

ODAIR FURLANETTO

**ELABORAÇÃO DO CUSTO-ALVO NO
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS AUTOMOTIVOS
PELA ANÁLISE FUNCIONAL DA ENGENHARIA DO
VALOR**

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

São Paulo

2005

ODAIR FURLANETTO

**ELABORAÇÃO DO CUSTO ALVO NO
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS AUTOMOTIVOS
PELA ANÁLISE FUNCIONAL DA ENGENHARIA DO
VALOR**

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. Marcelo Massarani

São Paulo
2005

*“Que Deus, me dê serenidade para aceitar aquilo que não posso mudar, a coragem,
para mudar o que posso e a sabedoria para distinguir uma coisa da outra”.*

Friedrich Christoph Oetinger

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi possível ser realizado graças à colaboração direta e indireta de muitas pessoas. De forma particular, manifesto a minha gratidão:

Em primeiro lugar, agradeço a Deus na Pessoa de Seu filho amado Jesus Cristo, sem o qual não poderia chegar até onde cheguei. Ele é a razão da minha existência.

Ao Professor Orientador, Dr. Marcelo Massarani, pelas orientações seguras, firmes e instrutivas. Aprendi com ele qual é a verdadeira Função daquilo que se deseja encontrar o Valor.

Aos Professores Dr. Paulo Carlos Kaminski e Dr. Dirceu Lavoisier Graci Fernandes, pelas orientações na banca examinadora da qualificação.

À minha esposa Roseli, pela paciência e compreensão nos momentos de ausência no compartilhar de nossas vidas.

Aos meus filhos, Queila, Débora e Jônatas pelo insistente incentivo.

Aos meus pais, Walter e Maria pela ajuda nesta jornada do curso de mestrado.

Aos gestores da DaimlerChrysler, Srs. Miguel Angelo Moreira de Souza, Marcio Antonio Módulo, pelo incentivo e oportunidade. Também externo meus agradecimentos aos Srs. Renato Ferreira Junior, Oswaldo Langanke Jr. e Roberto Fernandez Sotelo, pelo apoio ao início do curso de mestrado, à Diretoria de Recursos Humanos da DaimlerChrysler, pelo programa de incentivo aos seus colaboradores e aos colegas de departamento, Waster Criado Cruz e Ricardo Campelo de Queiroz, pelos auxílios de grande valia.

Aos colegas de início do curso de mestrado, Ugo Ibusuki e Professor Ms. Marco Antonio Mietti, pelo incentivo e companheirismo.

Aos ex-colegas de DaimlerChrysler, Srs. Élio Jovart Bueno de Camargo e Pedro Kozonara, pelo aprendizado profissional.

Finalmente, ao amigo sempre entusiasta, Rui Fett da Conceição, com quem compartilho as experiências nos assuntos tanto pertinentes à Engenharia e Análise do Valor, como em Custos de Produtos.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma metodologia para a elaboração do Custo-Alvo de produtos automotivos através da Análise Funcional da Engenharia do Valor aplicada na fase de desenvolvimento do produto. A determinação desse Custo-Alvo de um veículo é o somatório dos Custos-Alvo dos seus Grupos de Projeto, tais como motor, eixos, freios, suspensão, quadro, arrefecimento, carroceria, elétrica, entre outros. Esse Custo-Alvo visa atender o Preço-Alvo e o Lucro-Alvo do produto. Baseando-se em um modelo de um veículo comercial que está em fabricação e tomando seus custos por Grupos de Projeto, distribui-se funcionalmente os custos por Grupos de Componentes que formam cada Grupo de Projeto. Isto é feito através da Análise Funcional da Engenharia do Valor com o estudo das principais funções dos componentes, com a determinação dos seus Graus de Necessidades e a distribuição dos custos dos componentes por suas funções que foram definidas. Como resultado, obtém-se os custos por funções para o determinado Grupo de Projeto. Esses custos são estabelecidos como Custos-Alvo e servem de referência para o projeto de novos produtos. Como aplicação, demonstram-se dois estudos de caso. Esta metodologia tem como objetivo conciliar inovação, mínimo custo e desempenho técnico satisfatório.

ABSTRACT

This work is aimed at presenting a methodology for the Target Cost elaboration of automotive products, through Value Engineering Functional Analysis, to be applied at the product development stage. The Target Cost definition of a vehicle is the sum of its Project Groups Target Costs, such as engine, axles, brakes, suspension, frame, cooling, body, electric, etc. The Target Cost aims to meet the Target Price and Target Profit of the product. Based on a commercial vehicle model which is being manufactured and the analysis of its costs in Project Groups, the costs are functionally broken down into Components Groups, which form each Project Group. This is done through Functional Analysis of Value Engineering, the study of the main roles of the components, the definition of its needs and the components costs distribution relative to its defined functions. As a result, the costs are achieved per function for the defined Project Groups. These costs are taken as Target-Costs and can be a reference to new products. In terms of application, two case studies are presented. This methodology is targeted at the combination of innovation, minimum costs and satisfactory technical performance.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS

ABREVIATURAS E SIGLAS

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1.	Objetivo	2
1.2.	Metodologia.....	3
2.	A FORMAÇÃO DO CUSTO-ALVO.....	5
2.1.	A necessidade da Redução de Custos devido à competitividade de preços ...	5
2.2.	A Competitividade.....	6
2.3.	A Liderança no Custo Total como objetivo deste trabalho	8
2.4.	Custo-Alvo pela visão da Financeira.....	8
2.5.	Custo-Alvo pela visão do Desenvolvimento do Produto.....	10
2.5.1.	Etapas para a elaboração do Custo-Alvo	13
2.5.2.	Plano de desenvolvimento de Novo Produto Individual	16
2.5.3.	<i>Merchandising</i>	16
2.5.4.	A Conceituação do Produto e o Plano detalhado de Desenvolvimento.....	16
2.5.5.	Determinação do Custo-Alvo para os Produtos.....	23
3.	FORMAÇÃO DO SISTEMA DE CUSTEIO E DE PREÇO	27
3.1.	Classificação dos Gastos.....	28
3.1.1.	Custos Fixos.....	28
3.1.2.	Despesas Fixas.....	29
3.1.3.	Custos Variáveis	29
3.1.4.	Despesas Variáveis	30
3.2.	Sistemas de Custeio	31
3.2.1.	Classificação dos Sistema de Custeio.....	32
3.2.2.	Sistema de custeio RKW ou das Seções Homogêneas.....	32
3.2.2.1.	Apropriação do Custo de Material Direto.....	33
3.2.2.2.	Apropriação das Despesas Gerais de Material Direto (DGM)	34
3.2.2.3.	Apropriação da Mão-de-Obra Direta (MOD).....	35
3.2.2.4.	Apropriação das Despesas Gerais de Fabricação (DGF).....	35

3.2.2.5. Custo Industrial (CI)	39
3.3. Formação do Preço	40
4. CONCEITOS DA ENGENHARIA E ANÁLISE DO VALOR.....	42
4.1. Histórico da criação da Engenharia e Análise do Valor	42
4.2. Definição de Análise do Valor (AV)/Engenharia do Valor (EV).....	43
4.3. Objetivo da AV/EV	45
4.4. Conceito de Valor	45
4.5. A Análise Funcional	47
4.5.1. Classificação das Funções	48
4.5.2. Avaliação Numérica Funcional	52
4.5.3. Análise do Custo da Função vs. Grau de Necessidade da Função	54
4.6. O Processo Criativo	57
4.7. O Plano de Trabalho	59
5. CUSTO-ALVO PELA ENGENHARIA DO VALOR	63
5.1. Determinação do Preço-Alvo e Lucro-Alvo	64
5.2. Custo-Alvo por Grupo de Componentes do novo veículo.....	64
6. ESTUDOS DE CASO	76
6.1. 1º Estudo de Caso: Sistema de Freios a Ar acionados por Tambores.....	76
6.1.1. Etapa 6: Custos por GC e definições das Funções Básicas e Secundárias ...	79
6.1.2. Etapa 7: Agrupamento das funções similares	81
6.1.3. Etapa 8: Determinação dos Custos-Alvo por Função.....	81
6.1.4. Etapa 9: Determinação do Grau de Desempenho de cada função	85
6.1.5. Etapa 10: Diagrama de Mudge ou Grau de Necessidade da Função	86
6.1.6. Etapa 11: Matriz Função e Gráfico Custo-Alvo por Função vs. GNF	88
6.2. 2º Estudo de Caso: Grupo de Projeto Sistema de Freio Motor	92
6.2.1. Etapa 6: Custos por GC e definições das Funções Básicas e Secundárias ...	95
6.2.2. Etapa 7: Agrupamento das funções similares	97
6.2.3. Etapa 8: Determinação dos Custos-Alvo por Função.....	97
6.2.4. Etapa 9: Determinação do Grau de Desempenho de cada função	101
6.2.5. Etapa 10: Diagrama de Mudge ou Grau de Necessidade da Função	102
6.2.6. Etapa 11: Matriz Função e Gráfico Custo-Alvo por Função vs. GNF	103
6.2.7. Prosseguimento do estudo de AV para reduzir o Custo-Alvo	108

6.2.7.1. Etapa 12: Foi elaborado o estudo de AV na etapa inicial?	108
6.2.7.2. Etapa 13: Plano de Trabalho da AV/EV: Fase de Inovação	109
6.2.7.3. Etapa 14: Plano de Trabalho da AV/EV: Fase de Análise	110
6.2.7.4. Etapa 15: Plano de Trabalho da AV/EV: Fase de Decisão	112
6.2.7.5. Investimento em Ferramental	112
6.2.7.6. Etapa 16: Reconstruir o Diagrama de Mudge (GNF).....	113
6.2.7.7. Etapa 17: Novos custos por Grupo de Componentes	114
6.2.7.8. Etapa 18: Novos Custos-Alvo por Funções.....	115
6.2.7.9. Etapa 19: Nova Matriz Função	116
6.2.7.10. Etapa 20: Novo Custo-Alvo do Grupo de Projeto.....	117
6.2.7.11. Etapa 21: Plano de Trabalho da AV/EV: Fase de Ação	117
7. CONCLUSÕES	118
Anexo 1 - Planilha de Custos do novo Cj. Alavanca após o estudo da AV.....	124
Anexo 2 - Planilha de Custos da nova Borboleta após o estudo da AV.	125
Anexo 3 - Planilha de Custos do novo Eixo o estudo o estudo da AV.....	126
Anexo 4 – Resumo dos novos custos após o estudo da AV.....	127
LISTA DE REFERÊNCIAS	128

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O Triângulo do Custeio-Alvo.....	11
Figura 2 – Conceituação para novos produtos.....	17
Figura 3 – Custo-Alvo total para projetos.....	24
Figura 4 – Custos-Alvo dos Grupos de Projeto.....	25
Figura 5 – Custos-Alvo por Função.....	26
Figura 6 – Redução do Custo-Alvo total pela Análise do Valor.....	26
Figura 7 – Gráfico Custo x Grau de Necessidade da Função.....	56
Figura 8 – Tripé da AV/EV.....	57
Figura 9 - A necessidade da elaboração de um Custo-Alvo.....	63
Figura 10 - Custo-Alvo total do produto de referência.....	65
Figura 11 - Metodologia para determinar o Custo-Alvo por Função.....	67
Figura 12 - Custo-Alvo por Grupo de Projeto após estudo da AV/EV.....	72
Figura 13 - Novo Custo-Alvo total do novo produto.....	74
Figura 14 - Esquema do Sistema de Freio a Ar acionado por Tambores.....	78
Figura 15 - Gráfico Custo-Alvo por Função x GNF para Sistema de Freio a Ar.....	89
Figura 16 - Esquema do Sistema de Freio Motor.....	94
Figura 17 - Gráfico Custo-Alvo por Função x GNF para Sistema de Freio Motor.....	105
Figura 18 – Freio Motor: Desenhos esquemáticos dos itens em estudo da AV.....	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Avaliação Numérica Funcional ou Diagrama de Mudge.....	53
Tabela 2 – Grau de necessidade da Função.....	53
Tabela 3 – Custos dos Componentes por Funções.....	54
Tabela 4 – Matriz Função.....	55
Tabela 5 – Custos por GC e Funções para Sistema de Freio a Ar.....	80
Tabela 6 – Custos-Alvo por Função para Sistema de Freio a Ar.....	82
Tabela 7 – Grupo de Componentes por Função do Custo-Alvo.....	83
Tabela 8 – Valores de Custos-Alvo por Função e classificação.....	84
Tabela 9 – Diagrama de Mudge para Sistema de Freio a Ar.....	87
Tabela 10 – Grau de Necessidade da Função para Sistema de Freio a Ar.....	87
Tabela 11 – Matriz Função para Sistema de Freio a Ar.....	88
Tabela 12 – Custos por GC e Funções para Sistema de Freio Motor	96
Tabela 13 – Custos-Alvo por Função para Sistema de Freio Motor.....	98
Tabela 14 – Grupo de Componentes por Função do Custo-Alvo.....	99
Tabela 15 – Valores de Custos-Alvo por Função e classificação.....	100
Tabela 16 – Diagrama de Mudge para Sistema de Freio Motor.....	102
Tabela 17 – Grau de Necessidade da Função para Sistema de Freio Motor.....	102
Tabela 18 – Matriz Função para Sistema de Freio Motor.....	104
Tabela 19 – Sistema de Freio Motor com novos custos após estudo da AV.....	114
Tabela 20 – Novos Custos-Alvo por Função para Freio Motor.....	115
Tabela 21 – Matriz Função com novos Custos-Alvos das funções A, C e F.....	116
Tabela 22 – Matriz Função dos novos custos das funções A, C e F.....	117

ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	- <i>Activity Based Costing</i>
ANF	- Avaliação Numérica Funcional
AV	- Análise do Valor
AV/EV	- Análise do Valor/Engenharia do Valor
CC	- Centro de Custo
CI	- Custo Industrial
CI _v	- Custo Industrial variável
CI _t	- Custo Industrial total
COFINS	- Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CPMF	- Contribuição Provisória sobre Movimentação Financeira
DGF	- Despesas Gerais de Fabricação
DGF _v	- Despesas Gerais de Fabricação variáveis
DGF _t	- Despesas Gerais de Fabricação totais
DGM	- Despesas Gerais de Material
DGM _v	- Despesas Gerais de Material variáveis
DGM _t	- Despesas Gerais de Material totais
DGR	- Despesas Gerais Residuais
DGR _v	- Despesas Gerais Residuais variáveis
DGR _t	- Despesas Gerais Residuais totais
DIN	- <i>Deutsches Institut für Normung</i>
EAV	- Engenharia e Análise do Valor
EUA	- Estados Unidos da América
EV	- Engenharia do Valor
GC	- Grupo de Componentes
GE	- <i>General Electric</i>
GNF	- Grau de Necessidade da Função
GP	- Grupo de Projeto
MOD	- Mão-de-Obra Direta
MP	- Matérias-Primas
MU	- <i>Mark up</i>

- PIS - Programa de Integração Social
- PT - Plano de Trabalho
- RKW - *Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit*
- SAVE - *Society of American Value Engineers*
- UM - Unidades Monetárias
- VBC - *Volume Based Costing*
- VDI - *Verein Deutscher Ingenieure*

1. INTRODUÇÃO

Os estudos de redução de custos abrangendo principalmente os produtos de concepção mecânica, foram tendo um apreciável avanço ao longo das décadas desde as práticas de manufatura estabelecidas por Ford .

O desempenho e o custo são as maiores preocupações de todas as empresas que querem sobreviver (BURMAN, 1998). Com relação à qualidade, esta já não é mais um diferencial de um produto (WU, 2000).

No sentido de procurar uma forma de obter-se o custo de um produto que atinja os objetivos do preço de mercado e lucro esperado, foi definido um método de custeio denominado *Target Costing* (Custeio-Alvo).

Por volta do ano de 1965, a Toyota do Japão decidiu sair do sistema de gerenciamento usado nos processos de produção em massa, para criar um sistema onde o custo era gerenciado no projeto e seus estágios de desenvolvimento. Isto já era uma forma de gerenciar o Custeio-Alvo na Toyota (TAKUBO, 1998).

Mais tarde outras montadoras japonesas passaram a utilizar este custeio. No início deste século, cerca de oitenta por cento das montadoras de veículos japonesas utilizavam o Custeio-Alvo (WU, 2000)

Em continuidade aos estudos iniciados na Toyota do Japão na década de 60, Monden (1999) aperfeiçoou o conceito do Custeio-Alvo e criou o conceito do *Target Cost* (Custo- Alvo) aplicado desde a etapa da criação do produto na engenharia e tem como ferramenta fundamental a Engenharia e Análise do Valor .

Monden também fez uma abrangência em seus estudos na Toyota, direcionando a redução de custos na manufatura, criando a metodologia do Custo-Kaizen. A terminologia “Kaizen” significa “processo de melhoria contínua”.

Com o enfoque do Custo-Alvo e do Custo-Kaizen, o gerenciamento do lucro tornou-se uma atividade de toda a empresa.

A Análise do Valor criada após a segunda grande guerra mundial, trouxe um cenário de reflexão de "Para que é feito o produto?" e "A que ele atende?" , relacionando Valor, Função e Criatividade com o intuito de elevar o "Valor" de um produto ou serviço (MILES, 1972).

O aparecimento da Análise do Valor trouxe uma metodologia consistente para

os estudos de redução de custos.

Os estudos de redução de custos através da Análise do Valor apresentam de forma ordenada e prática, conceitos aliando projeto, processo, custo, qualidade, satisfação do cliente, boa imagem do produto e resultado financeiro satisfatório.

Ainda em tempos atuais, a Análise do Valor presta-se com muita eficiência na nos estudos para reduzir custos e auxiliar na elaboração de Custos-Alvo.

1.1. Objetivo

A finalidade deste trabalho é apresentar uma metodologia para a elaboração do Custo-Alvo de produtos automotivos através da Análise Funcional da Engenharia do Valor aplicada na fase de desenvolvimento do produto. A aplicação é voltada ao segmento de veículos comerciais.

Com base no Preço-Alvo e Lucro-Alvo do produto em projeto, estabelece-se o Custo-Alvo total do produto e subdivide-se em custos por Grupos de Projeto (GP), tais como tais como motor, eixos, freios, suspensão, quadro, arrefecimento, carroceria, elétrica, entre outros.

Com o Custo-Alvo por Grupos de Projeto, através da Análise Funcional da Engenharia do Valor, distribui-se funcionalmente os custos por Grupos de Componentes que formam cada Grupo de Projeto, estabelecendo desta forma, Custos-Alvo por Função para cada GP.

Esses Custos-Alvo por Função servirão de referência para novos produtos, com base nos custos de produtos produzidos na série.

Os conceitos, métodos e técnicas desenvolvidos desde a elaboração do planejamento do produto de um veículo, visam a tornar com mais eficiência a elaboração de Custos-Alvo desde a etapa de conceituação do produto.

De forma resumida, o presente trabalho aborda os seguintes tópicos:

1. Inicialmente, elaborou-se a pesquisa bibliográfica acerca dos temas relacionados com o objetivo deste trabalho, no intuito de desenvolver uma seqüência de conhecimentos desses temas;

2. Através destas pesquisas, procurou-se extrair os conceitos dos estudos da análise do Custeio-Alvo elaborados por Monden, dentro da visão do desenvolvimento do produto e da Engenharia e Análise do Valor desenvolvidos por Miles e por outros autores.
3. Com isto definiu-se uma metodologia de elaboração do Custeio-Alvo já na conceituação do produto na engenharia, determinada pela Análise Funcional da Engenharia do Valor;
4. Por fim, foram elaborados dois estudos de casos com a aplicação da metodologia desenvolvida, com o intuito obter uma visão mais ampla desta ferramenta. Os estudos são voltados a veículos de aplicação comercial.

1.2. Metodologia

Tendo definido o objetivo, buscou-se inicialmente uma pesquisa bibliográfica direta dos temas em questão, efetuando a busca em livros, artigos e literaturas desenvolvidas em empresas, buscando a elaboração do trabalho no desenvolvimento do produto desde o seu conceito na engenharia.

Com base nos conceitos da Engenharia e Análise do Valor (EAV), do Custo-Alvo e do sistema de formação de Custos e Preços, foi criada a metodologia.

Esta metodologia teve como base os Custos por Função dos componentes de um produto fabricado, estabelecendo esses custos como Custos-Alvos de referência para o projeto de novos produtos e confrontando o somatório desses Custos-Alvo com o Custo-Alvo calculado pelo Preço-Alvo de venda e pelo Lucro-Alvo. Buscou-se aplicar esta metodologia em produtos automotivos de aplicação comercial, discutindo os resultados encontrados.

A abordagem resumida de cada capítulo é descrita abaixo.

No capítulo 1 é apresentada uma breve introdução buscando o enfoque da necessidade da aplicação deste trabalho, objetivo e metodologia direcionados a este .

No capítulo 2 direcionou-se o tema sobre a competitividade empresarial e a elaboração do Custo-Alvo para um produto e seus conjuntos.

Com a necessidade de conhecer as sistemáticas de custeio existentes no âmbito da Contabilidade de Custos, é apresentado no capítulo 3 o sistema de custeio RKW, destacado no âmbito das indústrias brasileiras

No capítulo 4, são abordados o histórico da EAV, os principais tópicos da Metodologia da Engenharia e Análise Valor criada por Miles e ampliadas por vários autores.

Após todo o embasamento teórico dos capítulos de 1 a 4, é abordada no capítulo 5 a metodologia deste trabalho com base na Metodologia do Valor e do Custeio-Alvo.

No capítulo 6, com o objetivo da necessidade de estudar a aplicabilidade da metodologia desenvolvida no capítulo 5, foram elaborados dois estudos de caso com aplicação em veículos comerciais.

No capítulo 7, finaliza-se este trabalho com conclusões e comentários com aplicação em outros pontos práticos que podem ser vividos na indústria automotiva e contribuições para trabalhos futuros.

A metodologia definida neste trabalho, contribui para que:

- o método do Custeio-Alvo iniciado na fase da elaboração do produto na engenharia, atenda as expectativas do Custo-Alvo total do produto;
- o Custo-Alvo determinado por funções definidas pela Engenharia do Valor, sirva de referência para o custo de novos produtos;
- o projetista tenha a preocupação de ir além dos conceitos técnicos, buscando cada vez mais o uso da criatividade para atingir o Custo-Alvo e o pensamento de “projetar para o custo” (*design to cost*);
- o planejamento do produto tenha um melhor acompanhamento do custo do produto, comparando com o Custo-Alvo pré-estabelecido.

2. A FORMAÇÃO DO CUSTO-ALVO

2.1. A necessidade da Redução de Custos devido à competitividade de preços

Devido à competição entre as empresas, esta chegou ao nível internacional. Esta atividade denominou-se globalização.

