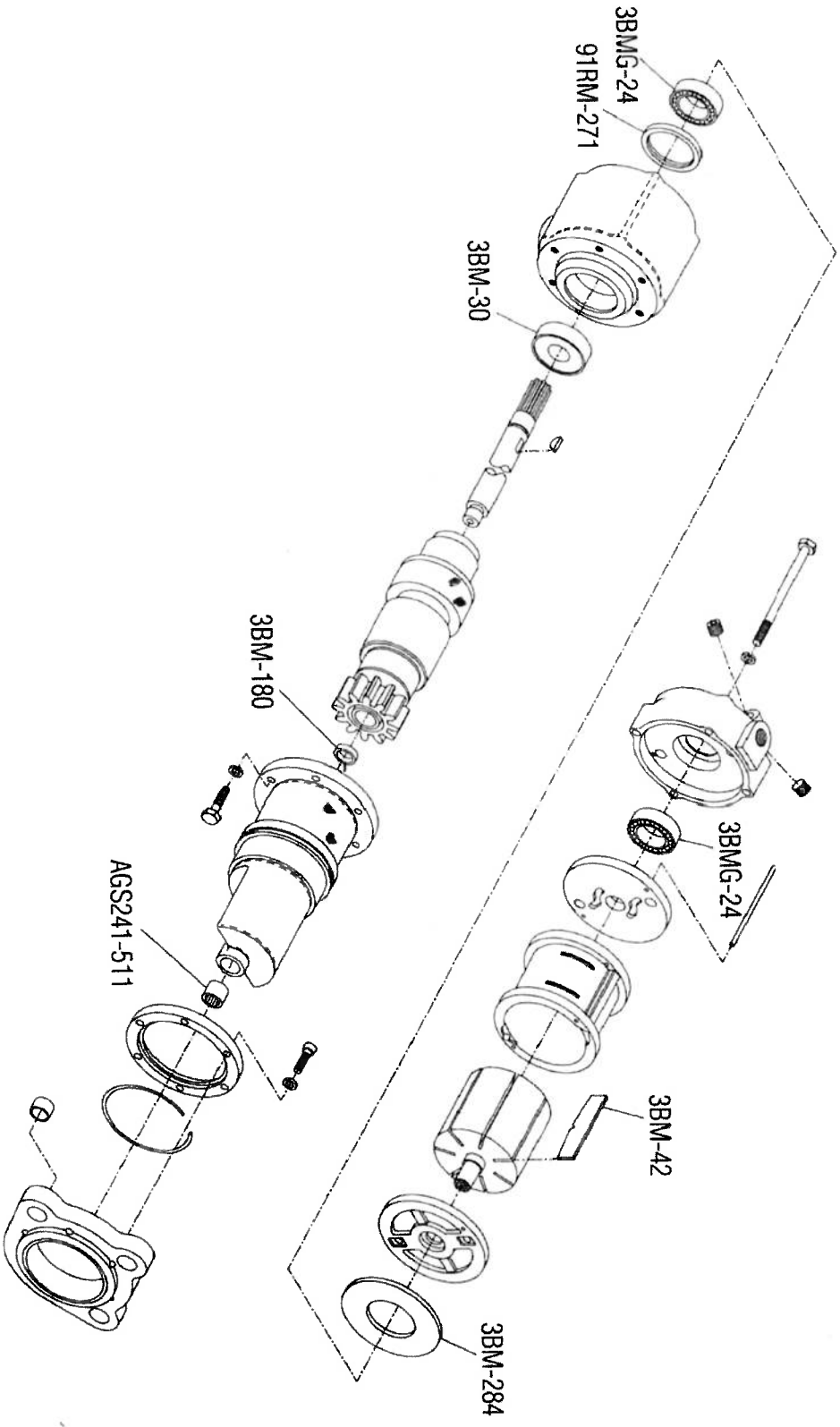
- SAPOZNIK, A. **Engenharia Simultânea: aplicabilidade a fornecimentos sob encomenda**. 1993. Trabalho de Formatura – Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- SAVE INTERNATIONAL (Society of American Value Engineers). **Value Methodology Standard**. USA, 1998.
- SCARPIN, J.E. **Target Costing e sua Utilização como Mecanismo de Formação de Preço para Novos Produtos**. 2000. Dissertação de Mestrado – Departamento de Contabilidade e Controladoria, Universidade Norte do Paraná. Paraná.
- SCHAUM, R.O.; LUNDBERG, R.P. **Product Creation Process**. DaimlerChrysler University – Monthly Awareness Forum. 2001.
- SMITH, K.L.; LUCKETT, P. **Target Costing for Effective Cost Management: product cost planning at Toyota Australia**. 1999. Financial and Management Accounting Committee – IFAC. New York.
- TOLEDO DE, J.C. **Produtos: A Contribuição da Engenharia do Valor e do Target Costing**. II Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. São Paulo, 2000.
- VALERI, S.G. **Estudo do Processo de Revisão de Fases no Processo de Desenvolvimento de Produtos em uma Indústria Automotiva**. 2000. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Paulo.
- VALERIANO, D.L. **Gerência em Projetos: pesquisa, desenvolvimento e engenharia**. São Paulo: Makron Books, 1998.
- WOMACK, J. P.; JONES, D.T.; ROSS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