Baumann et al (1996) definem que o termo globalização, inicialmente utilizado mundialmente a partir de 1990 por jornalistas e acadêmicos, pode ser entendido além de um mundo econômico sem fronteiras, de uma suposta queda generalizada das barreiras comerciais e não comerciais no intercâmbio internacional, compreendendo principalmente a:

- uma etapa de forte aceleração da mudança tecnológica, com um novo padrão de organização da produção através de redes que minimizam estoques, desperdícios e tempos de produção que tornam os processos mais rápidos e eficientes;
- que as grandes empresas transnacionais (aquelas que ultrapassam os limites nacionais) são líderes dos processos de formação de blocos comerciais;
- concentração dos mercados dentro dos blocos regionais e o avanço da centralização do capital através de fusões e aquisições nos anos 80, a qual contribuiu para o crescimento de setores oligopólios mundiais, destacando-se a indústria automobilística.

Esta competição tem um objetivo comum: oferecer produtos com qualidade, que satisfaçam os consumidores, que tenham preços acessíveis e com isto, esta se tornando cada vez mais árdua.

As empresas são pressionadas a baixar os preços dos seus produtos, além de estabelecer um sistema de custeio que garanta lucratividade e portanto, elas vêm-se

obrigadas a desenvolverem um sistema de gerenciamento que envolvam níveis competitivos de custos e preços.

Este tipo de sistema tornou-se conhecido como o sistema de Custo-Alvo desenvolvido no Japão no decorrer de alguns anos após a introdução da Engenharia do Valor naquele país (MONDEN, 1999).

A utilização da globalização, da desverticalização, da nova filosofia de manufatura através do condomínio industrial, levou as indústrias automobilísticas (inclusive as produtoras de veículos comerciais) não só a reverem seus conceitos do “negócio principal da empresa” (*core business*), mas também à busca cada vez maior da redução de custos de seus produtos.

Com a idéia de “projetar com o mínimo custo” (*design to minimum cost*), a Engenharia do Produto buscou o apoio de outros setores da empresa (Financeira, Qualidade, Vendas, Planejamento de Custos e Engenharia do Valor) para que esta finalidade pudesse ser atingida.

No âmbito do fator econômico, a relação Preço-Custo vem sendo cada vez mais apreciada não somente na visão do Departamento Financeiro, mas também pelos Departamentos de Engenharia do Produto, Manufatura e Qualidade.

2.2. A Competitividade

No âmbito da competitividade, Porter (1991) define que a Liderança no Custo Total, a Diferenciação e o Enfoque devem ser abordagens estratégicas genéricas que tem o potencial de serem bem sucedidas. Estas são as três estratégias competitivas genéricas para combater as cinco forças competitivas básicas definidas por Porter, as quais são:

1. Entrantes potenciais: ameaça de novos entrantes no mercado;
2. Compradores: poder de negociação dos compradores;
3. Substitutos: ameaça de produtos ou serviços substitutos;

4. Fornecedores: poder de negociação dos fornecedores;
5. Concorrentes na indústria: rivalidade entre as empresas existentes.

Na indústria automobilística nacional (inclusive a fabricante de veículos comerciais), estas cinco forças continuam bem atuantes.

Na década de 90, apareceram entrantes potenciais que se instalaram fora da região do ABC Paulista, tais como a Renault, Audi, Peugeot, entre outras. A rivalidade entre os concorrentes na indústria está sempre presente, como por exemplo para veículos comerciais, a concorrência entre veículos para mesma capacidade de carga. Os produtos substitutos também têm seus destaques, tais como veículos comerciais com motorização eletrônica em lugar daqueles com motorização totalmente mecânica e por fim, o poder dos compradores nas negociações e dos fornecedores (principalmente os monopolistas), são forças atuantes neste segmento de indústria.

As três estratégias genéricas para fazer frente às cinco forças competitivas, abrangem de uma forma geral:

1. Diferenciação: visa a diferenciar o produto criando algo único no âmbito industrial. Alguns métodos de diferenciação visam ressaltar o projeto ou imagem da marca, como por exemplo a Mercedes-Benz na área de automóveis, ter uma excelente rede de revendedores e de peças de reposição;
2. Liderança no Custo total: esta estratégia tornou-se bastante comum na década de 70. Determina forte controle dos custos de manufatura e suas despesas gerais. Visa ao desenvolvimento de produtos projetados para facilitar a fabricação. Um exemplo de aplicação bem sucedida desta estratégia foi na empresa Harnischfeger, construtora americana de guindastes hidráulicos. No ano de 1979, a Harnischfeger reprojeteu seus guindastes, simplificando a fabricação utilizando componentes modulados. Com isto, esta empresa conseguiu baixar o custo do produto, reduzindo também seu

preço. Passou de 15 por cento para 25 por cento da parcela de mercado (PORTER, 1991);

3. Enfoque: visa a combinação das políticas da Liderança no Custo Total e da Diferenciação dirigidas para a meta estratégica em particular.

2.3. A Liderança no Custo Total como objetivo deste trabalho

O ocorrido na empresa Harnischfeger é um exemplo da aplicação da estratégia “Liderança no Custo Total”. Esta estratégia pode ter várias formas de aplicação para enfrentar as cinco forças competitivas.

Uma das formas de obter-se a liderança no custo total é desenvolver um Custo-Alvo de um produto, subdividindo-o até chegar a Custos-Alvo por grupos funcionais (Grupos de Projeto).

O presente trabalho visa formar uma metodologia para elaborar o Custo-Alvo de produtos automotivos de aplicação comercial através da Análise Funcional da Engenharia do Valor.

2.4. Custo-Alvo pela visão da Financeira

“O que não é medido, não é gerenciado” (KAPLAN et al, 1977)

O *Target Cost* ou Custo-Alvo pela visão da área Financeira, apresenta dificuldades de aplicação na prática por dois grandes motivos: pelos custos de materiais brutos e/ou acabados fornecidos por terceiros e pelos custos indiretos ou fixos ligados à manufatura interna que são agregados por mais de um produto.

Exemplos disto são os custos de materiais participantes de *commodities* fornecidos para a empresa por terceiros e custos de depreciações, que por exemplo, participam tanto de um item que necessite a redução de custos como para outro que não.

O conceito deste Custo-Alvo pela visão da Financeira é que o mercado já possui um preço de venda unitário para o produto em estudo e que, em princípio, não é

passível de alteração e com isto a empresa é obrigada a administrar seus custos operacionais para obter a rentabilidade desejada.

A rentabilidade é alinhada com o custo de oportunidade dos acionistas, a qual determina a margem mínima a ser obtida em cada venda do produto (PADOVEZE, 2003).

Conforme Padoveze (2003), o Custo-Alvo unitário de um produto, que neste trabalho poderá ser um veículo de aplicação comercial, pelo conceito da Contabilidade de Custos é definido pela eq.(1):

$$\text{Custo Alvo} = (\text{Preço de Venda unitário}) - (\text{Margem de Lucro Mínimo desejado}) \quad (1)$$

Quando o estudo é dirigido para a Margem de Contribuição, sua definição é dada pela eq.(2):

$$\text{Margem de Contribuição} = (\text{Preço de Venda unitário}) - (\text{Custo Variável unitário} + \text{Impostos}) \quad (2)$$

Horngren; Foster; Datar (1997), definem que o Preço-Alvo unitário é a estimativa de preço do produto que o consumidor potencial está disposto a pagar. Esta visão baseia-se na percepção do valor do produto aceito pelo cliente e dos preços praticados pelos concorrentes.

Diante deste enfoque, a empresa visa o Lucro Operacional-Alvo, que é o lucro operacional que a companhia deseja obter na venda de cada unidade de produto.

Dentro da definição do Custo-Alvo por Horngren; Foster; Datar (1997), ele é a estimativa do custo unitário de um produto, que quando vendido pelo Preço-Alvo, permite que a empresa alcance o Lucro Operacional-Alvo unitário. O Lucro Operacional é definido pela diferença da Receita (Preço de Venda) pelo Custo Total.

Em conseqüência disto, o Custo-Alvo unitário de um produto é definido pela eq.(3):

$$\text{Custo Alvo} = (\text{Preço Alvo unitário}) - (\text{Lucro Operacional Alvo}) \quad (3)$$

2.5. Custo-Alvo pela visão do Desenvolvimento do Produto

O Custo-Alvo de um produto definido por Monden (1999) incorpora a administração do lucro em toda a empresa durante as etapas de desenvolvimento do produto. Esta é a grande diferenciação do Custo-Alvo que é gerado na área Financeira. Isto abrange trabalhos para:

- planejar produtos que tenham a qualidade de agrado do consumidor;
- determinar os Custos-Alvo (inclusive Custos de Investimento Alvo) para que o novo produto gere o Lucro-Alvo necessário a médio ou longo prazos;
- promover maneiras de fazer com que o projeto do produto atinja os Custos-Alvo, satisfazendo simultaneamente as necessidades do consumidor e pronta entrega.

Burman (1998) pesquisou os estudos que mostram que os custos dos produtos estão determinados em setenta e cinco por cento já nas etapas de desenvolvimento do produto.

Ferreira et al (2000) comentam que no processo de desenvolvimento do produto o custo deve ser um parâmetro ativo e não um fator resultante deste processo. Nas empresas que não tratam do gerenciamento do custo do produto desde o seu desenvolvimento, o custo acaba sendo o “fator resultante do processo”, gerando uma situação complicada para atingir o Preço-Alvo e Lucro-Alvo do produto.

O Custeio-Alvo faz com que o custo de um produto seja uma informação de entrada do Planejamento e Desenvolvimento do Produto e não uma saída (TOLEDO; FREIXO, 2000).

Cooper (2002) menciona que o Custeio-Alvo (*Target Costing*) é o primeiro passo no gerenciamento do custo do produto e é uma peça fundamental de um programa de gerenciamento de custo.

Com isto, Cooper (2002) define que o processo de Custeio-Alvo contém três seções genéricas: o Custeio para o Mercado dirigido, o Custeio-Alvo a nível do

Produto e o Custeio-Alvo a nível de Componente.

O relacionamento destas seções: o Gerenciamento do Lucro, a Pressão da Concorrência com a Visão dos Clientes, o Foco na Criatividade do Projetista e do Fornecedor, definem o triângulo do Custeio-Alvo, conforme mostra a Fig. 1:

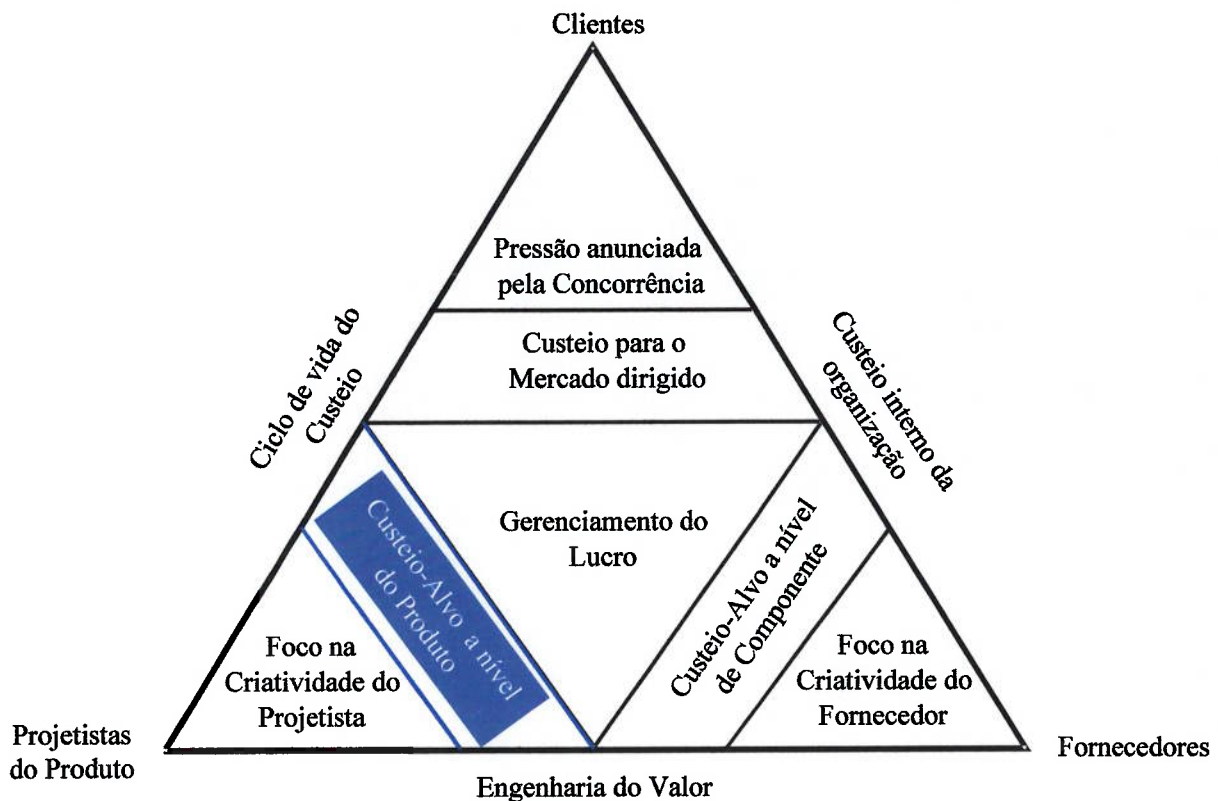


Fig. 1. O triângulo do Custeio-Alvo (COOPER, 2002) .

O objetivo deste trabalho refere-se à seção do Custeio-Alvo a nível do produto representado no triângulo de Cooper. Como já fora mencionado neste capítulo, o objetivo deste custeio é a aplicação em veículos comerciais, determinando Custos-Alvo por partes do veículo, chamados de Grupos de Projeto.

Nota-se que Cooper (2002) cita a Engenharia do Valor (EV) como um dos fatores externos à obtenção do Custo-Alvo. Com a aplicação da EV, pode chegar-se a valores menores do Custo-Alvo, contudo apresentado um bom desempenho e mantendo a boa satisfação do cliente.

Conforme Wu (2000), o Custeio-Alvo assegura boa correspondência para as

necessidades dos clientes, bom entendimento das prioridades das características do produto e o valor que elas provém para os clientes.

Conforme Monden (1999), de uma forma geral, o Custo-Alvo tem dois grandes objetivos:

1. Reduzir os custos de novos produtos de maneira que o Lucro-Alvo possa ser garantido e que estes novos produtos satisfaçam os níveis de qualidade, tempo de entrega e preço exigidos pelo mercado. O Lucro-Alvo é determinado pelos acionistas ou pelo(s) proprietário(s) da empresa;
2. Motivar todos os funcionários a alcançar o Lucro-Alvo durante o desenvolvimento de novos produtos, tornando assim o Custo-Alvo uma atividade da administração do lucro por toda a empresa. Isto mais detalhadamente implica que:
 - a. A organização deve dirigir e motivar o pessoal de vários departamentos a usar sua criatividade e atingir as metas estabelecidas;
 - b. Estabelecer Custos-Alvo para novos produtos, procurando maiores reduções de custos do que aquelas normalmente atingidas durante a etapa de projeto;
 - c. Utilizar a criatividade de pessoas de vários departamentos para elaborar planos alternativos que permitam maiores reduções de custo. Um exemplo disto são campanhas de sugestões aplicadas ao produto em série, visando redução de custo também no novo produto, abrangendo todos os funcionários da empresa.

Wu (2000), assim como Monden (1999), mencionam que a Engenharia do Valor é a “origem do Custeio-Alvo” e ela participa de forma vital neste processo. Wu ainda comenta que para que o Sistema de Custeio-Alvo possa ser bem sucedido, é necessário aplicar a Metodologia do Valor em sua íntegra e definir como são os

passos para interagir o Custeio-Alvo e o processo de gerenciamento do risco.

2.5.1. Etapas para a elaboração do Custo-Alvo

As quatorze etapas do modelo de elaboração do Custo-Alvo no desenvolvimento do produto, tem por base o proposto por Monden (1999) e também podem ser aplicadas a veículos comerciais. A seguir são apresentadas treze das quatorze etapas:

Etapa 1. Planejamento do ciclo de vida para um novo produto específico: O planejamento do produto cria um plano de ciclo de vida, incluindo planos para a vida de um novo produto, incluindo horas de trabalho com pessoal de projeto, desenvolvimento de protótipos, o *setup* da produção e os equipamento/máquinas correspondentes. Este ciclo de vida é relativo ao tempo de fabricação do veículo para o mercado.

Etapa 2. Planejamento de Lucro de médio e longo prazos e plano geral de novos produtos: Nesta etapa, os planejadores criam planos de lucro para médio prazo (por exemplo de três anos) e/ou de longo prazo (por exemplo de cinco anos). Este lucro médio tem por base o lucro desejado, o qual é denominado de Lucro-Alvo, definido pelos acionistas ou proprietário(s) da empresa.

Etapa 3. Merchandising: A área de *merchandising* realiza pesquisas de mercado, avaliando os resultados em três âmbitos: atenção para as necessidades dos usuários, a análise das tendências entre as montadoras de veículos que são competidoras e na identificação de assuntos pertinentes à qualidade com respostas dos usuários.

Etapa 4. Conceituação do produto e proposta de desenvolvimento: Parte deste processo é a avaliação das necessidades dos usuários, das tendências competitivas e das questões de qualidade. A conceituação do produto inclui os propósitos para o qual será fabricado o veículo, ou seja, o potencial de mercado, a imagem do estilo de

vida do usuário, o tipo de carroceria (por exemplo, para um caminhão, a preferência por cabina avançada), as principais funções dos componentes e o tamanho (por exemplo, a capacidade de carga de um veículo comercial).

Etapa 5. Plano detalhado de desenvolvimento e diretriz de desenvolvimento: Inclui a decomposição detalhada da proposta de desenvolvimento, especificando o plano de projeto do estilo do veículo e elementos estruturais.

Etapa 6. Determinação do preço de venda: Com base no Lucro-Alvo, determina-se o Preço-Alvo de venda. Os planejadores estudam também os preços de vendas reais de produtos de outras montadoras, assim como suas funções (grau de função e desempenho).

Etapa 7. Estabelecimento do Custo-Alvo para o produto (veículo): O Custo-Alvo é o custo por veículo onde deseja-se alcançar o Lucro-Alvo estabelecido. A eq.(4) apresenta de forma genérica, o Custo-Alvo de um produto obtido através do Preço-Alvo e Lucro-Alvo de venda. Este custo contém os custos sujeitos e não sujeitos às reduções de custo:

$$\text{Custo Alvo} = (\text{Preço Alvo de venda}) - (\text{Lucro Alvo de venda}) \quad (4)$$

Etapa 8. Proposta de investimentos na planta: Com base na conceituação do novo produto, são elaboradas propostas de investimentos na planta para atender a fabricação dos novos componentes e da montagem.

Etapa 9. Dividir o Custo-Alvo em Elementos Funcionais e de Custo: O Departamento de Planejamento de Custos e Engenharia do Valor, em apoio ao Departamento de Planejamento de Engenharia, elabora a decomposição do Custo-Alvo, estabelecendo-o por elementos funcionais para cada Grupo de Projeto (GP). Após a elaboração do Grau de Necessidade da Função (GNF) estabelecido pela Metodologia do Valor (Diagrama de Mudge), é elaborada a Matriz Função (Método

Custos versus GNF), determinando os Custos por Função, que serão os Custos-Alvo para cada função de um determinado Grupo de Componentes.

Etapa 10. O projeto do produto e as atividades de construção do custo: Com a realização da etapa 9, além do trabalho tradicional da Engenharia do Produto de elaborar o projeto do produto (desenhos, dimensionamento e documentação de liberação para a produção), a meta da Engenharia do Produto é trabalhar com os Custos-Alvo por Função determinados na etapa 9. Os projetistas trabalham no sentido de “projetar para o custo” (*design to cost*). A Engenharia do Produto deve trabalhar sob metas, ou seja, obter as duas funções requeridas: Custos-Alvo por Função e Qualidade.

Etapa 11. Estimativas de custos na etapa de projeto: De acordo com os Custos – Alvo determinados na etapa 9, o Departamento de Planejamento de Custos e Engenharia do Valor elabora os Custos de Fabricação de todos os Grupos de Projeto, formando assim o Custo Industrial do produto, calculados pela eq.(5):

$$\text{Custo Industrial} = (\text{Custos de Material Direto}) + (\text{Custos de Mão de Obra Direta}) + (\text{Custos relativos às Despesas de Fabricação}) \quad (5)$$

Etapa 12. Plano de Transferência para a Produção: A empresa deve elaborar um plano para que as expectativas relativas aos valores dos Custos-Alvo e Lucro-Alvo possam ser atingidas, elaborando um acompanhamento das compras de matérias-primas, componentes acabados, instalações de máquinas/equipamentos e planos de processos relacionados com a manufatura do novo produto.

Etapa 13. Avaliação de Desempenho do Planejamento de Custo: A Avaliação de Desempenho dos resultados do Custo-Alvo é feita depois que o novo veículo tenha atingido a etapa de início de produção. O acompanhamento dos relatórios gerados na área financeira deve ser feito para a verificação do cumprimento das metas-alvo.

2.5.2. Plano de desenvolvimento de Novo Produto Individual

Conforme Monden (1999), o Plano de Desenvolvimento de Novo Produto Individual é um plano de lucro relativo à vida do modelo de um determinado produto, no caso deste trabalho, um veículo de aplicação comercial. Ele será detalhado no item 2.5.4.

2.5.3. *Merchandising*

De acordo com a abordagem de Monden (1999), o *merchandising* inicia-se com estudos relativos ao mercado e tem um planejamento localizado nos tipos de produtos que devem ser introduzidos e em quais mercados, além da maneira como os produtos devem ser associados com seus segmentos mais receptivos.

O *merchandising* gera apenas conceitos gerais dos tipos de produtos.

As três principais tarefas do *merchandising* são:

- entender os mercados;
- definir a sua segmentação (ou posicionamento dos produtos);
- deixar claro os conceitos dos produtos.

O objetivo do *merchandising* é entender quais são os tipos de produtos demandados, levando em conta as tendências de mercado atuais e do ambiente de mercado, além de fornecer as informações necessárias para estabelecer um conceito de planejamento do produto para o desenvolvimento de novos produtos.

2.5.4. A Conceituação do Produto e o Plano detalhado de Desenvolvimento

Monden (1999) define que a Conceituação do Produto é o processo pelo qual a gerência do Departamento do Planejamento de Engenharia determina a configuração

das novas características do produto, a escala de produção e outros conceitos fundamentais do mesmo.

Um modelo do plano de conceituação para um veículo comercial baseado no de Monden é apresentado na Fig. 2:

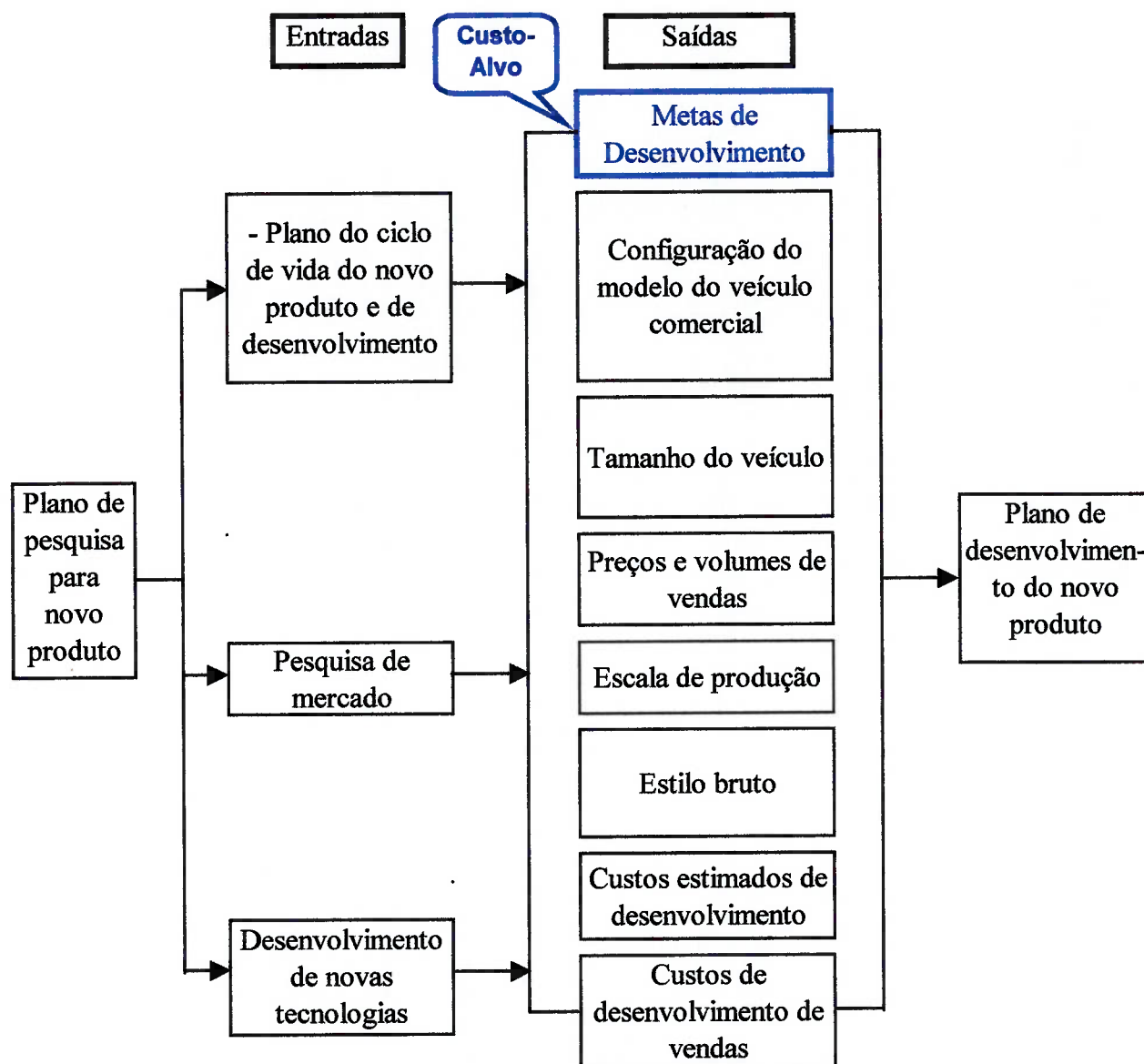


Fig. 2. Conceituação para novos produtos .

A seguir são apresentadas em detalhes as entradas e saídas da conceituação de um novo produto:

- Entradas:

1. O Plano do ciclo de vida do novo produto na produção e o Plano de Desenvolvimento corporativo deste;
2. As informações da pesquisa de mercado e o Plano de *Merchandising*;
3. As informações sobre o desenvolvimento de tecnologias de ponta.

- Saídas:

O resultado é o Plano Desenvolvimento que contém:

1. Metas de desenvolvimento:

1.1. Usar normas da legislação governamental, tanto técnicas como ambientais;

1.2. Previsões sobre o modelo de veículo da concorrência;

1.3. Modelo de veículo da empresa, onde os pontos devem ser tratados com relação a:

- Qual será o posicionamento do novo veículo no mercado e a mudança de conceito?
- Quais serão os pontos de venda do novo modelo com relação aos veículos da concorrência? Mercado local ou para exportação?
- Qual é a imagem do novo projeto?
- Quais são as especificações do novo veículo (capacidade de carga, distância entre eixos, altura do chassi, motorização e trem de força para veículos comerciais)?

- Quais são os “pontos difíceis” no projeto do novo veículo e sua estrutura?
- Quais são os mecanismos novos que terá o veículo?
- Quais peças ou módulos (*kits*) serão comuns a outros veículos?
- Qual será a duração da vida do novo modelo no mercado? Este item é muito importante para definir o tempo de abastecimento de componentes de reposição para os clientes e para o horizonte de cálculo para a análise de viabilidade econômica (rentabilidade e tempo de retorno do projeto de investimento do novo produto);
- Qual será o preço de venda? Definição do Preço-Alvo de venda do veículo;
- Qual é o custo do veículo? Definição do Custo-Alvo do veículo e Custos-Alvo por Função;

2. Configuração do modelo do veículo comercial:

- 2.1. Destino: dividido em regiões de vendas domésticas e internacionais;
- 2.2. Tipo de carroceria ou de chassi para veículos comerciais;
- 2.3. Trem de força (motor, câmbio, eixos, cardan), sistema de frenagem, suspensão e elétrica;

3. Tamanho: comprimento total, largura, altura do chassi, distancia entre eixos (para veículos comercias);

4. Preços e volumes de vendas para o mercado doméstico e exterior;

5. Escala de produção e investimentos na planta;
6. Estilo bruto: imagens elaboradas por modelos (trabalhos de modelação);
7. Custos estimados de desenvolvimento: custos de desenvolvimento de protótipos e de testes;
8. Custos de desenvolvimento de vendas (propagandas, etc).

A seguir, é apresentada uma relação detalhada dos investimentos e custos relativos às despesas mais comuns no Planejamento de Desenvolvimento de um novo veículo comercial (DAIMLERCHRYSLER, 2002):

1. Investimentos:

- Máquinas;
- Instalações fixas para transporte;
- Meios de Produção (Ferramentais/Dispositivos) internos;
- Ferramentais de Terceiros;
- Meios de Transporte para a fábrica;
- Equipamentos para fábrica;
- Protótipos para Clientes;
- Área para a produção;
- Instalações fabris.

2. Custos /Despesas:

- Desenvolvimento (Projeto)/Experiência (Testes);
- Vendas;
- Planejamento de implantação do projeto na área de Manufatura e Financeira;
- Gerenciamento do Projeto (Grupos multifuncionais);
- Remanejamento industrial;
- Início de produção;
- Protótipos (Montabilidade/Testes funcionais).

Estes custos/despesas são ainda subdivididos em:

2.1. Desenvolvimento:

- Engenharia de Produto: projetos internos e de terceiros;
- Engenharia Experimental: Testes funcionais, durabilidade e em dinamômetros;
- Estilo;
- Liberação;
- Homologação;
- Viagens.

2.2. Vendas (custo de introdução no mercado):

- Marketing;
- Literatura Técnica;
- Publicidade:
- Imprensa:
- Eventos;
- Pós-Vendas;
- Garantia;
- Treinamento de Vendas;
- Viagens.

2.3. Planejamento de implantação do projeto na área de Manufatura:

- Engenharia Reversa;
- Planejamento de Investimentos e Custos /Despesas;
- Planejamento Integrado de Início de Produção;
- Preços Objetivos para apoiar a área de compras nas negociações com fornecedores;
- Engenharia de Fábrica;
- Centro de Tecnologia;
- Meios de Produção;
- Horas contratadas;
- Serviços de processamento de dados;

- Consultorias;
- Viagens.

2.4. Planejamento e implantação na área Financeira:

- *Controlling* de Produtos e Processos;
- *Controlling* de Despesas e Resultados;
- Compras de Material Direto e Indireto;
- Treinamento;
- Viagens.

2.5. Gerenciamento do Projeto:

- Gerenciamento de Prazos/Cronograma;
- Custo do Produto;
- Horas contratadas;
- Treinamento;
- Viagens.

2.6. Remanejamento industrial

- Demolição/Desativação;
- Lay-out da fábrica;
- Mudanças;
- Obras civis;
- Obras Industriais.

2.7. Início de Produção

- Processos para início de produção : Linha Piloto, Pré-Série;
- Transição para produção seriada;
- Treinamento;
- Perdas/Refugos.

2.8. Protótipos

- Material;

- Mão-de-Obra;
- Ferramentais provisórios.

2.5.5. Determinação do Custo-Alvo para os Produtos

Monden (1999) define que há dois métodos para estabelecer os Custos-Alvo para os produtos:

1. O método de vendas com base no preço. O Custo-Alvo por este método é definido pela diferença entre o Preço-Alvo e o Lucro-Alvo, conforme definido anteriormente pela eq.(4);
2. O método baseado no custo estimado por unidade de produto. Neste caso, o Custo-Alvo por produto é definido pela eq.(6):

$$\text{Custo Alvo} = (\text{Custo estimado}) - (\text{Alvo de melhoria lucro}) \quad (6)$$

O Custo estimado por veículo é calculado pela eq.(7):

$$\text{Custo estimado} = (\text{Custo do modelo atual}) + (\text{Variações de custo pelas mudanças de projeto}) \quad (7)$$

O Alvo de melhoria lucro é determinado pela eq.(8):

$$\text{Alvo de melhoria lucro} = (\text{Lucro Alvo}) - (\text{Lucro estimado}) \quad (8)$$

O método adotado neste trabalho é determinar o Custo-Alvo partindo do Preço-Alvo e do Lucro-Alvo e subdividindo-o em Custos-Alvo por Função, ou seja, para cada grupo que desempenha funções específicas no veículo. Esses grupos são subdivisões de um veículo e são chamados neste trabalho de Grupos de Projeto (GP), tais como:

- motor;
- eixos;
- chassi;
- freios (eixos e circuito);

- direção;
- câmbio;
- rodas/pneus;
- elétrica/eletrônica;
- sistema de exaustão;
- suspensão, etc.

Na determinação do Custo-Alvo do novo produto, no caso de um veículo automotivo de aplicação comercial, toma-se por base um veículo já em produção (referência) e que tem características técnicas próximas daquele que está sendo projetado.

Essas características técnicas para um veículo de aplicação comercial podem ser:

- capacidades de carga próximas;
- potências de motorização próximas;
- mesmas distâncias entre-eixos;
- chassi com características técnicas próximas;
- sistemas de transmissão de força semelhantes, etc.

A Fig. 3 representa a determinação do Custo-Alvo total para projetos de um veículo a partir do Preço-Alvo, Lucro-Alvo, Impostos e Custos Fixos/Indiretos:

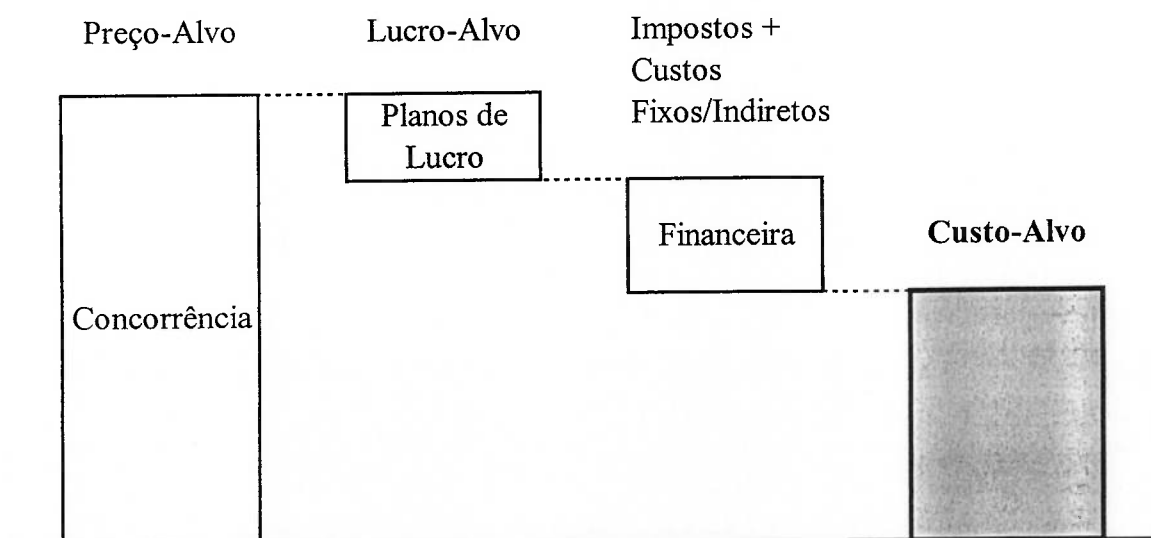


Fig. 3. Custo-Alvo total para projetos.

Observa-se que o Custo-Alvo total para projetos do novo veículo representado pela Fig. 3, foi determinado subtraindo-se do Preço-Alvo, o Lucro-Alvo e os Impostos mais os Custos Fixos/Indiretos, com base nos custos atuais do veículo de referência. Esta notação em comparação com a definição genérica apresentada na eq.(4) que é a subtração do Preço-Alvo e do Lucro-Alvo, inclui os Impostos mais os Custos Fixos/Indiretos, pois estes não estão sujeitos a atividades de redução de custo. Neste caso, o Custo-Alvo resultante (Custos Diretos/Variáveis) são custos que estão sujeitos a atividades de redução de custo.

Subdividindo-se este Custo-Alvo total do novo veículo para cada Grupo de Projeto (GP) que representam custos por funções específicas para cada GP, eles são determinados conforme é representado na Fig. 4:

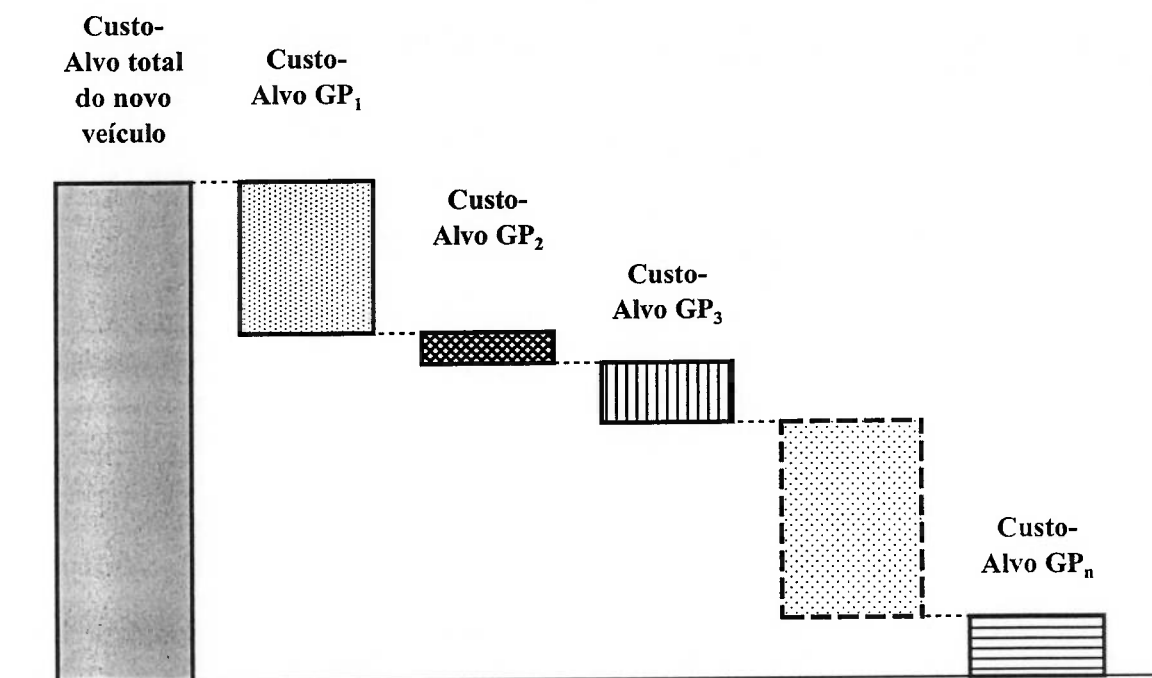


Fig. 4. Custos-Alvo dos Grupos de Projeto.

Escolhendo um GP, pode-se subdividir o Custo-Alvo do GP em Custos-Alvo por Função, conforme está ilustrado na Fig. 5:

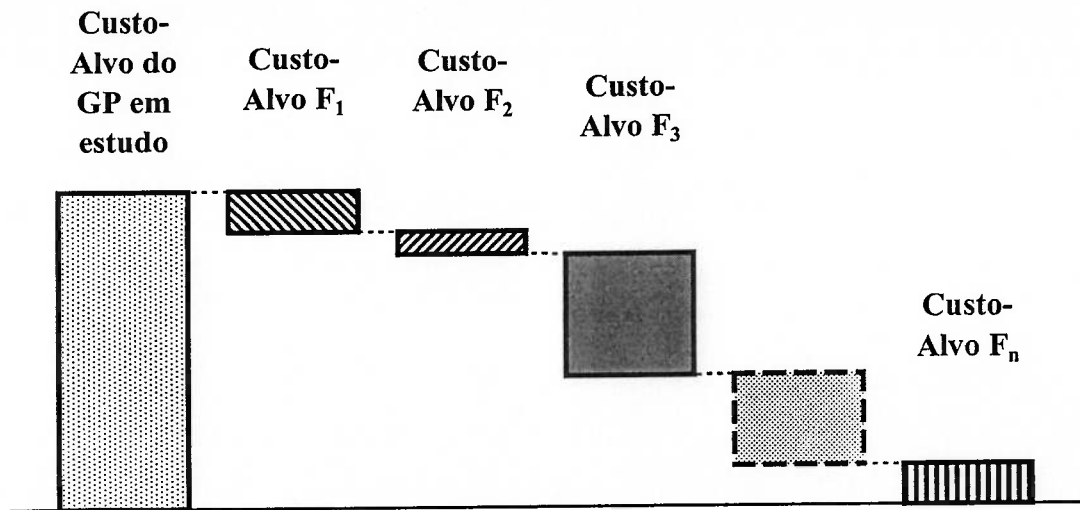


Fig. 5. Custos-Alvo por Função.

O Custo-Alvo total do veículo em projeto também pode ser revisado pela aplicação da Análise do Valor, com novo estudo de suas funções e seus valores (custos), podendo-se obter um Custo-Alvo ainda menor para o novo produto, conforme é indicado na Fig. 6:

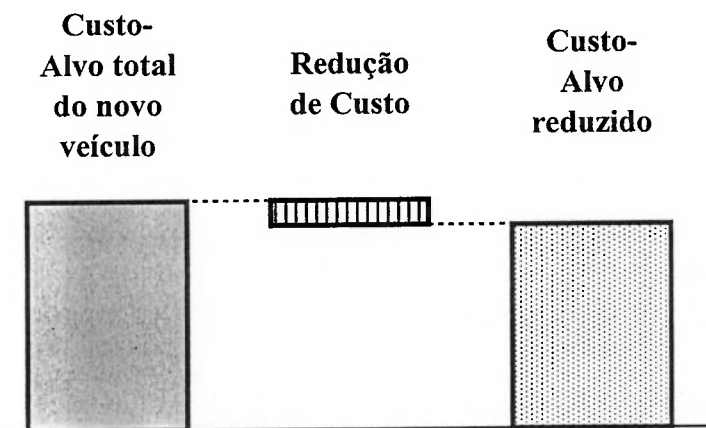


Fig. 6. Redução do Custo-Alvo total pela Análise do Valor.

3. FORMAÇÃO DO SISTEMA DE CUSTEIO E DE PREÇO

Para uma melhor compreensão do Custo-Alvo através da análise Funcional da Engenharia do Valor, faz necessário conhecer-se basicamente a formação do custo de um produto.

Costa (2003) define que o objetivo de todo método de custeio existente é o estudo detalhado dos custos e das despesas diretas e indiretas ligados à manufatura e a forma de atribuí-los a cada produto, individualmente.

Com o intuito de poder conhecer qual sistema contábil trata da formação de custos, temos a seguir as definições conceituais entre as áreas Contábeis Financeira, Gerencial e de Custos.

Atkinson et al, (1995) definem as principais características da Contabilidade Financeira e da Contabilidade Gerencial da seguinte forma:

- Contabilidade Financeira: é um processo que elabora demonstrativos financeiros para entidades e usuários externos, tais como acionistas, credores e Governo. Este processo é restringido por padrões regidos por órgãos oficiais, autoridades fiscais e por requisitos de auditoria de instituições independentes de contadores;
- Contabilidade Gerencial: é um processo que elabora informações financeiras e operacionais para os empregados e gestores da empresa. Este processo deve ser dirigido pelas necessidades de informações para indivíduos internos à empresa e se presta para orientar decisões operacionais e de investimentos.

Costa (2003) define que a Contabilidade de Custos originalmente se presta às formas de acumular e provisionar custos históricos aos produtos e departamentos, primeiramente com o objetivo de valorizar estoques e determinar a renda a ser tributada. Atualmente, a Contabilidade de Custos chega a confundir-se com a Contabilidade Gerencial, devido ao fato de servir a múltiplos objetivos.

Com respeito à terminologia e conceitos gerais adotados pela maioria dos autores e estudiosos da área de custos de produção, Oliveira; Perez (2000), definem:

- a. Desembolsos: Saídas de dinheiro do caixa ou de contas bancárias da empresa. Eles podem ocorrer antes, no momento ou depois da ocorrência dos gastos. Nesta ordem de ocorrência, podemos ter os seguintes exemplos: compras antecipadas de matérias-primas, aquisição de peças para manutenção imediata e salários de pessoas que trabalharam em determinado mês, porém pagos no quinto dia útil do mês subsequente;
- b. Gastos: consumo genérico de bens ou serviços, ou melhor, dos fatores de produção. Dependendo da aplicação, o gasto poderá ser classificado em custos, despesas, perdas ou desperdícios:
 - b.1. Custos: gastos ocorridos no processo produtivo de bens ou serviços;
 - b.2. Despesas: são os gastos relativos aos bens ou serviços consumidos no processo de geração de receitas;
 - b.3. Perdas: gastos anormais ou involuntários que não geram um novo bem ou serviço, nem tampouco receitas. Exemplo: material com prazo de validade vencido;
 - b.4. Desperdícios: gastos incorridos no processo produtivo que podem ser eliminados sem prejuízo da qualidade ou quantidade de bens. Exemplo: retrabalhos decorrente de defeitos de fabricação.