ANEXO I



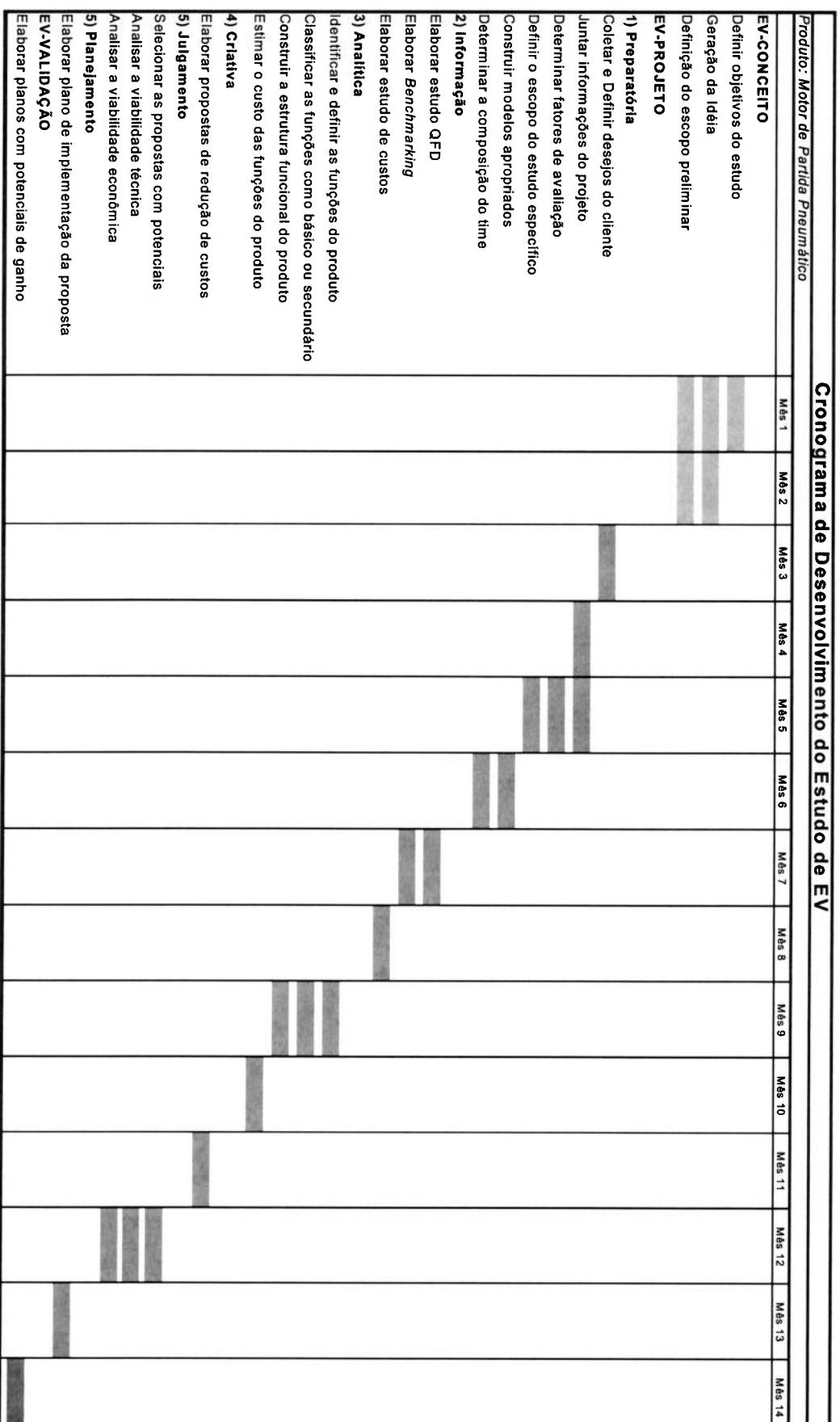
Desenho do Motor de Partida Elétrico (Atual)

ANEXO 1



Desenho do Motor de Partida Pneumático (Proposto)

## ANEXO 2



**Cronograma de Desenvolvimento do Estudo**

# ANEXO 3

Pontuação para Correlação

- 9 – Forte Correlação
- 3 – Média Correlação
- 1 – Fraca Correlação

Pontuação para Benchmarking Comercial

- 1 - Não atendimento da necessidade
- 2 - Atendimento parcial da necessidade
- 3 - Atendimento próximo mais abaixo da média
- 4 - Atendimento próximo acima da média
- 5 - Atendimento completo das expectativas