3.1. Classificação dos Gastos

Os gastos, tanto custos como despesas, podem ser definidos em variáveis e fixos.

3.1.1. Custos Fixos

São aqueles custos que permanecem constantes dentro de determinada capacidade instalada, independentemente do volume de produção. Exemplos de alguns custos fixos:

- salários e encargos sociais das chefias dos departamentos de manufatura, encarregados, pessoal técnico e dos funcionários ligados à segurança da empresa;
- aluguéis dos prédios e/ou das máquinas produtivas;
- depreciações dos prédios e/ou máquinas produtivas.

3.1.2. Despesas Fixas

São aquelas despesas que permanecem constantes dentro de determinada faixa de atividades geradoras de receitas, independentemente do volume de vendas, tais como:

- honorários, salários e encargos sociais dos diretores da empresa e dos funcionários administrativos;
- despesas financeiras;
- despesas com aluguéis e seguros.

3.1.3. Custos Variáveis

São aqueles custos que mantêm uma relação direta com o volume de produção ou serviço e que podem ser identificados com os produtos.

Os custos variáveis crescem à medida que o volume de atividades da empresa aumenta. Geralmente, para a grande maioria dos sistemas de custeio existentes, os custos variáveis são:

- custos de matérias-primas e/ou componentes acabados comprados por fornecedores da empresa;
- custos de Mão-de-obra Direta (MOD);

- encargos sociais relativos à MOD;
- custos relacionados com a fabricação dos produtos, assim como custos de manutenção de máquinas, consumo de ferramentas desgastáveis, encargos sociais da mão-de-obra direta e outros custos identificados como variáveis durante o processo de manufatura.

3.1.4. Despesas Variáveis

Analogamente aos Custos Variáveis, as Despesas Variáveis são aquelas que variam proporcionalmente às alterações no volume de receitas. Por exemplo:

- os impostos que incidem sobre o faturamento;
- as comissões dos vendedores sobre as vendas e os serviços;
- os gastos com os fretes para entrega dos produtos vendidos;
- os gastos com o faturamento e as cobranças das vendas a prazo.

Em uma determinada análise de redução de custo de um produto, seja ela elaborada ou não pelo emprego da Metodologia do Valor (AV/EV), geralmente o principal objetivo é a redução dos Custos Variáveis, ou seja, redução dos Custos de Materiais Diretos, Mão-de-Obra Direta e os demais custos relacionados ao processo de fabricação. Estes custos são facilmente identificáveis. Na análise de redução do Custo-Alvo, estes custos são aqueles que foram citados como “sujeitos a redução de custo” (MONDEN, 1999).

Os Custos Fixos, principalmente os salários e encargos sociais das chefias dos Departamentos de Manufatura, encarregados, pessoal técnico, depreciações de máquinas, não são diretamente o objetivo da redução de custo pela análise da AV/EV, pois não são valores facilmente identificáveis nos estudos.

3.2. Sistemas de Custeio

Conforme Neves (1981), um sistema de custeio industrial é o conjunto de procedimentos e critérios de cálculo racionais e consistentes, utilizados para transformar despesas classificadas segundo sua natureza, em custos de produção e de serviços, no nível de desagregação desejado pela administração.

Segundo Costa (2003), o sistema de custeio tem os seguintes objetivos:

- avaliação de ativos fabricados;
- apuração de resultados;
- análise de rentabilidade;
- controle de operações;
- subsídio para formação de preços de vendas;
- subsídio para planejamento de operações.

A estruturação de um sistema de custeio, conforme Neves (1981), pode ser feita de diversas formas, porém obedece as seguintes considerações:

1. Características essenciais do sistema: identificam o sistema quanto à natureza do custo apurado;
2. Características secundárias do sistema: estão ligadas às características fundamentais ou dizem respeito à estrutura do sistema. Elas podem ser a apropriação de custos por taxas horárias ou unidades produzidas, o custo extra contábil ou integrado nos livros e o elenco dos centros de responsabilidade (centros de custo);

3. Critérios de avaliação e apropriação: são por exemplo, o método de avaliação do consumo de matérias-primas, a determinação de bases de apropriação aos centros de responsabilidade e a apuração ponderada de custos aos produtos;
4. Procedimentos de cálculo: são as rotinas de apuração de custos. Atualmente são elaboradas por processamento eletrônico. No passado, utilizavam-se mapas por elaboração manual.

3.2.1. Classificação dos Sistema de Custeio

Nakagawa (1994) define que os seguintes sistemas tradicionais de custeio são determinados pelo VBC (*Volume Based Costing*):

- a. Custeio Real ou Padrão;
- b. Custeio Direto ou Variável;
- c. Custeio por Absorção.

Nakagawa (1994) menciona que apesar destes sistemas serem tradicionais, eles tem suas próprias e específicas áreas de eficácia e não devem ser considerados como plenamente substituíveis quando forem comparados com o sistema mais “moderno” e definido como Custeio Baseado em Atividades, também conhecido como Custeio ABC (*Activity Based Costing*).

3.2.2. Sistema de custeio RKW ou das Seções Homogêneas

Conforme Oliveira; Perez (2000), o método RKW (*Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit*), foi desenvolvido na Alemanha no início do século XX. Segundo Ibusuki (2003), uma tradução simplificada deste termo é “Ministério para a Economicidade”.

Naquela época, as Despesas Administrativas, Comerciais e Financeiras não eram relevantes, pois todos os esforços estavam concentrados na produção.

Este método continua sendo o mais utilizado pelas empresas como sistema de custeio para apurar o custo industrial ou de produção. Ele é a base do sistema do custeio por Absorção.

Allora (1985) caracteriza o Sistema RKW ou das Seções Homogêneas através do fato da atividade produtiva de cada seção poder ser medida por uma unidade de medida de trabalho abstrata (*Arbeitseinheit*). Esta unidade mede toda a produção que passa pela seção, por mais diversificada que possa ser. Para que esta unidade de medida de trabalho possa existir, a seção deve ser realmente homogênea.

Uma seção homogênea significa que as operações de fabricação desenvolvidas sejam da mesma natureza e intensidade. Por exemplo, uma seção de tornos mecânicos similares é homogênea, assim como uma seção de máquinas injetoras de plástico de capacidades próximas (quilogramas de peças a serem injetadas). Uma seção de prensas com capacidade de 20 a 200 toneladas força, não é uma seção homogênea.

Há empresas que dividem estas seções em Centros de Custos (CC) e este critério não condiz com o RKW original, pois dentro de cada CC não se tem sempre máquinas similares.

É apresentado a seguir um descritivo sucinto sobre a formação de custos pelo RKW, pois ele se apresenta de forma bem parecida quanto à determinação dos rateios em comparação com o sistema por Absorção (DAIMLERCHRYSLER, 2004).

O sistema de custeio RKW classifica os gastos quanto às variações no volume de atividades produtivas e de vendas, ou seja, em custos e despesas variáveis e fixos.

A soma dos custos variáveis com os fixos são denominados custos totais. Esta denominação é a mesma com respeito às despesas.

3.2.2.1. Apropriação do Custo de Material Direto

O valor correspondente à Matéria-Prima (MP) Direta (material que compõe o produto) é apurado através do produto de seu preço unitário (\$ por quilo, metro, litro,

etc) sem o imposto ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) e sem as contribuições PIS (Programa de Integração Social) e COFINS (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social), multiplicado pela quantidade bruta utilizada na confecção de determinada peça.

Para materiais como peças brutas oriundas dos processos de fundição, forjamento e peças acabadas adquiridas de terceiros (elementos normalizados, peças plásticas, etc), o custo de Material Direto é determinado retirando o ICMS * , o PIS e a COFINS * do preço adquirido, pois eles são recuperáveis quando na formação do preço do produto, ou seja, são retirados do Custo de Material Direto e recolocados no preço do produto final.

3.2.2.2. Apropriação das Despesas Gerais de Material Direto (DGM)

A Taxa relativa às Despesas Gerais de Material Direto é um percentual aplicado sobre o valor da matéria-prima para cobrir os custos oriundos do processo de Compras, Inspeção, Laboratório de Recebimento, Almoxarifado, entre outros. É um rateio dos *Budgets* destes setores sobre o Custo de Material Direto planejado para o período de um ano, conforme mostra a eq.(9):

$$\text{Taxa DGM (\%)} = \frac{\sum \text{Custos dos } \textit{Budgets} \text{ envolvidos} + \text{ outros Custos}}{\sum \text{Custos de Material Direto planejado para determinado ano}} \times 100 \quad (9)$$

 * Conforme Legislação Governamental aplicada a partir de 01/08/2004 (DAIMLERCHRYSLER, 2004).

Com isto, o valor relativo às Despesas Gerais de Material Direto (DGM) é calculado pela eq.(10):

$$\text{DGM} = (\text{Taxa DGM } \%) \times (\text{Custo de Material Direto}) \quad (10)$$

3.2.2.3. Apropriação da Mão-de-Obra Direta (MOD)

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 de qualidade, etc.

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

Para o valor pago de MOD em uma peça, multiplicamos o tempo padrão por operação pelo valor médio de salário direto pago nos setor produtivo, também chamado comumente de Centro de Custo (CC) em que a peça sofreu as operações de fabricação.

O Custo de MOD é calculado pela eq.(11), onde o Salário Médio é também chamado de Fator Salarial do CC (FS):

$$\text{MOD} = (\text{Tempo de Execução}) \times (\text{Salário Médio do CC}) \quad (11)$$

3.2.2.4. Apropriação das Despesas Gerais de Fabricação (DGF)

As Despesas Gerais de Fabricação nada mais são do que os custos variáveis, custos fixos e despesas fixas que uma empresa tem para a obtenção de seus produtos finais.

São controláveis em cada setor produzido da fábrica, cuja apuração é feita anualmente e o seu montante encontra-se localizado nos balancetes anuais.

Como exemplo, é apresentado a seguir alguns tipos dessas despesas:

- salários indiretos ligados à manufatura (fixo);
- encargos sociais sobre a Mão-de-Obra Direta (variável);
- encargos sociais sobre a Mão-de-Obra Indireta (fixo);
- seguros de prédios, máquinas e equipamentos (fixo);
- depreciações de máquinas, instalações e prédios (fixo);
- energia elétrica (variável);
- materiais indiretos, tais como ferramentas desgastáveis, lubrificantes, etc. (variável)

As DGF dos setores auxiliares são rateadas sobre os setores produtivos (CC) segundo normas preestabelecidas. Como o denominador comum para a apuração dos custos operacionais é o tempo de fabricação, devemos ter um valor de custo/tempo para cada setor (\$/hora) ou um percentual sobre o custo de Mão-de-Obra Direta, denominada de Taxa da DGF, conforme é demonstrada pela eq.(12):

$$\text{Taxa DGF (\%)} = \frac{\sum \text{Custos e Despesas de Fabricação do CC}}{\sum \text{Salários relativos à MOD do CC}} \times 100 \quad (12)$$

O valor relativo às Despesas Gerais de Fabricação (DGF) é calculado pela eq.(13):

$$DGF = (\text{Taxa DGF } \%) \times (\text{MOD}) \quad (13)$$

Outro critério que é adotado pelas maiorias das empresas que utilizam o sistema RKW, é valorizar os custos relativos à Máquina em separado da DGF, tanto para os custos variáveis, como para os fixos. Este critério chama-se “Custo Máquina” e é calculado pela Taxa Hora Máquina multiplicado pelo tempo de execução do produto, conforme é apresentado na eq.(14):

$$\text{Custo Máquina} = (\text{Tempo Máquina}) \times (\text{Taxa Hora Máquina}) \quad (14)$$

O Custo Hora Máquina é composto pelos seguintes custos:

- depreciação da máquina (fixo);
- energia elétrica consumida pela máquina para a fabricação dos produtos (variável);
- seguro da máquina (fixo);
- manutenção da máquina (fixo e/ou variável);
- outros custos que estão alocados na DGF (materiais indiretos consumidos pela máquina para a fabricação dos produtos).

Com a valorização do Custo Máquina em separado da DGF, a despesa restante é geralmente chamada de Despesa Geral Residual (DGR). A taxa da DGR é calculada conforme a eq.(15):

$$\text{Taxa DGR } (\%) = \frac{\sum \text{Custos e Despesas de Fabricação sem Custos Máquina do CC}}{\sum \text{Salários relativos à MOD do CC}} \times 100 \quad (15)$$

A Despesa Geral Residual (DGR), é calculada pela eq.(16):

$$\text{DGR} = (\text{Taxa DGR \%}) \times (\text{MOD}) \quad (16)$$

Com isto, a DGF é a soma do Custo Máquina e da DGR, como mostra a eq.(17):

$$\text{DGF} = (\text{Custo Máquina}) + (\text{DGR}) \quad (17)$$

Com relação à classificação dos gastos quanto às variações no volume das atividades produtivas e de vendas, estes custos são classificados em:

- a. Custo de Material Direto: custo variável;
- b. Despesa Geral de Material Direto: custo variável e também fixo, devido às taxas calculadas serem variáveis e fixas;
- c. Custo de Mão-de-Obra Direta: custo variável;
- d. Despesa Geral de Fabricação: custo variável e também fixo, devido às taxas calculadas serem variáveis e fixas;
- e. Custo Máquina: custo variável e também fixo, devido às Taxas Hora Máquina calculadas serem variáveis e fixas;
- f. Despesa Geral Residual: custo variável e também fixo, devido às taxas calculadas serem variáveis e fixas.

Em todas as situações anteriores em que se encontram custos variáveis e fixos, define-se o custo total, que é a soma dos custos variável e dos custos fixos.

3.2.2.5. Custo Industrial (CI)

Define-se Custo Industrial como sendo o somatório dos Custos de Material Direto, Despesas Gerais de Material, Custo de Mão-de-Obra Direto, Despesas Gerais de Fabricação ou Custo Máquina com Despesas Gerais Residuais. A eq.(18) mostra a formação do Custo Industrial variável (CI_v) e a eq.(19) o Custo Industrial total (CI_t):

$$CI_v = (\text{Custo de Material Direto}) + (DGM_v) + (MOD) + (DGF_v) \quad (18)$$

$$CI_t = (\text{Custo de Material Direto}) + (DGM_t) + (MOD) + (DGF_t) \quad (19)$$

Nos estudos de redução de custo pela Metodologia do Valor (AV/EV), analisam-se os custos a nível do Custo Industrial variável, pois conforme já mencionado, os custos variáveis são sujeitos diretamente às alterações de produtos.

Para o cálculo do Custo Industrial considerando-se o Custo Máquina e a Despesa Geral Residual, a eq.(20) representa o Custo Industrial variável (CI_v) e a eq.(21) o Custo Industrial total (CI_t):

$$CI_v = (\text{Custo de Material Direto}) + (DGM_v) + (MOD) + (\text{Custo Máquina}_v) + (DGR_v) \quad (20)$$

$$CI_t = (\text{Custo de Material Direto}) + (DGM_t) + (MOD) + (\text{Custo Máquina}_t) + (DGR_t) \quad (21)$$

3.3. Formação do Preço

O sistema de custeio RKW permite agregar o conceito de *Mark up* (MU) para a formação do preço. O MU é composto por (MERCEDDES-BENZ, 1998):

- Margem (X %);
- Impostos, como o ICMS e Contribuições tais como o PIS, a COFINS e a CPMF ** (Y%);
- Despesas Administrativas e Comerciais (Z%) .

O *Mark up* é o somatório dos percentuais que representam a Margem, o Imposto, as Contribuições e as Despesas Administrativas e Comerciais (Desp. Adm/Com). Ele é definido sobre o preço, conforme a demonstração da eq.(22) :

$$\text{Preço} = \text{CI} + \text{Margem} + \text{Impostos} + \text{Desp. Adm/Com}$$

$$\text{Preço} = \text{CI} + (\text{X}\% \times \text{Preço}) + (\text{Y}\% \times \text{Preço}) + (\text{Z}\% \times \text{Preço})$$

Isolando o Custo Industrial (CI) e colocando em evidência o Preço, tem-se:

$$\text{Preço} - \text{Preço} \times \left(\frac{\text{X}\% + \text{Y}\% + \text{Z}\%}{100} \right) = \text{CI}$$

e sendo o MU a soma da Margem, do Imposto, das Contribuições e Despesas Administrativas:

$$\text{MU} = \text{X}\% + \text{Y}\% + \text{Z}\%$$

** Contribuição Provisória sobre Movimentação Financeira.

tem-se a equação da formação do preço através do *Mark up*:

$$\text{Preço} - \text{Preço} \times \left(\frac{\text{MU}}{100} \right) = \text{CI}$$

$$\text{Preço} \left(1 - \frac{\text{MU}}{100} \right) = \text{CI}$$

$$\boxed{\text{Preço} = \frac{\text{CI}}{1 - \frac{\text{MU}}{100}}} \quad (22)$$

Este trabalho abrange a elaboração do Custo-Alvo para o Grupo de Projetos e de Componentes ao nível do custo industrial variável, o qual apresenta em sua composição, custos que podem ser facilmente identificáveis para estudos de redução de custo.

Os demais custos que são adicionados ao custo industrial para chegar-se a um custo completo, são classificados geralmente como custos fixos e correspondem às áreas de desenvolvimento do produto, administrativas e de vendas, se estas não estiverem contidas na formação do *Mark up*, conforme definição do sistema de custeio estabelecido pela Contabilidade de Custos da empresa.

4. CONCEITOS DA ENGENHARIA E ANÁLISE DO VALOR

4.1. Histórico da criação da Engenharia e Análise do Valor

A Análise do Valor (AV) foi desenvolvida por Lawrence Delos Miles em 1947, onde era então Engenheiro do Departamento de Compras da *General Electric* dos EUA (BASSO, 1991).

Durante a II Guerra Mundial, o Governo dos EUA determinou que matérias-primas classificadas como “nobres”, tais como níquel, cromo, platina, paládio e alumínio, deveriam ficar reservadas para uso exclusivo da Indústria Bélica Americana (PINTON, 1989).

Diante disto, as indústrias procuraram materiais alternativos para suprir a falta dos até então materiais ditos “nobres”. Com isto, encontraram-se materiais que apresentavam menores custos e mantinham a mesma qualidade.

Miles descobriu que um estudo organizado dos processos de fabricação ou de materiais alternativos, poderiam culminar em melhores preços para o mercado. As conclusões a que chegou Miles foram:

- somente a utilização de padrões convencionais restringe o campo de observação daquilo que se estuda, além de deixar a imaginação limitada;
- consegue-se um maior campo de atuação mental quando se observam os quesitos funcionais, pois são observadas diferentes formas de atender a função específica de um objeto.

Durante estas análises, Miles formou a seguinte questão:

“Por que somente procurar alternativas quando forçado pelas circunstâncias? Por que não buscá-las de propósito?”

Com a colocação das perguntas anteriores, nasceu a AV, onde não se examina somente custos ou qualidade, mas o valor global.

Miles então estudou os produtos consumidos na fábrica da GE, com base na Função, identificando custos desnecessários e melhorando o Valor, sem prejudicar a qualidade, confiabilidade, segurança e aparência (BASSO, 1991).

Verificou-se em estudos posteriores, que levando o raciocínio nos quesitos funcionais e não no produto, ou seja, no projeto do produto, eleva-se a imaginação de tal forma, que poder-se-ia visualizar diversas maneiras de preencher a Função, ou seja, de criar as geometrias, selecionar os materiais, projetar os mecanismos, etc.

As técnicas da AV foram aplicadas a produtos já fabricados e na maioria dos casos, resultavam sempre em um menor custo. Com isto fora criado um novo método de redução de custos que apresentava alta rentabilidade.

Diante disto, houve a necessidade de fazer-se pequenas adaptações no enfoque da técnica, por tratar-se da aplicação na fase do projeto (concepção) do produto. Com a introdução destas diferenciações, a Marinha começou a chamar a metodologia de EV (*Value Engineering*).

Em 12 de maio de 1977, foi criada a Resolução 172 do Senado Americano, que menciona:

“A Análise do Valor é um método comprovado de conservar energia, melhorar os serviços e economizar dinheiro...sempre aplicável quando há uma Função e Método de medi-la...que rende para cada Dólar investido US\$ 12,84 em média...que apresentou sucesso na indústria privada, gerando lucros adicionais e melhores produtos e serviços ...resolve que todos os Ministérios e Agências Governamentais devem utilizar sempre que possível a AV para obter o máximo de economia e eficiência” (BASSO,1991).

4.2. Definição de Análise do Valor (AV)/Engenharia do Valor (EV)

Quando as técnicas de redução de custo são aplicadas aos produtos que estão em manufatura (peças em geral), os quais abrangem aumentos de tolerâncias, reduções de espessuras de materiais, troca de materiais, eliminação de componentes, entre outros, a metodologia é chamada de Análise do Valor (AV).

Quando a metodologia é aplicada visando diminuir os custos na etapa de concepção, ou seja, de projeto (engenharia do produto), a técnica é chamada de Engenharia do Valor (EV) (CSILLAG, 1995).

As bibliografias apresentam algumas definições de Engenharia do Valor:

“Uma filosofia que se caracteriza pelo uso de técnicas específicas, conhecimentos e experiências adquiridas. É uma abordagem criativa que conduz para uma eficiente identificação de custos desnecessários, isto é, custos que não fornecem qualidade, uso, vida útil ou benefícios para o usuário” (MILES, 1972).

“Engenharia do Valor é a aplicação sistemática e consciente, de um conjunto de técnicas que identificam funções necessárias, estabelecem valores para as mesmas e desenvolvem alternativas para desempenhá-las ao mínimo custo” (HELLER, 1971).

A definição de Heller (1971) faz uma distinção clara entre a atuação do fornecedor e do cliente. Por esta definição, fica estabelecido que a questão é como melhorar o valor dos nossos bens e serviços, sendo fornecedor ou cliente.

Basso (1991), define a EAV como sendo:

“Engenharia e Análise do Valor é uma abordagem sistemática que identifica a função de um produto, estabelece um valor monetário para a função e provém o atendimento desta função com a qualidade necessária e com menor custo global, através do uso da criatividade”.

Convém ressaltar que a AV/EV não é somente aplicada a produtos, mas também a serviços, conforme definição do capítulo 7 do livro de Miles (1972):

“Definindo e resolvendo problemas de serviços”.