Expectativa do cliente	Importância	Especificação de Desempenho												
		Potência (3~4 Kw)	Torque (~15 Nm)	Rotação (~1000 rpm)	Formato (pequeno/compacto)	Volume do Tanque Ar Comp. (2x40 L)	Nível de Ruído (80 dB)	Peso (~13 kg somente motor partida)	Resistência ao Impacto (1000 N)	Durabilidade (45000 horas)	Estanqueidade do Sistema (100%)	Forma de Acionamento (pneumático)		
Partida Imediata	5	9	9	9		3						3	9	
Capacidade de partida sequenciada	3					9							9	3
Resistência Mecânica	4				3							9	9	
Segurança	5											3	3	9
Baixa Manutenção	4											3	9	1
Baixo Ruído	1	3	3	3				9						3
Baixo Peso	2	3	3	3		3			9			3		3
Sem vazamento	5											3	3	3
Montabilidade/Desmontabilidade	3				9	1				3				1
<b>Total</b>	<b>32</b>													

### Benchmarking Técnico

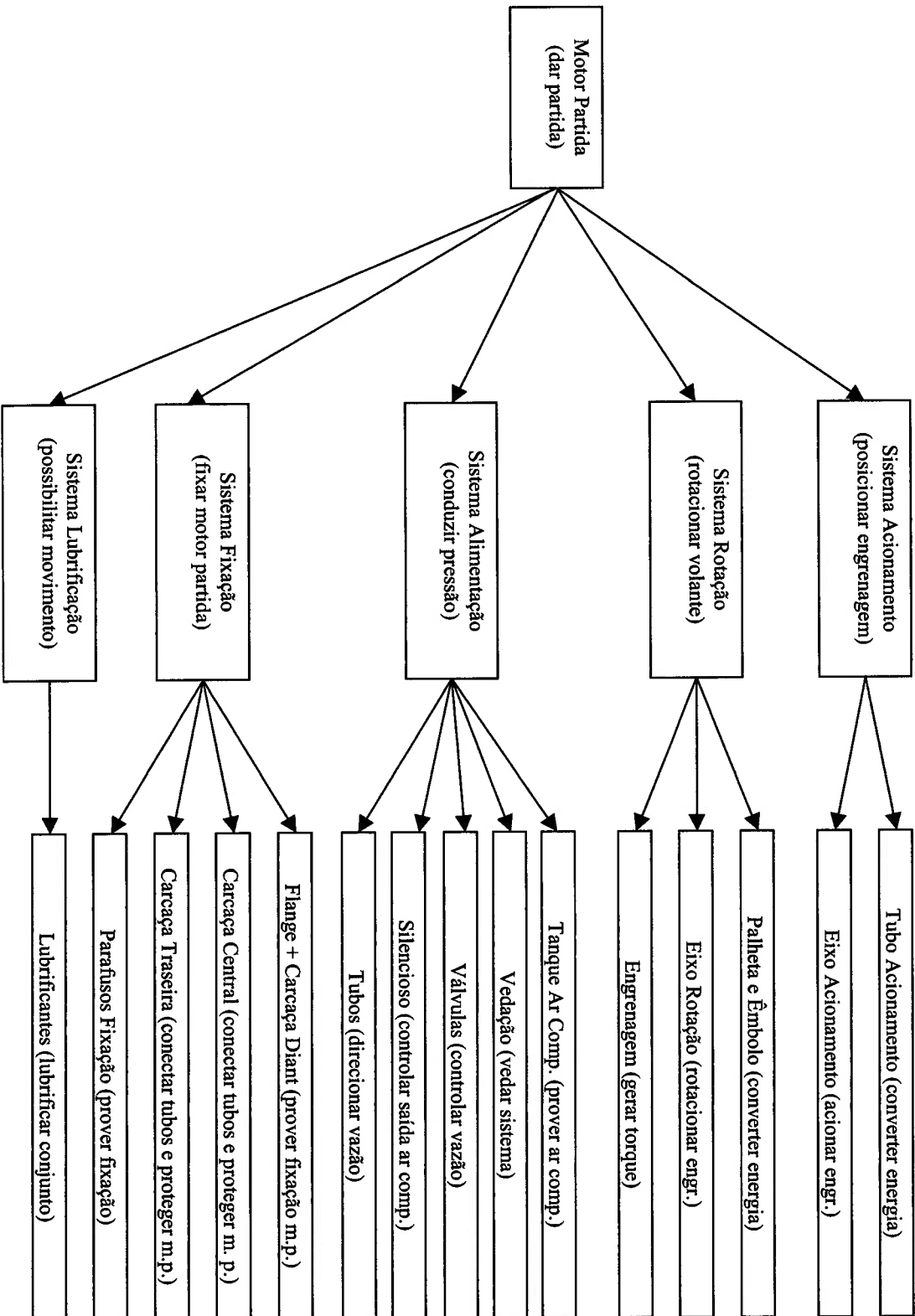
	3	14	1000	peq.	2x40	70	9	ok	ok	-	elétr.
<b>Nosso produto (motor partida elétrico)</b>	4	18	1000	médio	2x40	75	10	ok	ok	-	elétr.
<b>Concorrente A (motor partida elétrico)</b>	5	25	800	médio	3x40	90	14	ok	ok	95%	pneum.

	54	54	54	54	57	51	9	27	84	102	114	130	736
<b>Peso Absoluto</b>	7	7	7	7	8	7	1	4	11	14	15	18	100
<b>Peso Relativo (%)</b>													

	1	2	3	4	5
			B	X A	
			B	A	X
				X A B	
		X A			B
			X	A B	
		B		X A	
			X A B		
			B		
			B		
			B	X A	X A

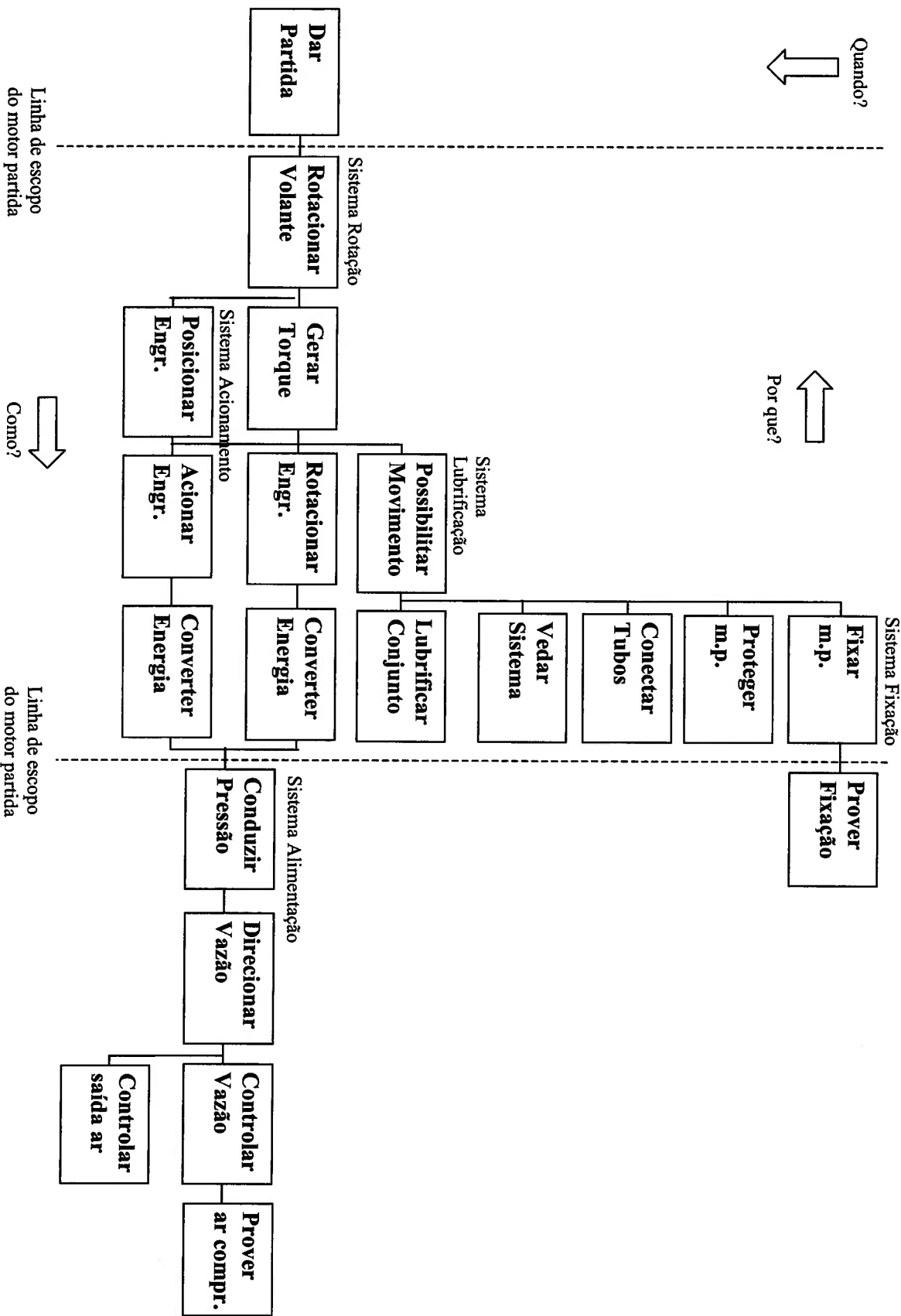
### Benchmarking Comercial

## QFD e Benchmarking do Motor de Partida Pneumático



Árvore Funcional do Motor de Partida Pneumático e Sistemas

**ANEXO 5**

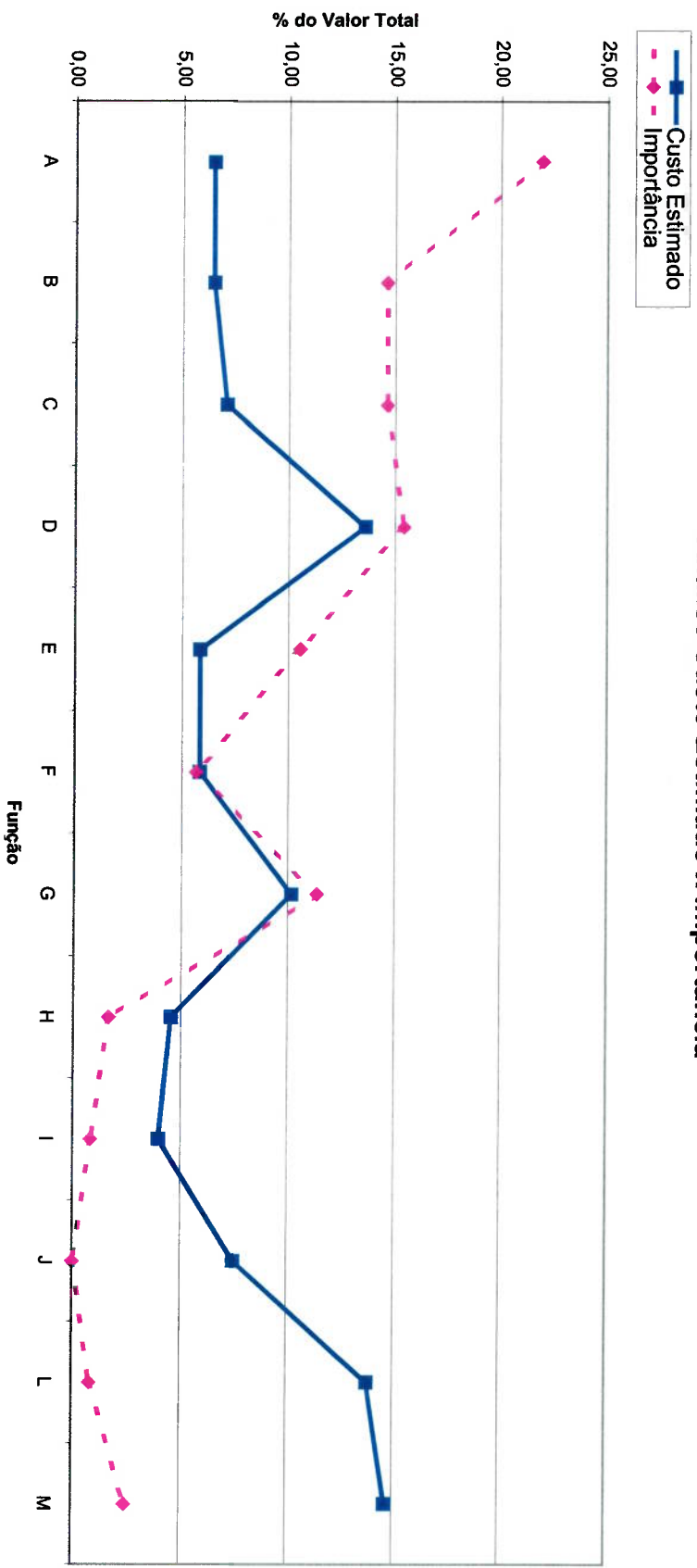


**FAST do Motor de Partida Pneumático e Sistema**



# ANEXO 6

## Análise Custo Estimado x Importância



## ANEXO 7

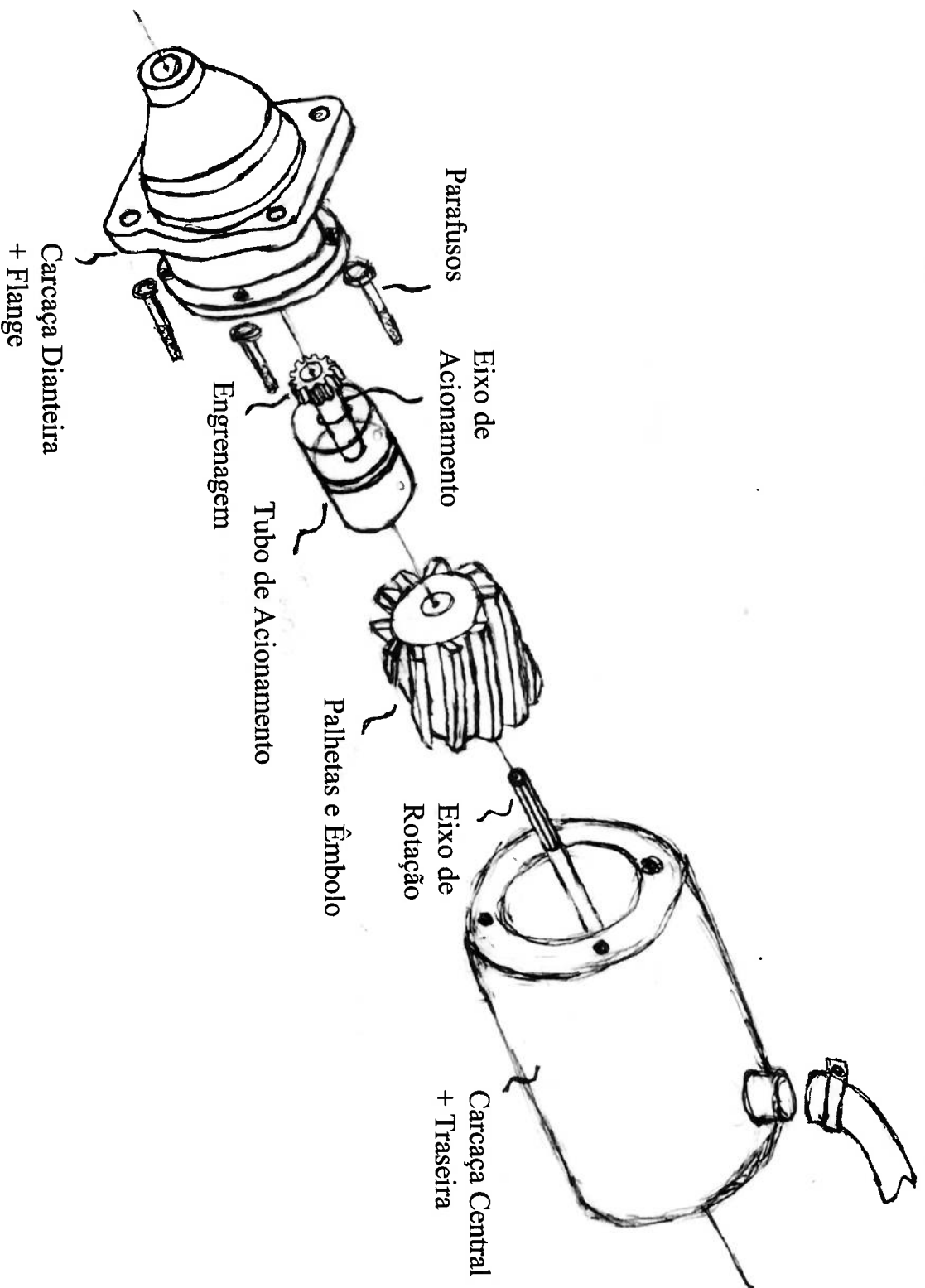
<b>CALCULO DE CUSTOS DE CONJUNTO</b>		Número do Conjunto	IR mod 3BMG		Nº do Cálculo		1						
		Número do Desenho	-		Data do Desenho		-						