Csillag (1995), fez a seguinte definição da EV:

“Engenharia do Valor é um esforço organizado, dirigido para analisar as funções de bens e serviços para atingir aquelas funções necessárias e características essenciais de maneira mais rentável”.

Csillag (1995) coloca que o termo “analisar funções” representa um esforço determinado para identificar o que se fornece e o que o mercado necessita. Isto requer um trabalho em conjunto entre as áreas de vendas com sua divisão de Marketing e da Engenharia do Produto, a fim de definir os requisitos do ponto de vista da Engenharia e as expectativas do cliente.

O termo “características essenciais” são de enfoque de manutenção, de consumo, etc.

O termo “de maneira mais rentável” significa um custo e um preço que foram determinados avaliando-se um conjunto de alternativas com novos conceitos de Engenharia, eliminação ou combinação de itens, processos de manufatura, fazendo a intersecção entre a Engenharia e Manufatura.

4.3. Objetivo da AV/EV

O objetivo desta metodologia é de obter redução de custos nos produtos, processos ou serviços onde é aplicada, sem afetar o desempenho e qualidade dos mesmos. Seus princípios e técnicas funcionarão tanto para um simples operador, quanto para um especialista na matéria (MERCEDDES-BENZ, 1997). Este enfoque é interessante, pois no Japão várias empresas treinaram todos os seus funcionários com esta metodologia, pois elas queriam o envolvimento de todos no processo (MONDEN, 1999).

4.4. Conceito de Valor

Encontram-se diversas formas para definir Valor. Existem valores que podem ser quantificados (valor econômico) e que não podem ser quantificados (valor social, político, etc).

Para a utilização dentro da Metodologia do Valor, Miles (1972), define Valor como sendo:

“O Valor é sempre aumentado por decréscimo dos custos, mantendo-se o desempenho”.

“O Valor aumenta quando o desempenho também aumenta, caso o cliente necessite, deseje e está disposto a pagar para ter-se um maior desempenho”.

Desta forma, a definição de Miles (1972) menciona que o objetivo é aumentar o valor, aumentando-se o desempenho de um produto ou serviço, ou ainda, diminuindo-se o custo. Se o objetivo for a diminuição do custo, a classe do valor é a do “valor econômico”, que é o único que pode ser mensurado (MERCEDES-BENZ, 1997).

O objetivo deste trabalho é aquele no qual o Valor do produto possa ser aumento pela diminuição do seu custo.

A definição anterior de Miles pode ser expressa mediante a eq.(23):

$$\text{Valor} = \frac{\text{Desempenho}}{\text{Custo}} \quad (23)$$

Como a definição básica de Valor por Miles inclui a relação do desempenho pelo custo, é interessante explorar um pouco mais o tema “Desempenho” dentro do âmbito da AV.

Ferreira (1986) em seu dicionário, define “desempenho” como “o ato ou efeito de cumprir ou executar alguma tarefa”.

Para a AV/EV, o desempenho de um produto ou serviço é entendido como um conjunto de habilidades funcionais e propriedades que o fazem ser adequado para uma finalidade específica e em condições de ser vendido (CSILLAG, 1995).

O desempenho que é satisfatório para um produto ou serviço, solicita deste um nível determinado de qualidade, confiabilidade, intercambiabilidade, aparência, facilidade de manutenção, satisfazendo todos os requisitos desse nível.

4.5. A Análise Funcional

Csillag (1995) define que a Análise Funcional é como a determinação da natureza essencial de uma finalidade, onde todo objetivo ou ação para que possa existir tenha uma finalidade.

Em alguns casos, a função é clara e em outros nem tanto. Uma caneta esferográfica faz marcas e o furo da tampa que protege a ponta de esfera de tungstênio, não apresenta uma função tão clara para o usuário. A justificativa deste furo nas tampas fabricadas nestes últimos seis anos, é facilitar a passagem do ar, caso alguma criança venha a sufocar-se ao engolir a tampa.

Portanto, a Análise Funcional implica em descobrir as funções de um produto/serviço.

Takubo (1998) menciona que a idéia fundamental da EV é que “os clientes não querem comprar produtos, mas eles querem comprar funções”.

Miles (1972) define que “a linguagem da função é a linguagem do coração do problema”.

Miles também aborda dois conceitos significativos sobre função:

- o pensamento criativo fica bloqueado quando somente se observa a forma física do produto (seu desenho);
- focando na análise das funções dos produtos, os bloqueios de visualização são retirados e a criatividade fica mais livre para ser aplicada, deixando de lado os chamados “velhos paradigmas” *** (informação verbal).

*** Filme “A questão dos Paradigmas” (“*Discovering the Future*”), Companhia Siamar, 1984.

Desta forma, a abordagem funcional aplicada ao projeto do produto implica em representá-lo através de suas funções, sendo então um método que permite eliminar bloqueios (CSILLAG, 1995).

4.5.1. Classificação das Funções

Miles (1972) define que “as funções devem ser nomeadas possibilitando o emprego de um verbo e um substantivo que tem parâmetros mensuráveis”. Miles também esclarece que a nomeação de funções, apesar de parecer um processo simples, na prática é o oposto que acontece e que neste processo, a precisão do raciocínio deve ser aplicada.

Aplicando este conceito da menção da função por um verbo mais um substantivo, pode-se definir que a função de uma caneta é “fazer marcas”, a de um parafuso é “fixar componentes”, a de um relógio é “indicar horas”.

Basso (1991) menciona que se não for possível definir a função por um verbo mais um substantivo, é porque não se tem informações necessárias acerca do produto.

Miles (1972) define que o processo de identificação das funções deve incluir:

- identificação;
- clarificação;
- e nomeação da função.

Miles também se preocupou em analisar quanto à descrição das funções (o que é muito importante na fase de projeto):

- “Qual é realmente a função que o cliente usa ou quer usar?”
- “Isto é exatamente o que o cliente quer fazer?”
- “Isto é exatamente o que o cliente acredita que ele pode pagar?”

A escolha de um substantivo deve ser de tal forma que tenha um parâmetro que pode ser mensurável por alguma unidade de medida, tal como: tempo, custo, volume, etc. (CSILLAG, 1995).

Desta forma, a função de um fio elétrico é a de “conduzir corrente”, a qual pode ser quantificada.

Miles (1972) definiu que as funções podem ser divididas em dois tipos: a de uso e a de estima.

Basso (1991) fez as seguintes definições dessas funções:

- Funções de Uso: são definidas por um verbo ativo mais um substantivo mensurável;
- Funções de Estima: são definidas por um verbo passivo mais um substantivo não mensurável. Esta função foi chamada originalmente por Miles de Função de Estética;

Basso (1991) define que o verbo ativo é todo verbo que exprime uma ação e o passivo representa um estado. Basso também coloca que não se deve usar os verbos, ser, estar, ter e haver, pois estes indicam menos funções e mais propriedades de um produto.

Para obter-se definições claras das funções tendo o enfoque da criatividade, deve-se observar:

- Quando a ação (função) está sendo desempenhada, o que se está verdadeiramente tentando fazer?
- Por qual motivo é necessário fazer-se tal ação?
- Por que determinado componente é necessário?

Csillag (1995) menciona que deve ter-se em mente o papel da função a ser desempenhada de uma forma muito real. Csillag cita o exemplo de Bytheway, que diz que ao efetuar a análise de um pistão de um motor de combustão interna, o

analista deve pensar de uma forma empática, devendo colocar-se no lugar do motor e então opinar sobre o pistão.

Podem existir casos de estudos de funções que a descrição do processo é de forma clara, não dando muita margem ao pensamento criativo.

Por exemplo, se a função estudada é “jatear peça” com microesferas de aço (processo *shot peening*), para ter um melhor esclarecimento, o analista deve fazer as seguintes perguntas:

- O que se está tentando executar? Aumentar a resistência mecânica.
- Por que? Evitar fratura ou fadiga do material.
- Como isto pode ser executado? Controlando a velocidade e o tempo de exposição do jato de microesferas de aço.

Miles (1972) estabeleceu que as funções podem ser classificadas em:

- básicas ou primárias;
- secundárias.

1. Função Básica ou Primária: é aquela sem a qual o produto perderá o seu valor, a sua identidade (CSILLAG, 1995). É o motivo da existência de um produto (BASSO, 1991). Por exemplo, a função básica de um relógio é “indicar horas”. Se perder esta função, qual será a sua utilidade?
2. Função Secundária: é aquela que auxilia o desempenho técnico da função básica ou é ainda uma função que melhora a venda do produto (BASSO, 1991). Voltando ao exemplo do relógio, a função “indicar data” (calendário), “contar segundos” (cronômetro), “sinalizar tempo” (despertador), são funções secundárias.

As funções ainda podem ser classificadas em:

- necessárias;

- desnecessárias.

Csillag (1995) comenta assim estas funções:

1. Função Necessária: é aquela que o usuário final procura por seu desempenho. Retornando ao exemplo do relógio, a função “indicar horas”, “indicar data” e “contar segundos” são exemplos de funções necessárias;

2. Função Desnecessária: está presente no produto para que durante a fabricação (manufatura) possam ser atendidas as funções necessárias, tanto do âmbito do produto como do processo. Por exemplo, na fabricação de Cabinas de Caminhões são feitos determinados furos em certas peças que compõem o conjunto Cabina com o intuito de auxiliarem o transporte durante o processo produtivo na funilaria e pintura. Esses furos para o cliente final, não tem nenhuma função específica.

Csillag (1995) define um resumo da Avaliação Funcional de um produto através de uma série de perguntas:

- Quais são as funções básicas e secundárias?

- Qual é o custo de cada função?

- Qual é o “valor” de cada função básica?

- De quantas outras maneiras a função básica pode ser desempenhada?

- Quanto custarão essas outras formas alternativas?

A maior dificuldade que se encontra é a valorização de cada função, sendo ela básica ou secundária. Uma das técnicas a ser empregada é a técnica da “avaliação por comparação”, que se será abordada no item 4.5.3., Custos por Funções.

4.5.2. Avaliação Numérica Funcional

A Avaliação Numérica Funcional (ANF) é uma técnica desenvolvida por Mudge e é conhecido também com o nome de Grau de Necessidade da Função (GNF) ou simplesmente Diagrama de Mudge (MERCEDDES-BENZ, 1997).

Uma aplicação prática desta metodologia, após determinada a função básica ou secundária de cada componente de um produto, é definir uma “letra chave” para cada uma dessas funções encontradas. Esta avaliação consiste nas combinações de pares de funções determinando a cada combinação, qual função é mais importante no confronto do par, adicionando-se o fator peso 1, 2 ou 3 à função que é mais importante (BASSO, 1991). Os fatores peso são expressos por:

- fator 1: menor diferença em importância;
- fator 2: média diferença em importância;
- fator 3: máxima diferença em importância.

Estes fatores são simplesmente quantitativos. São determinados baseando-se no tempo de duração e/ou na dificuldade de se conseguir consenso para decidir qual função é mais importante. Se a decisão for imediata e praticamente sem discussão, o fator peso 3 é colocado no quadro de avaliação numérica junto à letra escolhida (letra chave); se o período de tempo utilizado for um pouco maior que o imediato e/ou se houver alguma discussão, o fator peso deverá ser 2. Finalmente, se houver muita demora e se existir discussão para se determinar a função mais importante, a que prevalecer terá peso 1 (BASSO, 1991).

Este processo de comparação e avaliação continua até que todas as funções tenham sido individualmente comparadas e avaliadas.

A Tab. 1 apresenta o resumo da descrição da elaboração da ANF de Mudge:

Tab. 1. Avaliação Numérica Funcional ou Diagrama de Mudge (MERCEDES-BENZ, 1997).

	F ₂	F ₃	...	F _j
F ₁	F _{1X} ou F _{2X}	F _{1X} ou F _{3X}	...	F _{1X} ou F _{jX}
	F ₂	F _{2X} ou F _{3X}	...	F _{2X} ou F _{jX}
		F ₃	...	F _{3X} ou F _{jX}
		
				F _j

A Tab. 2 apresenta os valores das funções “F” pelas suas respectivas letras chave com o somatório dos seus pesos e o percentual representativo do Grau de Necessidade da Função (GNF):

Tab. 2. Grau de Necessidade da Função (MERCEDES-BENZ, 1997).

Letra Chave	Função	Peso	% (GNF)
A	F ₁	P ₁	Z ₁
B	F ₂	P ₂	Z ₂
C	F ₃	P ₃	Z ₃
...
N	F _j	P _j	Z _j
	Total	$\Sigma (P_j)$	$\Sigma (Z_j)$

onde:

F_j: Função “j” de cada componente do produto;

X: fator peso (1,2 ou 3);

P_j: Somatório das avaliações numéricas “X” (pesos) de cada função F_j;

Z_j : porcentagem relativa do peso de cada função P_j , conforme a eq.(24):

$$Z_j = \frac{P_j}{\sum(P_j)} \quad (24)$$

A ANF estará associada ao Custo por Função no item 4.5.3. a seguir, definindo assim o comparativo entre a função de maior importância e o maior custo por função.

4.5.3. Análise do Custo da Função vs. Grau de Necessidade da Função

Para que possa ser possível analisar os custos, eles podem ser decompostos por funções. A técnica descrita a seguir mostra este procedimento: para cada componente (P_i) relacionado, é feita uma distribuição do seu custo (C_i) nas diversas Funções Básicas e Secundárias do conjunto (F_i), as quais tem relação com o componente, conforme mostra a Tab. 3:

Tab. 3. Custos dos Componentes por Funções (FURLANETTO; MASSARANI, 2004) .

Componente	Função			Custo do Componente
	F_1	...	F_j	
	A	...	N	
Comp ₁	C_1-F_1	...	C_1-F_j	C_1
Comp ₂	C_2-F_1	...	C_2-F_j	C_2
Comp ₃	C_3-F_1	...	C_3-F_j	C_3
...
Comp _j	C_j-F_1	...	C_j-F_j	C_j
Custo por Função	$\sum (C_j - F_1)$...	$\sum (C_j - F_j)$	$\sum C_j$
Percentual do Custo por Função pelo Custo Total	Y_1	...	Y_j	100

onde:

F_j : Função “j” de cada componente do produto;

C_j : Custo do Componente;

$C_j - F_j$: Custo do Componente distribuído por Função Básica ou Secundária;

Y_j : Percentual do Custo por Função pelo Custo Total ou Custo-Alvo por Função, conforme eq.(25):

$$Y_j = \frac{\sum (C_j - F_j)}{\sum C_j} \times 100 \quad (25)$$

Com a decomposição dos custos por funções, elabora-se a Matriz Função para Funções Básicas e Secundárias através dos dados obtidos na análise do custo por função, conforme mostra a Tab. 4:

Tab. 4. Matriz Função (FURLANETTO; MASSARANI, 2004) .

Letra	Função				
	Chave	Custo	%	Peso	GNF
A		$\sum (C_j - F_1)$	Y_1	P1	Z1
B		$\sum (C_j - F_2)$	Y_2	P2	Z2
C		$\sum (C_j - F_3)$	Y_3	P3	Z3
...			
N		$\sum (C_j - F_j)$	Y_j	Pj	Zj

Com a utilização dos dados da Matriz Função compõem-se o Gráfico conhecido como “Gráfico Custo x Necessidade da Função” (GNF), conforme descrito na Fig. 7:

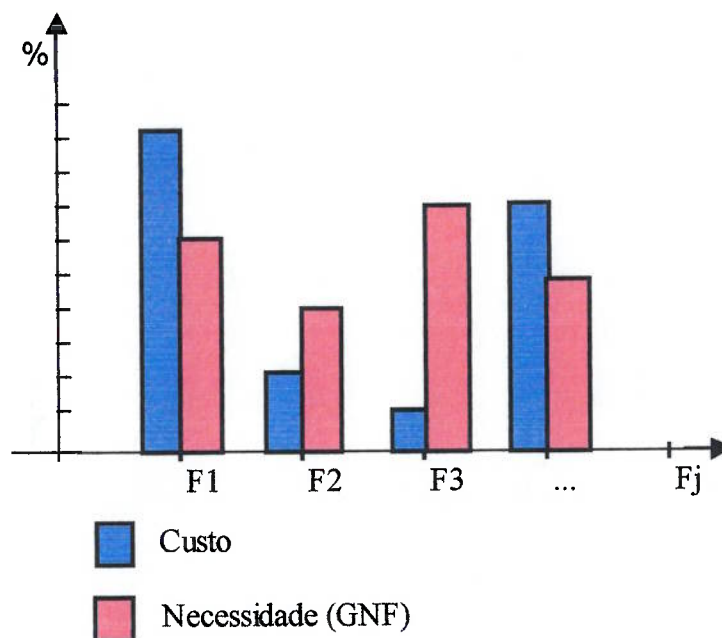


Fig. 7. Gráfico Custo x Grau de Necessidade da Função.

Analisando este gráfico pode-se observar:

1. Para o caso de determinar o Custo-Alvo por função:
 - Os valores para esta análise estão na coluna “Custo” da Matriz Função.
2. Obtendo-se o Custo-Alvo por função, para o caso de efetuar-se um estudo de redução de custo aplicando-se a Metodologia do Valor, observa-se:
 - qual é a função que apresenta maior percentual de custo comparando-se com o percentual de sua necessidade (GNF)? Esta função é aquela onde esta se dispendo de maiores recursos econômicos no produto?
 - a função de maior GNF tem o maior percentual de custo? Esta função é aquela de maior importância no produto;

- As funções que tem maior percentual de custo face ao GNF.

Concluindo, o objetivo desta análise é de comparar basicamente em valores adimensionais (percentuais) de Custo e GNF. O caso ideal, é aquele que apresenta valores próximos de Custo e GNF, para uma dada função.

4.6. O Processo Criativo

Miles (1972) enfatizou bem a metodologia do Valor relacionada com a função de um produto ou serviço. Em uma análise da AV/EV, a criatividade é tão importante quanto o conhecimento técnico.

Furlanetto; Massarani (2004), definem que a metodologia básica da AV/EV é alicerçada no tripé representado na Fig. 8, como Valor/Função/Criatividade:

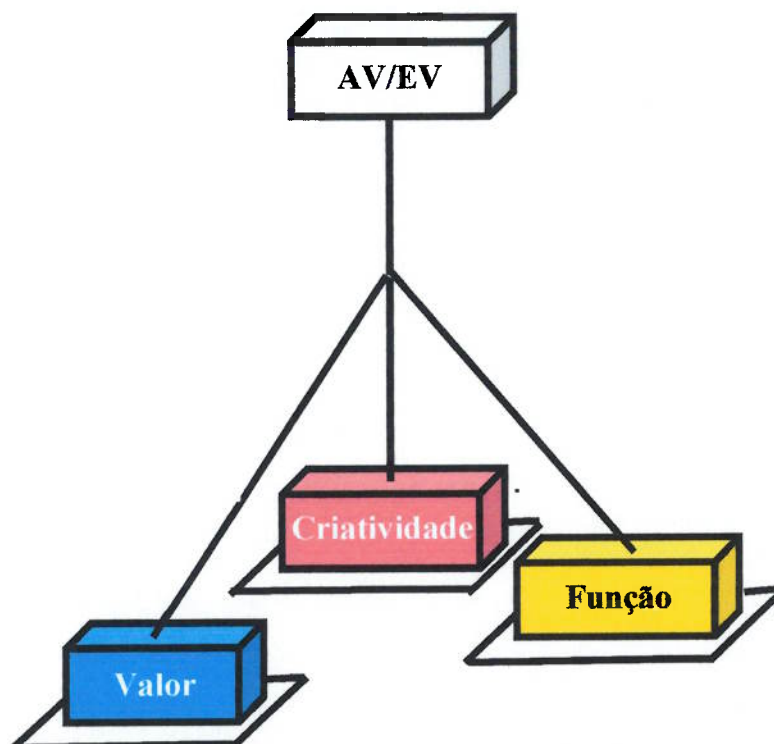


Fig. 8. Tripé da AV/EV (FURLANETTO; MASSARANI, 2004).

A criatividade conforme Csillag (1995) é um componente básico para a AV/EV.

Quando deixamos livre o pensamento criativo, uma questão básica fica evidenciada: O que seria então uma verdade a ser aplicada para que possamos ter um enfoque criativo com reais possibilidades de aplicação? (NIETZSCHE, 1983).

A verdade é fruto da interpretação, determinada por pontos de vista, de valores, etc.

A interpretação é subjetiva, traz consigo emoções e valores, porém a sua dinâmica é tender a objetividade. Este é o propósito do seu comprometimento.

Como a AV/EV traz consigo uma forte base na criatividade, a evidência da “verdade absoluta” leva ao bloqueio da fluência do pensamento criativo e a resistência do aparecimento de novos paradigmas, existe a tendência de manter os primeiros paradigmas originados (“velhos paradigmas”). Por exemplo, se Wankel tivesse em sua mente que o paradigma de um pistão de um motor de combustão interna seria ter sempre um movimento de translação, jamais projetaria um pistão lobular com movimento de rotação.

Os bloqueios mentais que inibem o pensamento criativo provém de (OSBORN, 1962 apud CSILLAG, 1995):

- de um julgamento prematuro;
- de hábitos anteriores;
- de desânimo;
- de timidez;
- de receio de ridicularização.

“Tudo o que necessitamos para ser mais criativos é uma compreensão básica de como funciona a criatividade” (E. Edward).

As idéias criativas extrapolam o “normal” e as atitudes das pessoas seguem este padrão mencionado, são inovadoras e comumente não trazem correlações com o já

existente; supera-o, modifica-o, elimina-o, propõe novos pontos de vista, ignora-o . É comum rejeitar uma idéia inovadora, pois o indivíduo foi treinado a dar preferência as idéias lógicas (MERCEDDES-BENZ, 1987) .

Várias técnicas podem servir de apoio à criatividade para gerar idéias. Uma das mais aplicadas é o *brainstorming* (“tempestade de idéias”).

Existe um dito popular que diz: “Criatividade é 1% de ideação e 99% de suor” . Isto quer dizer que idealizar novas alternativas é uma pequena parte do processo criativo, e somente irá funcionar ou ser colocada em prática, após um grande trabalho físico e intelectual (MERCEDDES-BENZ, 1987).

4.7. O Plano de Trabalho

“Um problema que tem solução, já está resolvido pela metade” (MILES, 1972).

O Plano de Trabalho (PT) criado por Miles e superficialmente modificado por alguns autores, é um instrumento sistematizado que se apresenta numa abordagem fixa, composta por uma série de etapas (CSILLAG, 1995). O PT é uma seqüência de etapas que devem ser cumpridas para que o trabalho da análise da AV/EV possa ser realizado de forma ordenada.

As fases do Plano de Trabalho criado por Miles em 1960 são válidas tanto para a AV como para a EV e estão descritas a seguir:

1. Fase de Orientação: é a fase onde são decididos:
 - O que se deve ser desempenhado?
 - Quais são os desejos e necessidades reais do cliente?
 - Quais são as características e propriedades desejadas quanto ao peso, dimensões, aparência, vida útil, etc ?