		Denominação	<b>Motor de Partida Pneumático</b>		Quant. Pg. / Ano		<b>6.000</b>						
		Observação	<b>sem propostas de EV</b>		Base de Cálculo		<b>Jan/03</b>						
Linha	Descrição	Investimentos	Quant.	Tempo (min)	Material sem ICMS (R\$)	D.G.M. (R\$)	M.O.D. (R\$)	D.G.R. (R\$)	Diversos Interno	Diversos Externo	Maquina (R\$)	Refugo (R\$)	Custo Industrial (Total)
1	Palhetas	-	7	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	14.00
2	Êmbolo	-	1	10.00	4.90	0.10	0.77	1.785	-	-	2.55	0.10	10.20
3	Engrenagem	-	1	-	7.00	-	-	-	-	-	-	-	7.00
4	Eixo Rotação	-	1	28.00	4.12	0.08	2.16	5.033	-	-	7.19	0.08	18.66
5	Eixo Acionamento	-	1	14.50	0.92	0.08	1.12	2.618	-	-	3.74	0.02	8.50
6	Tubo Acionamento	50,000	1	14.00	18.82	0.38	1.14	2.667	-	-	3.81	0.38	27.20
7	Flange+Carcaça Diant.	85,000	1	12.34	14.56	0.30	1.29	3.038	-	-	4.34	0.29	23.81
8	Carcaça Central	92,000	1	5.64	13.21	0.27	0.84	1.967	-	-	2.81	0.26	19.36
9	Carcaça Traseira	41,000	1	2.50	7.16	0.15	0.23	0.532	-	-	0.76	0.14	8.97
10	Parafusos	-	6	-	1.80	-	-	-	-	-	-	-	10.80
11	Anéis	-	-	-	2.50	-	-	-	-	-	-	-	2.50
12	Molas	-	-	-	7.00	-	-	-	-	-	-	-	7.00
13	Rolamentos	-	2	-	5.40	-	-	-	-	-	-	-	10.80
14	Montagem	-	-	15.00	-	-	4.00	16.00	-	-	-	-	20.00
15													
16													
17													
18													
19													
20													
<b>TOTAIS &gt;&gt;&gt;&gt;</b>		<b>268,000.00</b>	<b>-</b>	<b>101.98</b>	<b>89.39</b>	<b>1.37</b>	<b>11.55</b>	<b>33.64</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>25.19</b>	<b>1.27</b>	<b>188.80</b>