2. Fase de Informação: é a fase onde deverão ser coletados todos os fatos e informações disponíveis sobre custos, conhecimento do produto (engenharia), quantidades de fabricação, fornecedores de matérias-primas e componentes, investimentos, métodos de fabricação, controle de qualidade, embalagens, logística, concorrência (*benchmarking*), etc. Nesta fase devem

ser definidas as Funções Básicas e Secundárias de cada componente do produto em análise e elaborada a Avaliação Numérica Funcional;

3. Fase Criativa: após a compreensão e informação sobre o produto, com a fluência de um estado criativo, alternativas devem ser criadas utilizando técnicas de geração de idéias, tanto para as partes, tanto para o produto como um todo. Deve-se procurar eliminar funções desnecessárias e maneiras mais simples de satisfazer a função desejada, alterando o projeto, processo de fabricação, matérias-primas, etc. O julgamento nesta fase deve ser deixado de lado, para que as idéias fluam mais facilmente. Ao final, deve-se chegar a uma lista de alternativas;
4. Fase de Análise: nesta fase, de posse da lista de alternativas elaborada na fase criativa, passa-se a julgar essas idéias, fazendo uma análise cuidadosa com o intuito de obter a resposta adequada do que falta para funcionar e não do porquê não funciona. Ainda nesta fase, as idéias são quantificadas e decididas quais alternativas devem ser estudadas;
5. Fase de Planejamento do Programa: o intuito desta fase é dividir o trabalho numa programação de áreas funcionais, como por exemplo mecânica, elétrica, etc., efetuando para cada uma delas, consultas a especialistas e fornecedores. Deve-se estabelecer um programa de investigações no sentido de obter informações técnicas sobre processos de fabricação, etc;
6. Fase de Execução do Programa: nesta fase, coletam-se mais informações que se entendem que são pertinentes. As especificações devem ser confirmadas e o impacto quanto à qualidade e ferramental devem ser avaliados. Esta fase conclui-se quando as dificuldades são contornadas e as sugestões para conclusões que são exeqüíveis;
7. Fase de Resumo e Conclusões: elabora-se um resumo claro das sugestões escolhidas. A apresentação de um gráfico representado o ponto de equilíbrio

(*break-even-point*) é interessante no caso do envolvimento de investimentos ou de baixas produções;

Desta forma, o Plano de Trabalho é uma forma sistemática de desenvolvimento e aplicação da Metodologia do Valor. Diversos autores contribuíram com muitas propostas para o PT. Técnicas da área de Psicologia e Ciências Sociais foram incorporadas, assim como relações humanas, pensamento criativo e persuasão, entre outras (CSILLAG, 1995).

A DaimlerChrysler (MERCEDÉS-BENZ, 1997) adota um Plano de Trabalho baseado na DIN 69910 (1999) e VDI 2801, com as seguintes fases:

1. Fase de Informação: estabelecem-se os objetivos a serem realizados e determina-se a real necessidade desejada para o produto em análise. O grupo de trabalho tem de possuir alguns integrantes com profunda experiência no produto; nesta fase o investigador fica familiarizado com todos os detalhes do projeto: custos, fornecedores envolvidos, especificações do produto, qualidades exigidas, etc. Os passos desta fase são:
 - a. Distribuir o custo do Grupo de Projeto escolhido em custos por componentes (custos por Grupo de Componentes);
 - b. Determinar as Funções Básicas e Secundárias dos componentes;
 - c. Elaborar o Diagrama de Mudge ou de Grau de Necessidade da Função (GNF);
 - d. Se for necessário, agrupar as funções similares e seus custos, tanto para as Funções Básicas como para as Secundárias;
 - e. Distribuir os custos dos Grupos de Componentes por suas Funções Básicas e Secundárias, determinando assim os Custos por Função;

- f. Elaborar a Matriz Função e o Gráfico Custo versus Grau de Necessidade da Função.
2. Fase de Inovação: esta fase deve complementar a fase de informação, onde se deve compreender claramente os dados pertinentes ao estudo da AV/EV, ou seja, deve-se ter um ambiente que permita a criação de idéias. Os paradigmas devem ser observados para que possa ter-se o maior número possível de geração de novas idéias.
 3. Fase de Análise: esta fase desenvolve cada idéia concebida na fase de inovação, selecionando as idéias pelo critério “usável” e não “usável”. Procura-se estudar todas as idéias com cuidado. Deve-se sempre ter o pensamento de “como atingir a prática das mesmas funções sem ficar observando o produto ou seu projeto”, pois se isto não for o procedimento utilizado, pode-se chegar a conclusão que “para atender as funções, o produto somente pode ser concebido daquela maneira” e o processo criativo ficará prejudicado. Todas as idéias devem ser valorizadas, tomando por base um dos sistemas de custeio apresentados no capítulo 3.
 4. Fase de Decisão: nesta fase seleciona-se a melhor idéia em conjunto com o cálculo de seus custos e valores de investimentos; um estudo de viabilidade econômica deve ser feito, conforme visto no capítulo 3. Nesta fase, os elementos do grupo de estudo devem consultar especialistas de projeto e processos, tanto da própria empresa como de fornecedores.
 5. Fase de Ação: é o último passo do PT. Consiste na apresentação do estudo realizado pelo grupo de AV/EV para os gestores envolvidos, tratando não somente dos resultados do estudo, mas também apresentando métodos de como colocar em execução tudo o que foi planejado, com o por exemplo, a mudança do projeto do produto, do ferramental, do processo, etc.

5. CUSTO-ALVO PELA ENGENHARIA DO VALOR

De acordo com os assuntos estudados nos capítulos anteriores, a Fig. 9 resume todo o quadro que desencadeia a necessidade da elaboração do Custo-Alvo de um produto, desde a definição da escolha da estratégia competitiva “Liderança no Custo Total” definida por Porter (1991).

A Engenharia do Valor é a ferramenta fundamental desta metodologia. Com o conceito de Valor estabelecido por Miles (1972), o Valor do produto poderá ser elevado pelo aumento do desempenho ou diminuição do seu custo. A Metodologia para o Custeio-Alvo contempla o aumento do Valor do produto buscando a diminuição do seu custo.

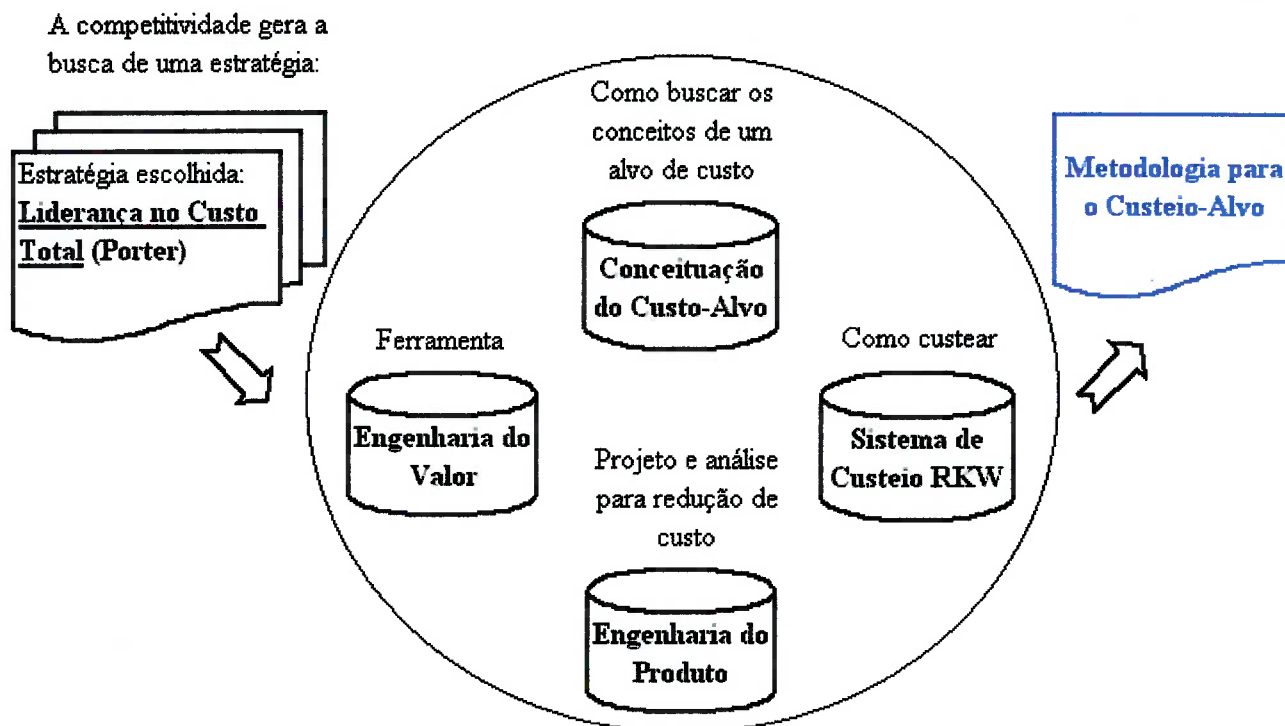


Fig. 9. A necessidade da elaboração de um Custo-Alvo.

Para o enfoque de um produto que seja um veículo de aplicação comercial, o Custo-Alvo do veículo que está sendo desenvolvido (projetado), pode ser determinado através da seqüência metodológica descrita a seguir.

5.1. Determinação do Preço-Alvo e Lucro-Alvo

Através da pesquisa de mercadológica, define-se o Preço-Alvo de um produto, (neste trabalho um veículo comercial) e através da análise financeira da Margem de Contribuição (MC) ou do Resultado Operacional (RO) esperados, determina-se o Lucro-Alvo do novo veículo. A eq.(26) apresenta o cálculo da margem de Contribuição e a eq.(27) o cálculo do Resultado Operacional definidos por unidade de produto:

$$MC = \text{Preço} - (\text{Impostos} + \text{Custos Variáveis}) \quad (26)$$

$$RO = MC - \text{Custos Fixos} \quad (27)$$

Para um novo veículo na etapa inicial do seu projeto, os Custos Variáveis e Fixos são calculados com base nos custos do veículo de referência, ou seja, aquele que está em fabricação e que tem características técnicas próximas daquele em projeto.

5.2. Custo-Alvo por Grupo de Componentes do novo veículo

Com base nos valores determinados para o Preço-Alvo e Lucro-Alvo, calcula-se o Custo-Alvo total para o novo veículo.

Para comparar-se o Custo-Alvo total do veículo em projeto, escolhe-se um produto de referência com características técnicas similares ao de projeto e que servirá de base para o custeio do novo produto, confrontado com o Custo-Alvo determinado pelo Preço-Alvo e Lucro-Alvo, conforme mostra a Fig. 10:

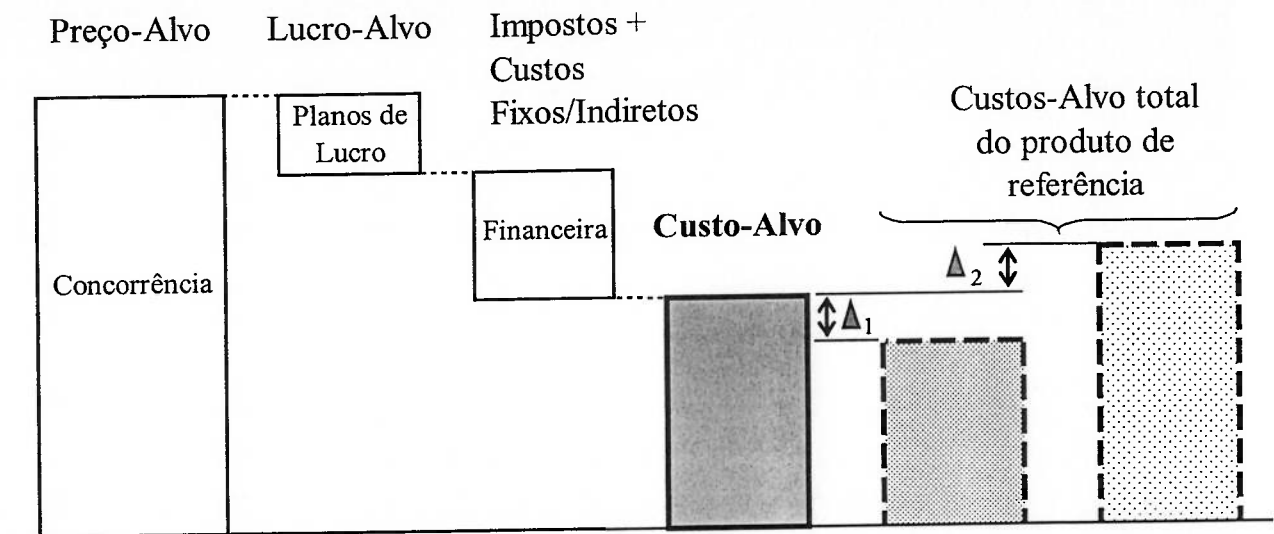


Fig 10. Custo-Alvo total do produto de referência.

O Custo-Alvo do veículo será subdividido em custos por Grupos de Projeto (GP).

Os principais Grupos de Projeto de um veículo comercial, são:

- Sistemas de Freios;
- Trem de Força (Motor, Eixos e Transmissão);
- Sistema de Direção;
- Suspensão;
- Chassi (Quadro, Escapamento);
- Arrefecimento;
- Elétrica/Eletrônica;

- Rodas/Pneus;
- Reservatório de Combustível;
- Filtro de Ar;
- *Cockpit* (para o caso de chassi para ônibus);
- Cabina (para o caso de caminhões);
- Carroceria (para o caso de *vans*);
- Câmbio.

Em seqüência, Os Custos-Alvo por GP serão subdivididos em Custos-Alvo por Função, conforme está indicado anteriormente na Fig. 5.

Os critérios de subdivisão do Custo-Alvo do veículo em Custos-Alvo por GP serão apresentados nas descrições da Fig. 11.

A Fig. 11 apresenta a proposta deste trabalho para a elaboração do Custo-Alvo por Função através da Análise Funcional da Engenharia do Valor.

A seguir são descritas as etapas para a determinação do Custo-Alvo pela Metodologia do Valor apresentadas na Fig. 11:

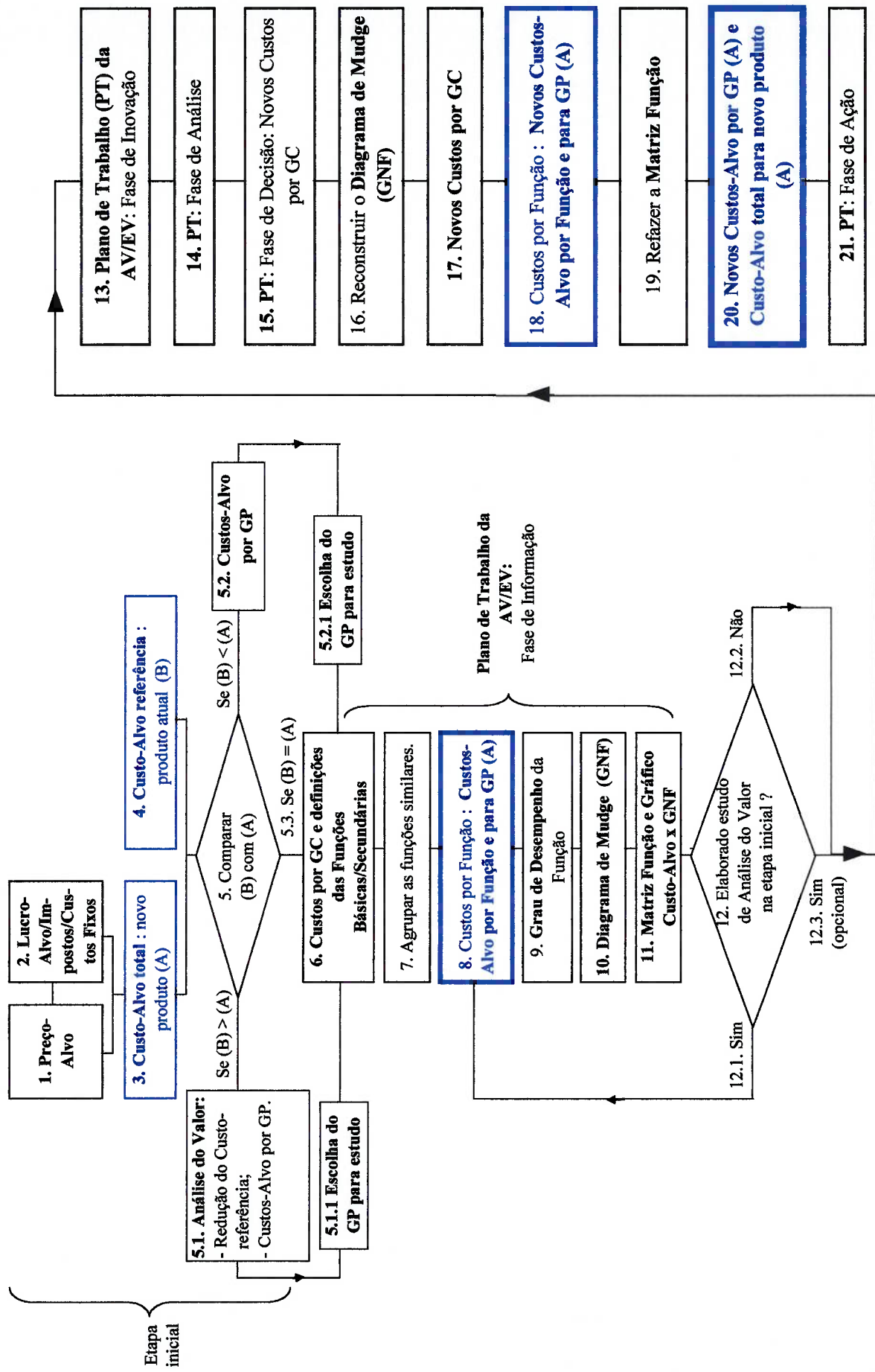


Fig. 11. Metodologia para determinar o Custo-Alvo por Função.

A seguir tem-se o descritivo de cada etapa para a elaboração do Custo-Alvo por Função para um determinado Grupo de Projeto (GP) apresentado na Fig. 11:

1. Determina-se o Preço-Alvo do veículo comercial através da pesquisa de mercado;
2. O Lucro-Alvo é definido pelos acionistas ou proprietário(s) da empresa e faz parte dos Planos de Lucro elaborado pelos planejadores do Planejamento do Produto;
3. Determina-se o Custo-Alvo total do veículo (A) pela eq.(28):

$$\text{Custo Alvo} = (\text{Preço Alvo}) - (\text{Lucro Alvo}) - (\text{Impostos} + \text{Custos Fixos/Indiretos}) \quad (28)$$

4. Através de um veículo em produção de características técnicas mais próximas possíveis do veículo que está em projeto, adota-se o custo deste veículo como um Custo-Alvo de referência para o veículo em projeto (B);
5. Nesta etapa comparam-se os Custos-Alvo total para o novo produto (A) e o Custo-Alvo de referência também para o veículo em projeto (B). Têm-se três situações: o Custo-Alvo (B) é maior que o Custo-Alvo (A) e vice-versa e a situação onde o Custo-Alvo (B) é igual ao Custo-Alvo (A);
 - 5.1. Se o Custo-Alvo (B) for maior que o Custo-Alvo (A): neste caso conforme a Fig. 10, tem-se um acréscimo Δ_2 devido o Custo-Alvo de referência ser maior que o Custo-Alvo do novo produto. Na tentativa de reduzir o Custo-Alvo de referência, elabora-se o estudo pela Análise do Valor (AV), procurando alternativas de projeto que atendam as funções de cada GP com menores custos, na tentativa de anular o acréscimo Δ_2 . O estudo da AV segue os passos de números 6 a 11 e de 13 a 21 da EV, pois a metodologia é a mesma, tanto aplicada para a AV como para a EV;

- 5.1.1. Escolha do Grupo de Projeto (GP) para o estudo dos Custos-Alvo por Função (etapas de 6 a 11);
 - 5.2. Se o Custo-Alvo (B) for menor que o Custo-Alvo (A): neste caso conforme a Fig. 10, tem-se uma margem de segurança Δ_1 para trabalhar o Custo-Alvo de referência, o qual passa a ser o Custo-Alvo do novo produto. Distribui-se o Custo-Alvo do veículo pelos Custos-Alvo por Grupo de Projetos (GP). As etapas seguintes numeradas de 6 a 21 são aplicadas para o Custo-Alvo por Grupo de Projetos do veículo em projeto;
 - 5.2.1. Escolha do Grupo de Projeto (GP) para o estudo dos Custos-Alvo por Função (etapas de 6 a 11);
 - 5.3. Se o Custo-Alvo (B) for igual ao (A), prossegue-se para a etapa de número 6;
6. Escolhido o GP do veículo, inicia-se a elaboração da fase de Informação do Plano de Trabalho (PT) da Engenharia e Análise do Valor. O PT a ser utilizado é aquele descrito no item 4.7, o qual é baseado na DIN 69910 e VDI 2801 (MERCEDDES-BENZ, 1997). Nesta fase do PT, levantam-se os custos por Grupos de Componentes (GC) relativos ao Custo-Alvo do GP em estudo, e através na Análise Funcional da EAV, definem-se as Funções Básicas e Secundárias de cada GC;
 7. Nesta fase do PT, caso for necessário, deve-se fazer o agrupamento de funções similares objetivando reduzir o número de funções em estudo, tanto para as Funções Básicas como para as Secundárias;
 8. Ainda na Fase de Informação do PT, faz-se a distribuição dos Custos dos Grupos de Componentes por suas Funções Básicas e Secundárias, obtendo

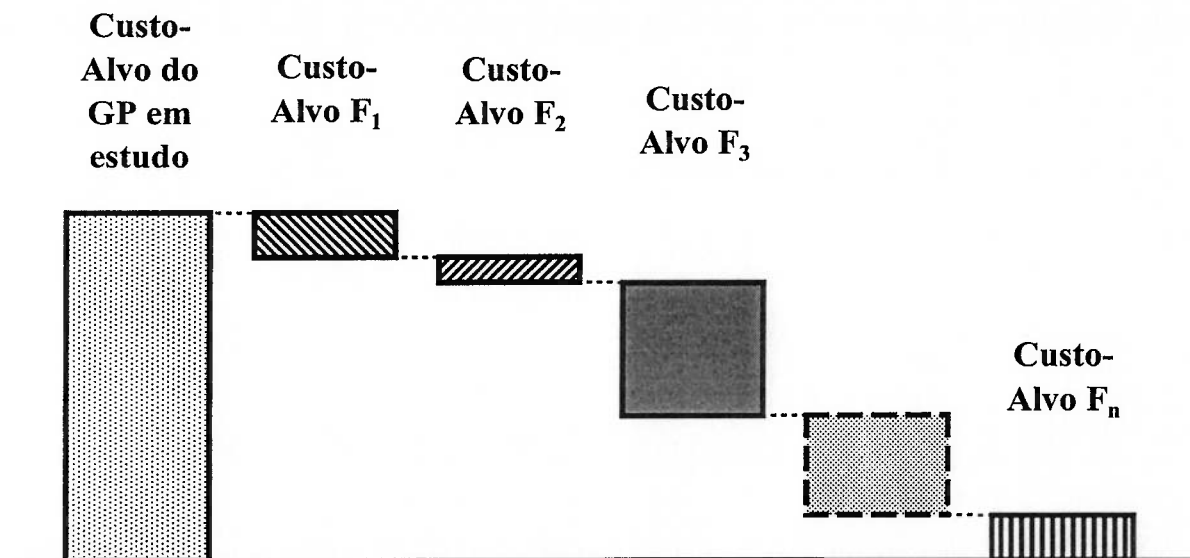
assim o Custo por Função que será adotado como Custo-Alvo por Função para aquele GP escolhido;

9. De acordo com as funções definidas na etapa 6, definem-se os Graus de Desempenho dessas funções;
10. Dando continuidade à Fase de Informação do PT, elabora-se a construção do Diagrama de Mudge ou Grau de Necessidade da Função (GNF);
11. Finalizando a Fase de Informação do PT, deve-se construir a Matriz Função e o Gráfico Custo-Alvo por Função versus GNF. Com este gráfico, observam-se as relações de maiores custos com maiores GNF e vice-versa e portanto, é uma análise para verificar também onde existem percentuais de custos que são maiores que os GNF, identificando provavelmente custos desnecessários para as funções;
12. Após obter os Custos-Alvo por Função para o GP, deve-se observar se foi feito um estudo de Análise do Valor (AV) na etapa inicial (item 5.1);
 - 12.1. Se o estudo de AV já foi feito, a elaboração do Custo-Alvo por Função para o GP já está esta concluída;
 - 12.2. Se o estudo de AV não foi feito, com o intuito de obter-se um Custo-Alvo do GP ainda menor daquele do veículo de referência, dá-se prosseguimento na elaboração do Plano de Trabalho, até chegar a um novo Custo-Alvo para o GP (etapas de números 12 a 21);
 - 12.3. Como situação opcional, mesmo já elaborado o estudo de AV na etapa inicial com o intuito de ter-se o Custo-Alvo de referência do veículo menor que o Custo-Alvo total do veículo, pode-se efetuar um novo estudo de Engenharia do Valor, com o intuito de encontrar-se uma outra

forma de atender as funções do GP em estudo com um Custo-Alvo do GP ainda menor;

13. Em atendimento ao solicitado nos itens 11.2 e 11.3, dá-se prosseguimento ao Plano de Trabalho (PT) da EV, indo para a Fase de Inovação, buscando a geração de idéias com um ambiente criativo e procurando deixar de lado “velhos paradigmas”, tentando encontrar novas soluções para atender as funções do GP em estudo com custos ainda menores;
14. Nesta etapa são cumpridos os procedimentos da fase de Análise do PT, valorizando as idéias, tomando por base o Sistema de Custeio RKW;
15. Na fase de Decisão do PT, escolhe-se a melhor idéia que atenda o desempenho da função do GP e com os custos calculados na etapa 13, faz-se a análise de viabilidade econômica da alternativa, caso hajam investimentos em meios de produção (ferramentais, dispositivos, etc);
16. Retorna-se aos passos da Fase de Informação do PT, reconstruindo o Diagrama de Mudge ou Grau de Necessidade da Função (GNF);
17. Nesta etapa, faz-se a nova distribuição dos Custos por Grupo de Componentes;
18. Com os novos valores de custos dos Grupos de Componentes (GC) estudados, faz-se a nova distribuição dos Custos por GC, colocando os novos Custos-Alvo por Função com os custos dos demais GC que não se alteraram, obtendo um menor valor de custo do GP, que é o objetivo de todo este trabalho. A Fig. 12 mostra, por exemplo, a redução dos Custos-Alvo das Funções F_1 , F_3 e F_n do GP estudado pela análise da AV/EV:

- Custos-Alvo do GP em estudo (etapa 8):



- Custos-Alvo do GP após estudo da AV/EV (etapa 18):

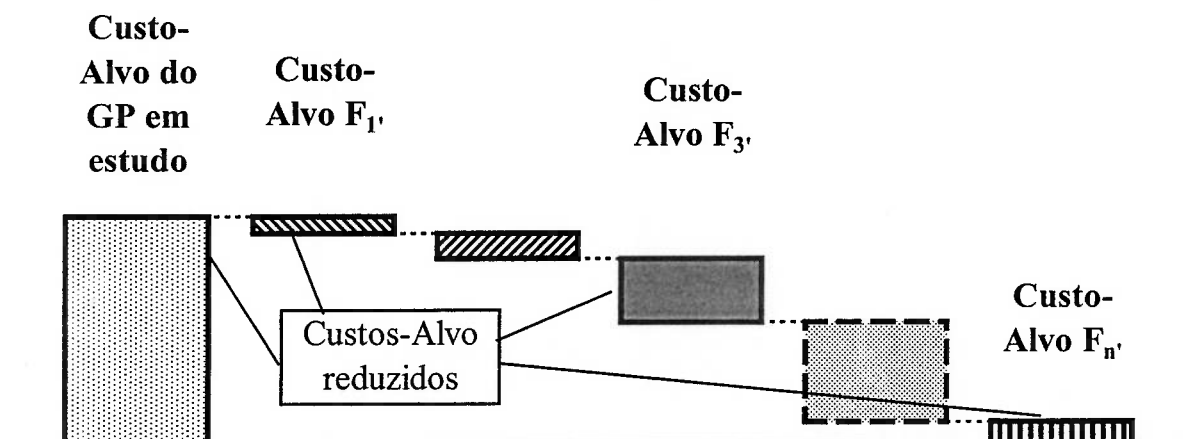


Fig 12. Custo-Alvo do Grupo de Projeto após estudo da AV/EV.

19. Com o intuito de visualizar a importância dos custos versus suas respectivas funções, refaz-se a Matriz Função;
20. Finalmente, com os resultados obtidos e observados pelas etapas 18 e 19, são obtidos os novos Custos-Alvo do GP estudado. Estendendo-se esta metodologia para outros GP, o somatório dos novos custos dos GP analisados e dos custos dos outros GP, obtém-se o novo Custo-Alvo total para o novo produto (A_1) menor que o Custo-Alvo (A) determinado na etapa

3, devido à diminuição dos Custos-Alvo de alguns GP obtidos na etapa 18. A Fig. 13 mostra a diminuição do Custo-Alvo total do veículo em projeto, pela diminuição dos Custos-Alvo dos GP_1 , GP_3 e GP_n , os quais apresentaram reduções de custos, conforme foi indicado na Fig. 12 anterior:

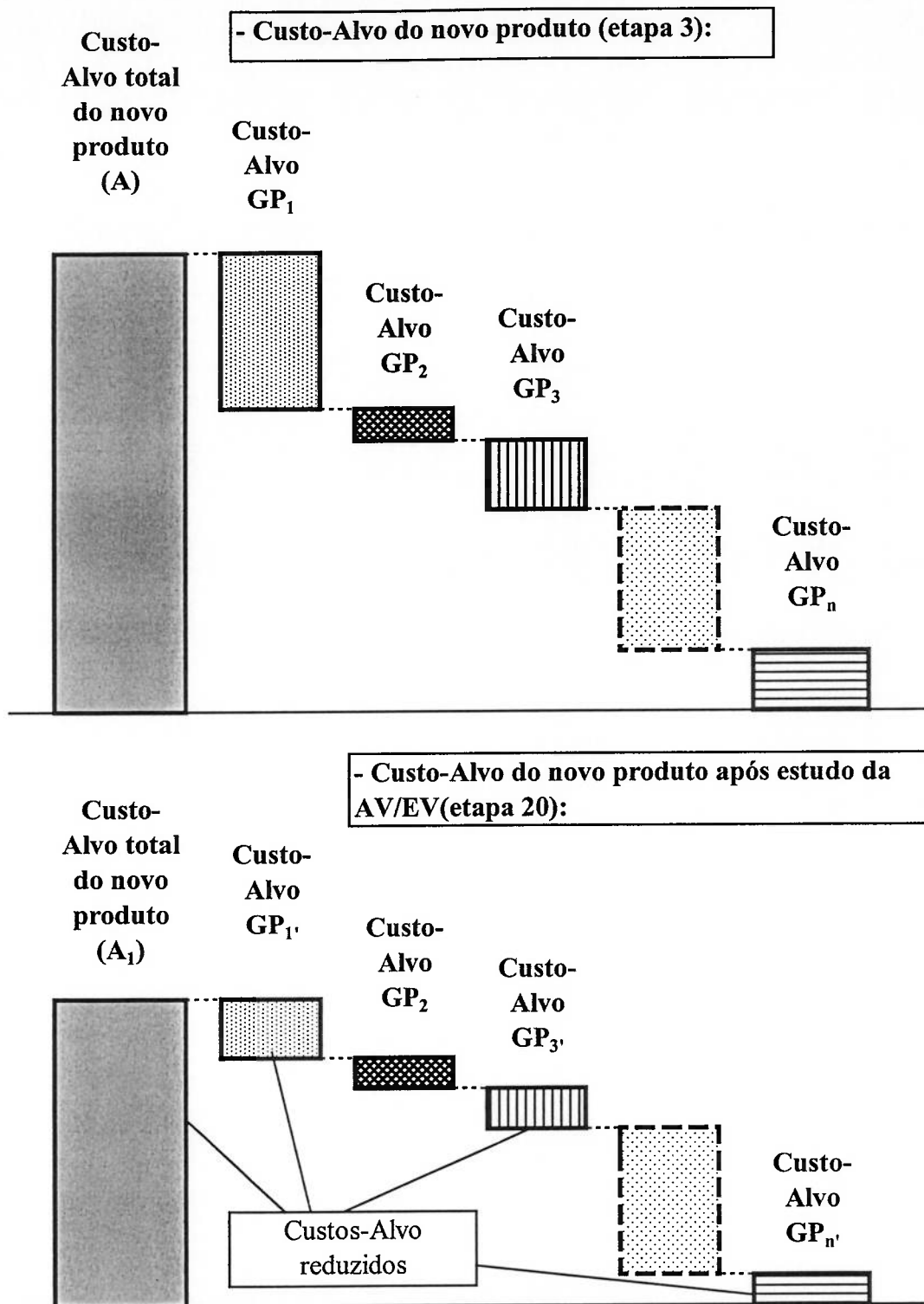


Figura 13. Novo Custo-Alvo total do novo produto.

21. Como último passo do PT, esta etapa representa a fase de Ação, apresentando aos gestores da empresa o estudo realizado com seus resultados

e tomando as providências para a implantação, tais como refazer desenhos, liberar nova documentação da engenharia para produção, fabricar novos meios de produção, etc.

A metodologia apresentada anteriormente abrange a determinação do Custo-Alvo de um produto partido desde o seu Preço-Alvo. O presente trabalho abrange especificamente a determinação do Custo-Alvo por Função, o que corresponde às etapas da Fase de Informação do Plano de Trabalho da Engenharia do valor de 6 a 11, podendo estender-se até a etapa 21.

6. ESTUDOS DE CASO

São apresentados a seguir dois estudos de caso aplicados a Grupos de Projeto (GP) de veículos comerciais relativos à metodologia apresentada no capítulo 5 deste trabalho.

A ênfase dos estudos da EV foi dada à Função de Uso, pois os sistemas estudados não apresentam características para estudar Funções de Estima (estética).

A metodologia proposta por este trabalho também se aplica a produtos caracterizados por Funções de Estima, como por exemplo no âmbito automotivo, componentes tais como acabamentos internos do veículo, painéis de instrumentos, entre outros.

Os valores de custos são fictícios e colocados em Unidades Monetárias (UM), onde representam valores obtidos pelo sistema de custeio RKW.

Os dois estudos de caso diferem basicamente em:

- Sistema de Freios a Ar acionados por Tambores: tem seus componentes distribuídos em diversos locais do veículo, ou seja, não possui um único conjunto identificável. Foi considerada a hipótese de terem basicamente seus componentes adquiridos de fornecedores, por isto têm-se somente custos de materiais e de montagem;
- Sistema de Freio Motor: ao contrário do Sistema de Freios a Ar acionados por Tambores, tem quase todos os seus componentes distribuídos em uma única região do veículo. Com relação aos custos dos componentes, trabalhou-se a hipótese de possuir além de itens comprados de fornecedores, itens fabricados na própria montadora, por isto apresenta além dos custos de materiais, custos de fabricação interna.

6.1. 1º Estudo de Caso: Sistema de Freios a Ar acionados por Tambores

Este estudo visa a determinação do Custo-Alvo do Grupo de Projeto do Sistema de Freios a Ar acionados por Tambores de um veículo comercial, estabelecendo para novos projetos as soluções técnicas e alternativas que atendam os respectivos valores do Custo-Alvo das Funções Básicas e Secundárias dos principais componentes

classificados em uma Curva ABC, com base nos custos de um veículo de fabricação atual (série).

Um veículo comercial é um veículo utilizado exclusivamente ao transporte de mercadorias, ao transporte misto de mercadorias e passageiros ou exclusivamente ao transporte de passageiros (DAIMLERCHRYSLER, 2001).

Este sistema de freio é comumente composto pelo Freio de Serviço, que é acionado para frear o veículo durante seu movimento e do Freio de Estacionamento. Nos freios a tambor, as sapatas, juntamente com as lonas, são pressionadas contra a superfície inferior do tambor de freio (DAIMLERCHRYSLER, 2001). No sistema de frenagem considerado neste estudo, o acionamento das sapatas é feito pelo eixo excêntrico, também conhecido por “S Came”.

O Freio a Ar comprimido é um freio que opera exclusivamente com força auxiliar. O pedal de freio controla o acesso de ar comprimido aos diferentes cilindros de diafragma do sistema de freio. São distribuídas no quadro do chassi, juntamente com os reservatórios de ar, válvulas que se fazem necessárias para a distribuição e acionamento do freio. O compressor de ar é acionado diretamente pelo motor. Aspira o ar da atmosfera através de um filtro, comprime-o e conserva-o nos reservatórios de ar. O secador de ar acoplado a uma das válvulas mantém seco o ar comprimido, com o intuito de evitar a corrosão do sistema de freios. No inverno, o secador evita que haja o congelamento das válvulas deste sistema (DAIMLERCHRYSLER, 2001).

A Fig. 14 apresenta esquematicamente o Sistema de Freios a Ar em estudo:

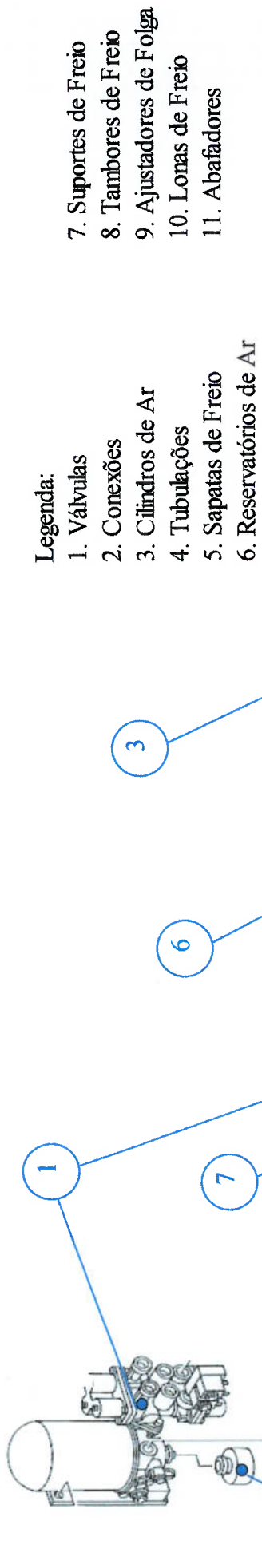


Figura 14. Esquema do Sistema de Freio a Ar acionado por Tambores.

A seguir apresenta-se o estudo para determinação do Custo-Alvo por Função do Grupo de Projeto Freios. Este estudo abrange as etapas de 6 a 10 da metodologia descrita no capítulo 5, as quais correspondem à Fase de Informação do Plano de Trabalho da EV.

6.1.1. Etapa 6: Custos por GC e definições das Funções Básicas e Secundárias

A Tab. 5 apresenta dados para a Fase de Informação do Plano de Trabalho da EV, onde se tem a lista dos componentes, suas Funções Básicas e Secundárias com a distribuição dos custos do Grupo de Projeto Freios por seus Grupos de Componentes.

Tab. 5. Custos por GC e Funções para Sistema de Freio a Ar.

ENGENHARIA E ANÁLISE DO VALOR - PLANO DE TRABALHO										
FASE DE INFORMAÇÃO										
Grupo de Projeto: Sistema de Freios a Ar acionado por Tambores					Valores em Unidades Monetárias (UM)					
ITEM	NOME DO ITEM OU GRUPO DE COMPONENTES	VERBO	SUBSTANTIVO	O QUE FAZ ?		QUANTO CUSTA ?				Letra Chave da Função
				Básica	Função	MATERIAL DIRETO (1)	FABRICAÇÃO (2)	CI VARIÁVEL (1) + (2)		
1	Válvulas	Controlar	Ar	X		56	0	56		A
1	Válvulas	Distribuir	Ar		X					C
2	Conexões	Unir	Componentes	X		49	0	49		B
3	Cilindros de Ar	Frear	Rodas	X						D
3	Cilindros de Ar	Controlar	Ar		X	32	0	32		A
4	Tubulações	Distribuir	Ar	X		22	0	22		C
5	Sapatas de Freio	Frear	Rodas	X		19	0	19		D
6	Reservatórios de Ar	Armazenar	Ar	X		16	0	16		E
7	Suportes de Freio	Fixar	Componentes	X		15	0	15		F
8	Tambores de Freio	Frear	Rodas	X		13	0	13		D
9	Ajustadores de Folga	Frear	Rodas	X						D
9	Ajustadores de Folga	Controlar	Folga		X	12	0	12		H
10	Lonas de Freio	Frear	Rodas	X		10	0	10		D
11	Abafadores	Reduzir	Ruído	X		8	0	8		G
12	Montagens	Fixar	Componentes	X		0	8	8		F
						TOTAL POR VEÍCULO				260

Notas:

CI VARIÁVEL : Custo Industrial Variável.

6.1.2. Etapa 7: Agrupamento das funções similares

Nesta etapa do PT, examinando as Funções Básicas e Secundárias definidas na Tab. 5, foi feita a análise quanto ao agrupamento de funções e verificou-se que não há necessidade de agrupar as funções similares, pois não existem neste caso. Com isto, também não há necessidade de efetuar a distribuição dos Custos dos Componentes do Grupo de Projeto (GP).

6.1.3. Etapa 8: Determinação dos Custos-Alvo por Função

Distribuir os Custos de cada Grupo de Componentes para as suas respectivas Funções Básicas e Secundárias a que eles estão ligados, determinando assim os “Custos por Função – CUSTO-ALVO” destacados na Tab. 6:

Tab. 6. Custos-Alvo por Função para Sistema de Freio a Ar.

Valores em Unidades Monetárias (UM)

Componentes	Função								Custo do Componente
	Controlar Ar	Unir Componentes	Distribuir Ar	Frear Rodas	Armazenar Ar	Fixar Componentes	Reduzir Ruído	Controlar Folga	
	A	B	C	D	E	F	G	H	
Válvulas	50		6						56
Conexões		49							49
Cilindros de Ar	5			27					32
Tubulações			22						22
Sapatas do Freio				19					19
Reservatórios de Ar					16				16
Suportes de Freio						15			15
Tambores de Freio				13					13
Ajustadores de Folga				4				8	12
Lonas de Freio				10					10
Abafadores							8		8
Montagens						8			8
Custo por Função CUSTO-ALVO	55	49	28	73	16	23	8	8	260
Percentual do Custo por Função pelo Custo Total	21,2%	18,8%	10,8%	28,1%	6,2%	8,8%	3,1%	3,1%	100,0%

Comentários da análise sobre os Custos-Alvo encontrados por função:

1. Maior valor do Custo-Alvo: a função “Frear Rodas” (D) é aquela que apresenta maior valor percentual de Custo-Alvo por Função (28,1%) e tem vários Grupos de Componentes que participam desta função que são os Cilindros de Ar, Sapatas de Freio, Tambores de Freio, Ajustadores de Folga e Lonas de Freio;
2. Menor valor do Custo-Alvo: as funções “Evitar Ruído” (G) e “Controlar Folga” (H) são aquelas que apresentam menores valores percentuais (3,1%) e assim como a função “Controlar Ar” (A), tem um único Grupo de Componentes para cada uma, que são os Abafadores e Ajustadores de Folga respectivamente;
3. Quantidade de GC por Custo-Alvo: os Custos-Alvo por Função apresentam um número variado de GC, podendo o Custo-Alvo por Função ter um ou mais GC, conforme colocado na Tab. 7:

Tab. 7. Grupo de Componentes por Função do Custo-Alvo.

Função do Custo-Alvo	Grupo de Componentes (GC)
Controlar Ar	Válvulas/Cilindros
Unir Componentes	Conexões
Distribuir Ar	Válvulas/Tubulações
Frear Rodas	Cilindros/Sapatas/Tambores/Ajustadores de Folga/Lonas
Armazenar Ar	Reservatórios
Fixar Componentes	Suportes/Montagens
Reduzir Ruído	Abafadores
Controlar Folga	Ajustadores de Folga

4. Aplicação dos Custos-Alvo por Função: a Tab. 8 apresenta o resumo dos Custos-Alvo por Função, seus valores em Unidades Monetárias (UM), suas

respectivas participações no Custo Total do Grupo de Projeto em estudo e a ordem numérica de classificação:

Tab. 8. Valores de Custos-Alvo por Função e classificação.