**Cálculo de Custo Estimado do Motor de Partida Pneumático  
(sem propostas de EV)**

## ANEXO 8

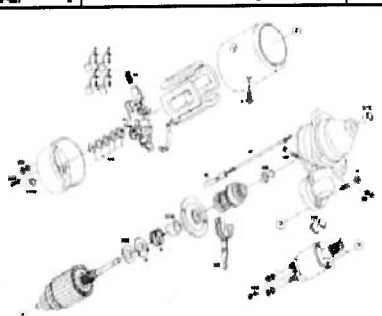
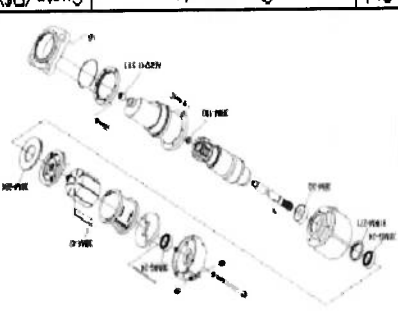
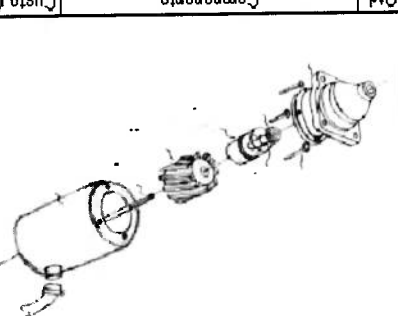
<b>CALCULO DE CUSTOS DE CONJUNTO</b>		Número do Conjunto	<b>IR mod 3BMG</b>		Nº. do Cálculo		2						
		Denominação	<b>Motor de Partida Pneumático</b>		Data do Desenho		-						
		Observação	<b>com propostas de EV-Projeto</b>		Quant. Pç. / Ano		<b>6,000</b>						
					Base de Cálculo		<b>Jan/03</b>						
Linha	Descrição	Investimentos	Quant.	Tempo (min)	Material sem ICMS (R\$)	D.G.M. (R\$)	M.O.D. (R\$)	D.G.R. (R\$)	Diversos Interno	Diversos Externo	Maquina (R\$)	Refugo (R\$)	Custo Industrial (Total)
1	Palhetas	-	7	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-	14,00
2	Êmbolo	-	1	10,00	4,90	0,10	0,77	1,785	-	-	2,55	0,10	10,20
3	Engrenagem	-	1	-	7,00	-	-	-	-	-	-	-	7,00
4	Eixo Rotação	-	1	28,00	4,12	0,08	2,16	5,033	-	-	7,19	0,08	18,66
5	Eixo Acionamento	-	1	14,50	0,92	0,08	1,12	2,618	-	-	3,74	0,02	8,50
6	Tubo Acionamento	50,000	1	14,00	18,82	0,38	1,14	2,667	-	-	3,81	0,38	27,20
7	Flange+Carcaça Diant.	85,000	1	12,34	14,56	0,30	1,29	3,038	-	-	4,34	0,29	23,81
8	Carcaça Central+Tras.	133,000	1	5,00	5,10	0,10	0,43	1,012	-	-	1,36	0,10	8,10
9													
10	Parafusos	-	4	-	1,70	-	-	-	-	-	-	-	6,80
11	Anéis	-		-	2,50	-	-	-	-	-	-	-	2,50
12	Molas	-		-	7,00	-	-	-	-	-	-	-	7,00
13	Rolamentos	-	2	-	5,40	-	-	-	-	-	-	-	10,80
14	Montagem	-		15,00	-	-	4,00	16,00	-	-	-	-	20,00
15													
16													
17													
18													
19													
20													
<b>TOTAIS &gt;&gt;&gt;&gt;</b>		<b>268,000,00</b>	<b>-</b>	<b>98,84</b>	<b>74,01</b>	<b>1,05</b>	<b>10,91</b>	<b>32,15</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>22,98</b>	<b>0,97</b>	<b>164,57</b>

**Cálculo de Custo Estimado do Motor de Partida Pneumático  
(com propostas de EV-Projeto)**



**Esboço do motor de partida com as propostas de redução de custos**

Relatório Final de Engenharia do Valor

Projeto Atual		Projeto Proposto 1		Projeto Proposto 2	
Motor de Partida Elétrico	Motor de Partida Pneumático	Motor de Partida Pneumático	Motor de Partida Pneumático	Motor de Partida Pneumático (com EV)	
					
Componente	Componente	Componente	Componente	Componente	Custo (R\$)
Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Custo (R\$)
1	7	7	7	7	14,00
Emboło	Emboło	Emboło	Emboło	Emboło	10,20
1	1	1	1	1	7,00
Engrenagem	Engrenagem	Engrenagem	Engrenagem	Engrenagem	18,66
1	1	1	1	1	8,50
Eixo Rotação	Eixo Rotação	Eixo Rotação	Eixo Rotação	Eixo Rotação	27,20
1	1	1	1	1	23,82
Flange + Carcaça Diam. (Fofo)	Flange + Carcaça Diam. (Fofo)	Flange + Carcaça Diam. (Fofo)	Flange + Carcaça Diam. (Fofo)	Flange + Carcaça Diam. (Fofo)	8,09
1	1	1	1	1	
Carcaça Central (M)	Carcaça Central (M)	Carcaça Central (M)	Carcaça Central (M)	Carcaça (Chapa)	
1	1	1	1	1	
Carcaça Traseira (A)	Carcaça Traseira (A)	Carcaça Traseira (A)	Carcaça Traseira (A)	Carcaça Traseira (A)	
1	1	1	1	1	
Parafusos	Parafusos	Parafusos	Parafusos	Parafusos	6,80
6	4	4	4	4	2,50
Anéis	Anéis	Anéis	Anéis	Anéis	7,00
2	2	2	2	2	10,80
Rolamentos	Rolamentos	Rolamentos	Rolamentos	Rolamentos	20,00
2	2	2	2	2	3,89
Montagem	Montagem	Montagem	Montagem	Montagem	160,68
					86,52
Custo total	Custo total	Custo total	Custo total	Custo total	247,20
184,05	184,05	188,80	188,80	188,80	
99,10	99,10	101,66	101,66	101,66	
Mark-up (35%)	Mark-up (35%)	Mark-up (35%)	Mark-up (35%)	Mark-up (35%)	
Preço (motor de partida)	Preço (motor de partida)	Preço (motor de partida)	Preço (motor de partida)	Preço (motor de partida)	
283,15	283,15	290,46	290,46	290,46	
Outros componentes influenciados					
1	1	1	1	1	150,00
Bateria	Bateria	Bateria	Bateria	Bateria	
150,00	150,00	150,00	150,00	150,00	
4	2	2	2	2	25,00
Cabos elétricos	Cabos elétricos	Cabos elétricos	Cabos elétricos	Cabos elétricos	
50,00	50,00	25,00	25,00	25,00	
2	2	2	2	2	80,00
Tanques de ar comprimido	Tanques de ar comprimido	Tanques de ar comprimido	Tanques de ar comprimido	Tanques de ar comprimido	
80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	
2	2	2	2	2	90,00
Válvulas	Válvulas	Válvulas	Válvulas	Válvulas	
90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	
3	3	3	3	3	60,00
Tubos	Tubos	Tubos	Tubos	Tubos	
35,00	35,00	50,00	50,00	50,00	
6	6	6	6	6	642,20
TOTAL (sistema de partida)	TOTAL (sistema de partida)	TOTAL (sistema de partida)	TOTAL (sistema de partida)	TOTAL (sistema de partida)	
658,15	658,15	685,46	685,46	685,46	
Investimentos (R\$)					
Máquina:	-	-	-	-	-
Dispositivos:	-	-	-	-	-
Ferramentas:	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00	183.000,00
Modelos e Matrizes:	218.000,00	218.000,00	218.000,00	218.000,00	85.000,00
TOTAL:	288.000,00	288.000,00	288.000,00	288.000,00	288.000,00
Economia por veículo	aumento de custos	-	-	-	15,95
Economia Anual (Volume 6.000)	-	-	-	-	95.723,08
Retorno do Invest. (payback 16% taxa atualizada)	-	-	-	-	4 anos
Prazo de Aplicação	-	-	-	-	1 ano