Função do Custo-Alvo	Grupo de Componentes (GC)	CUSTO-ALVO (UM)	Classificação
Controlar Ar	Válvulas/Cilindros	55	2o.
Unir Componentes	Conexões	49	3o.
Distribuir Ar	Válvulas/Tubulações	28	4o.
Frear Rodas	Cilindros/Sapatas/Tambores/ Ajustadores de Folga/Lonas	73	1o.
Armazenar Ar	Reservatórios	16	6o.
Fixar Componentes	Suportes/Montagens	23	5o.
Reduzir Ruído	Abafadores	8	7o.
Controlar Folga	Ajustadores de Folga	8	7o.
	TOTAL	260	

É apresentado a seguir a análise conclusiva dos Custos-Alvos obtidos por Funções:

1. Os valores dos Custos-Alvo por Funções apresentados na Tab. 8 devem ser utilizados como valores a serem atingidos no projeto do novo veículo. Isto significa que para atingir-se o Custo-Alvo Total de 260 UM para o Grupo de Projeto Sistema de Freio a Ar acionado por Tambores, é necessário ter para cada função um custo máximo igual ao Custo-Alvo por Função;
2. Para atingir-se os Custos-Alvos por Funções, existe a preocupação de projetar-se para atender a função e conseqüentemente o seu Custo-Alvo. Por exemplo, ao projetar o novo sistema de freio do veículo em desenvolvimento, atentando para a função "Frear Rodas", o projetista do produto deve buscar a inovação para ter-se como resultado um projeto dos Grupos de Componentes que participam desta função, outras alternativas tecnológicas de projeto que

possam atender o Custo-Alvo desta função. Neste caso, com o pensamento fundamental da EV, o projetista deve ter em mente como projetar os componentes para atender a função “Frear Rodas” e não simplesmente elaborar um projeto observando os desenhos dos componentes e seus desempenhos técnicos para o novo produto. A idéia central da Análise do Valor criada por Miles adaptada à teoria do Custo-Alvo é “Como atender a Função Frear Rodas com no máximo o valor de seu Custo-Alvo”? ;

3. Conforme descrito nos itens anteriores, o Custo-Alvo através da Análise Funcional permite a oportunidade de colocar ainda mais em prática a criatividade, mudando os “velhos paradigmas”, buscando alternativas de inovação com menores custos. Esta é uma alternativa específica com o enfoque da terminologia conhecida como *design to cost* (projetar para o custo).

6.1.4. Etapa 9: Determinação do Grau de Desempenho de cada função

O Grau de Desempenho é definido por uma grandeza que possa medir o desempenho de uma função que é definida através da Metodologia do Valor. Exemplo: a função “Transmitir Torque” de um Eixo Cardan visa distribuir Momento Torsor gerado pelo Motor de Combustão de um veículo comercial para o Eixo Traseiro, variação esta medida em unidades de medida do Sistema Internacional (SI) [N x m].

Para cada função descrita anteriormente, tem-se uma relação de desempenho para o sistema de freios que relaciona tecnicamente a função com uma variável dimensional que possa medir o seu desempenho:

1. Controlar Ar: distribuir para o circuito a pressão necessária (variação em Pascal);
2. Unir Componentes: evitar vazamentos de ar na união de componentes e distribuir ar no circuito (variação em Pascal);

3. Distribuir Ar: enviar ar para todos os componentes do circuito (variação em Pascal);
4. Frear Rodas: diminuir aceleração do veículo e dissipar calor (variação em m/s^2 e em Joule);
5. Armazenar Ar: manter sempre ar no circuito (m^3);
6. Fixar Componentes: manter imóvel os componentes no chassi (variação em mm);
7. Evitar Ruído: diminuir intensidade sonora para cumprir legislação (variação em dB);
8. Controlar Folga: efetuar o controle da variação dimensional (folga) entre as lonas e o tambor de freio (variação em mm).

6.1.5. Etapa 10: Diagrama de Mudge ou Grau de Necessidade da Função

Além de estabelecer os Custos-Alvo por Funções Básica e Secundária, pode-se aproveitar a análise feita pela Metodologia do Valor para analisar o novo projeto visando a redução de custos do Custo-Alvo do Grupo de Projeto em estudo, elaborando o Diagrama de Mudge (Grau de Necessidade da Função), conforme estão indicados nas Tab. 9 e 10:

Tab. 9. Diagrama de Mudge para Sistema de Freio a Ar.

	B	C	D	E	F	G	H
A	A3	A2	A3	E3	A2	A2	A3
	B	C2	D3	E3	B1	B1	B1
		C	C3	C2	C2	C1	C2
			D	D2	D2	D1	D3
				E	E2	E1	E1
					F	F2	F1
						G	H3
							H

Tab. 10. Grau de Necessidade da Função para Sistema de Freio a Ar.

Letra Chave	Função	Peso	GNF (%)	Classificação
A	Controlar Ar	15	26,3	1a.
B	Unir Componentes	3	5,3	5a.
C	Distribuir Ar	12	21,0	2a.
D	Frear Rodas	11	19,3	3a.
E	Armazenar Ar	10	17,5	4a.
F	Fixar Componentes	3	5,3	5a.
G	Evitar Ruído	0	0,0	6a.
H	Controlar Folga	3	5,3	5a.
TOTAL		57	100,0	

Conclusões desta análise:

1. A Análise Funcional mostra que a principal função do Sistema de Freio a Ar acionado por Tambores é "Controlar Ar" (A) com GNF de 26,3%;
2. A classificação apresenta a segunda função importante é a função

“Distribuir Ar” (C) com GNF de 21,0% e a terceira função “Frear Rodas” (D) com GNF 19,3%. Observa-se que esta seqüência de classificação do GNF tem o acompanhamento lógico através de uma análise técnica do sistema de frenagem, pois se o sistema não for eficiente no controle e distribuição do ar, não adianta ter um ótimo sistema de frenagem nas rodas;

3. As funções “Unir Componentes” (B), “Fixar Componentes” (F) e “Controlar Folga” (H) tem os mesmos GNF de valor 5,3%, o que representa que nesta análise elas tem a mesma importância no conjunto.

6.1.6. Etapa 11: Matriz Função e Gráfico Custo-Alvo por Função vs. GNF

Com os dados obtidos na determinação do Custo-Alvo por Função e da Avaliação Numérica Funcional, elabora-se a Matriz Função apresentada na Tab. 11:

Tab. 11. Matriz Função para Sistema de Freio a Ar.

Letra Chave	Função	Análise pelo Custo-Alvo		Avaliação Numérica Funcional	
		Custo-Alvo por Função	%	Peso	GNF (%)
A	Controlar Ar	55	21,2%	15	26,3
B	Unir Componentes	49	18,8%	3	5,3
C	Distribuir Ar	28	10,8%	12	21,0
D	Frear Rodas	73	28,1%	11	19,3
E	Armazenar Ar	16	6,2%	10	17,5
F	Fixar Componentes	23	8,8%	3	5,3
G	Evitar Ruído	8	3,1%	0	0,0
H	Controlar Folga	8	3,1%	3	5,3
TOTAL		260	100,0%	57	100,0

Na Fig. 15 é apresentado o Gráfico Custo-Alvo por Função versus o Grau de Necessidade da Função (GNF) para o Sistema de Freio a Ar:

Gráfico Custo-Alvo por Função x GNF

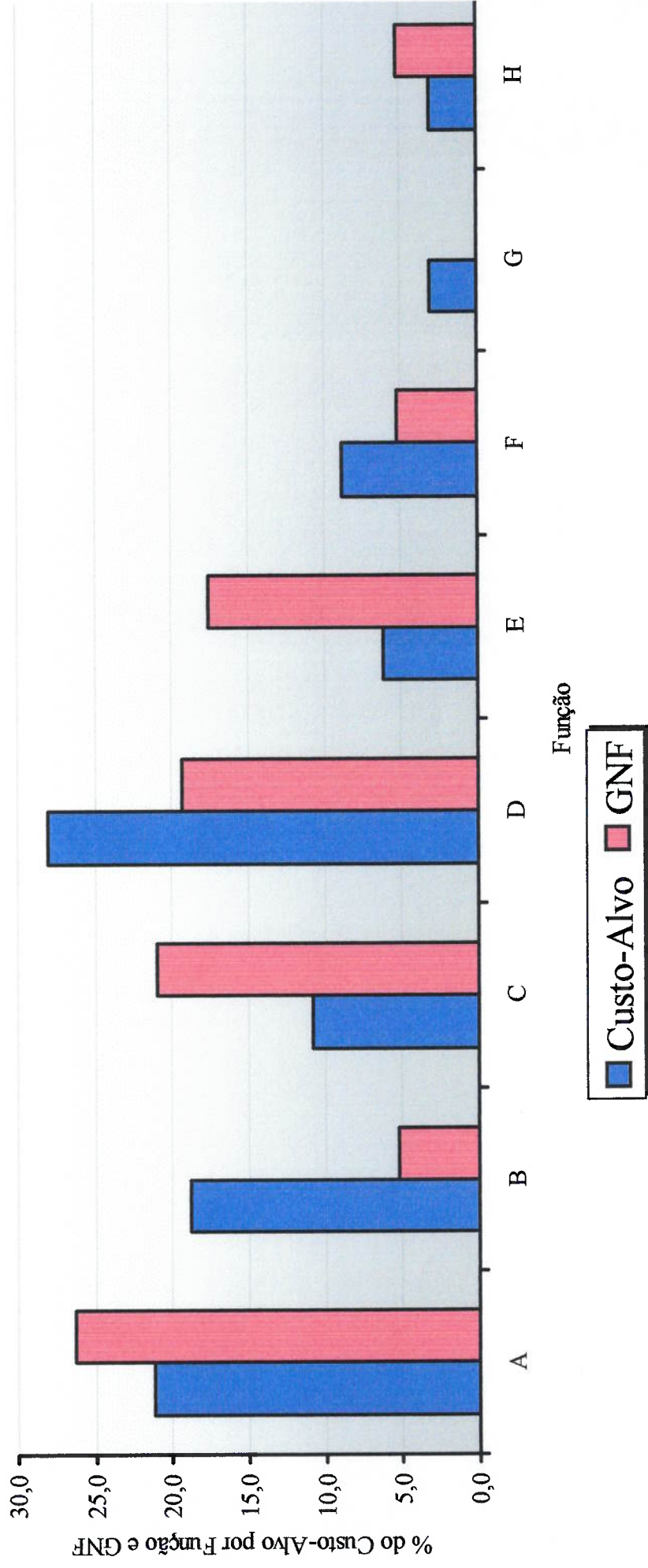


Fig. 15. Gráfico Custo-Alvo por Função x GNF para Sistema de Freio a Ar.

Observa-se que a função com maior percentual de custo “Controlar Ar” (A), não é a função com maior Grau de Necessidade. No estudo da redução de custos, pode-se analisar outras funções com percentual de custo maior que o percentual da função, como a função “Unir Componentes” (B).

A seguir são apresentadas as demais conclusões da análise do Gráfico Custo-Alvo por Função versus GNF. Estas conclusões podem ser voltadas a dois tipos de análises:

- a. Identificar as funções que apresentam seus percentuais de Custos-Alvo maiores que seus GNF. Com isto, procuram-se alternativas de projeto para atender a função geral do GP de “Como atender a função com no máximo o valor de seu Custo-Alvo?” Desta forma, deixa-se de lado o projeto atual e procura-se uma outra maneira de atender a função de “Frear Rodas”, procurando a inovação, a criatividade e capacidade de abstração para um novo projeto;
- b. Não sendo possível atender a função “Frear Rodas” do GP através do item “a” anterior, identificam-se as funções que apresentam seus percentuais de Custos-Alvo maiores que seus GNF e procura-se com base no projeto atual dos componentes, reduzir o Custo-Alvo da função com alterações construtivas dos componentes, por exemplo. Com base neste tipo de análise, conclui-se:
 1. Com o objetivo da redução de custo do produto atual e que serve de parâmetro de projeto para o novo produto, observa-se que a função com maior valor percentual de custo (28,1%) tem o terceiro maior GNF (19,3%) apresentado, a função “Frear Rodas” (D), é uma função que pode ser trabalhada assim como as demais, no sentido de melhoramento do projeto ou manufatura dos seus componentes, como por exemplo, os componentes “Sapatas”;

2. No sentido da abordagem do item 1, a função com maior GNF (26,1%) é a segunda com maior percentual de custo (21,2%), a função “Controlar Ar” (A), é uma função relacionada às Válvulas e também aos Cilindros de Ar. O estudo sobre as Válvulas é interessante, pois a quantidade de Válvulas projetadas para o circuito de freio, já atendem as condições mínimas de frenagem e de legislação;
3. As funções com menores percentuais de custos (3,1%) e também menores GNF (5,8% e 0%), são as funções “Evitar Ruído” (G) e “Controlar Folga” (H), que dentre as funções do sistema de frenagem são de menor importância, não apresentando características de custos desnecessários;
4. Uma atenção especial deve ser dada à função “Unir Componentes” (B), “Frear Rodas” (D) e “Fixar Componentes” (F), pois apresentam percentuais de custos maiores (18,8%, 28,1% e 8,8%) que seus respectivos GNF (5,3%, 19,3% e 5,3%). Respectivamente, estas funções pertencem aos GC Conexões, Cilindros de Ar, Sapatas, Tambores, Ajustadores de Folga, Lonas de Freios e Montagens. Recomenda-se uma avaliação, pois podem estar apresentando dentro do âmbito de análise da AV/EV, custos desnecessários por terem seus percentuais de Custos-Alvo maiores que seus GNF;
5. Todas as abordagens descritas anteriormente tratam da obtenção do Custo-Alvo por Função, que é o Custo-Alvo referência do produto atual para novos projetos, objetivando a diminuição do Custo-Alvo do Grupo de Componentes, do Grupo de Projeto e conseqüentemente do Custo-Alvo total do novo produto;
6. Como comentários finais, pode-se ainda concluir:
 - a Avaliação Numérica Funcional é um método consistente de busca das funções de um determinado sistema ou conjunto. Isto se observa nos

resultados obtidos pelos GNF, onde a função de maior importância no sistema é a função “Controlar Ar” (A). Tecnicamente no projeto do Sistema de Freio, o desempenho desta função é determinado pelo GC das Válvulas, onde são os componentes responsáveis pelo funcionamento do Sistema de Freio;

- a análise pelo Custo-Alvo apresentou o segundo maior percentual de custo para a função “Controlar Ar”, o que também mostra a eficiência do método aplicado para determinar os custos por funções;
- a Avaliação Numérica Funcional mostrou também que a função “Evitar Ruído” (G) com menor GNF, é sem dúvida aquela com menor importância, porém poderia chegar-se em um valor diferente de zero, se as ponderações do Diagrama de Mudge apresentassem uma importância desta função sobre outra comparativamente. Contudo, esta função com GNF diferente de zero, apresentaria ainda menor GNF.

6.2. 2º Estudo de Caso: Grupo de Projeto Sistema de Freio Motor

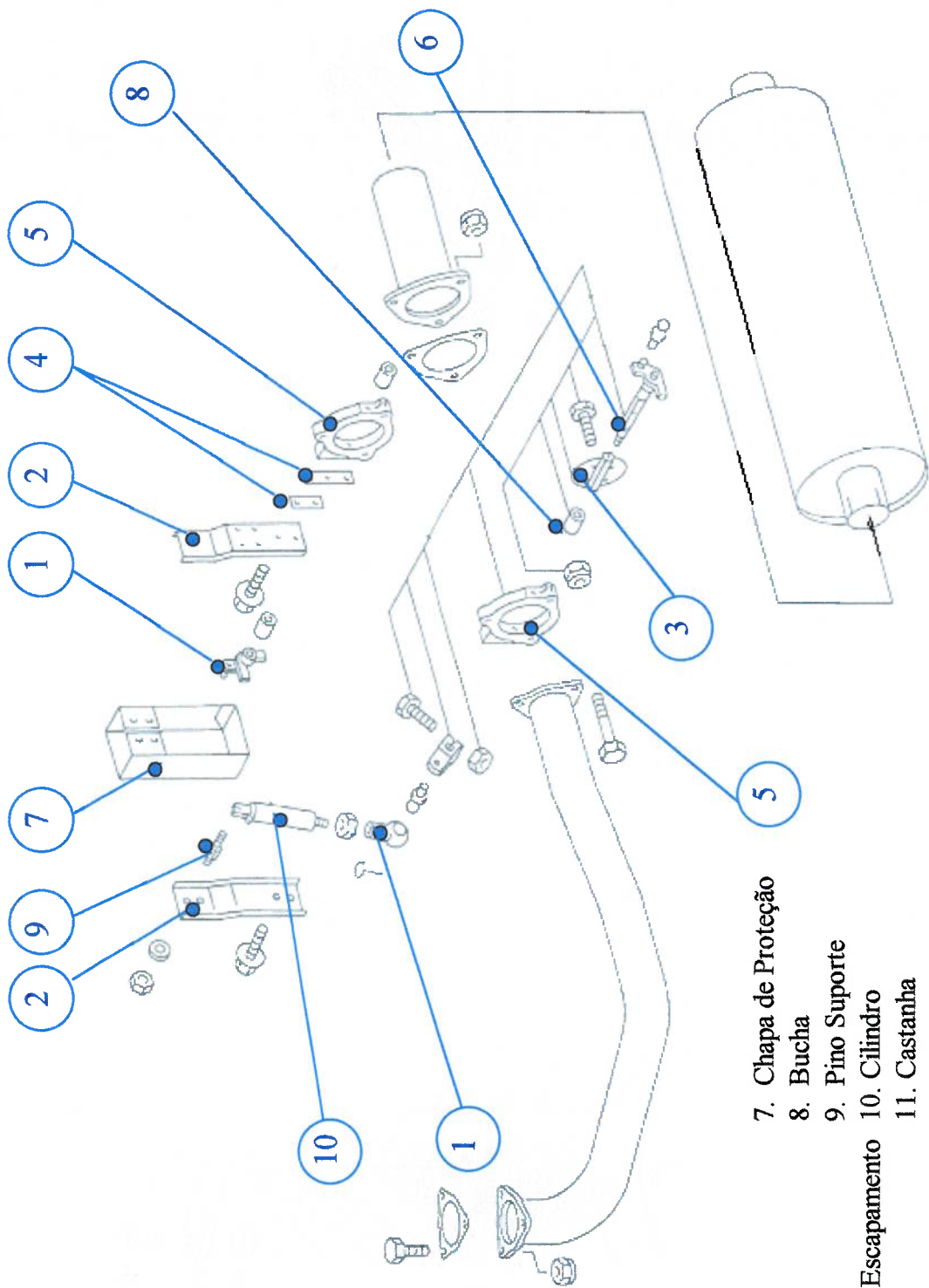
Este estudo visa a determinação do Custo-Alvo do Grupo de Projeto do Sistema de Freio Motor o qual é parte do sistema geral de frenagem de um veículo comercial, atuando para auxiliar o sistema de frenagem exemplificado no primeiro estudo de caso. Assim como no estudo anterior, o objetivo é obter Custos-Alvo para cada Função Básica e Secundária, visando para novos projetos, soluções técnicas alternativas que atendam os respectivos valores do Custo-Alvo das funções, com base nos custos de um veículo de fabricação atual (série).

O Freio Motor aproveita a ação de retenção do motor para diminuir a velocidade do veículo. Tem uma borboleta instalada no coletor de escapamento que fecha este conduto. Ao mesmo tempo, fica suspensa a alimentação de combustível através da haste de controle do sistema de injeção. No quarto tempo do ciclo de trabalho (escapamento), o motor opera contra a borboleta de escapamento. Para ativar o Freio

Motor, há um botão no painel de instrumentos, que permite sua utilização individual ou simultânea com o freio de serviço (DAIMLERCHRYSLER, 2001).

Com relação à elaboração dos Custos-Alvo dos Grupos de Componentes, faz-se o mesmo procedimento desde a etapa de número 6 até a de número 11, cumprindo toda a fase de Informação do Plano de Trabalho.

A Fig. 16, apresenta esquematicamente o Sistema de Freio Motor em estudo:



- Legenda:**
- 1. Cj. Alavanca
 - 2. Suporte
 - 3. Cj. Borboleta do Coletor de Escapamento
 - 4. Flange Intermediário
 - 5. Flange de Acoplamento
 - 6. Eixo
 - 7. Chapa de Proteção
 - 8. Bucha
 - 9. Pino Suporte
 - 10. Cilindro
 - 11. Castanha

Figura 16. Esquema do Sistema de Freio Motor.

6.2.1. Etapa 6: Custos por GC e definições das Funções Básicas e Secundárias

Analogamente ao estudo de caso anterior sobre Sistema de Freio a Tambor acionado por Tambores (Freio de Serviço), são desenvolvidas as etapas de número 6 a 11 da Fase de Informação do Plano de Trabalho da AV . Na Tab. 12 estão apresentados os custos por Grupos de Componentes e estabelecidas as suas Funções Básicas e Secundárias:

Tab. 12. Custos por GC e Funções para Sistema de Freio Motor.

ENGENHARIA E ANÁLISE DO VALOR - PLANO DE TRABALHO													
FASE DE INFORMAÇÃO													
Grupo de Projeto: <u>Sistema de Freio Motor</u>													
Valores em Unidades Monetárias (UM)													
ITEM	NOME DO ITEM OU GRUPO DE COMPONENTES	VERBO	SUBSTANTIVO	O QUE FAZ ?		QUANTO CUSTA ?						Letra Chave da Função	
				Básica	Função	CUSTO INDUSTRIAL VARIÁVEL (CI)	QTDE. POR VEÍCULO	CI VARIÁVEL POR VEÍCULO	MATERIAL DIRETO (1)	FABRICAÇÃO (2)	UNITÁRIO (1) + (2)		
1	Cj. Alavanca	Alojar	Componente	X		20	43	63	1	63		A	
2	Cj. Suporte	Fixar	Cilindro	X		10	24	34	1	34		B	
3	Cj. Borboleta do Coletor Escapamento	Restringir	Gases	X		150	44	194	1	194		C	
4	Flange Intermediário	Apoiar	Componente	X		3	5	8	1	8		D	
5	Flange Intermediário	Apoiar	Componente	X		2	5	7	1	7		D	
6	Flange de Acoplamento	Alojar	Sistema	X		100	127	227	1	227		E	
7	Flange de Acoplamento	Fixar	Componentes		X						227	H	
7	Eixo	Permitir	Movimento	X		27	186	213	1	213		F	
8	Chapa de Proteção	Proteger	Sistema	X		20	35	55	1	55		G	
8	Chapa de Proteção	Fixar	Componentes		X						55	H	
9	Bucha	Permitir	Movimento	X		88	0	88	2	177		F	
10	Pino Suporte	Fixar	Cilindro	X		35	0	35	1	35		B	
11	Cilindro	Permitir	Movimento	X		678	0	678	1	678		F	
12	Castanha	Alojar	Componente	X		76	0	76	1	76		A	
13	Elementos de Fixação	Fixar	Componentes	X			-				71	H	
14	Montagem	Fixar	Componentes	X		0	62	62	1	62		H	
									TOTAL POR VEÍCULO		1.900		

6.2.2. Etapa 7: Agrupamento das funções similares

Fazendo a análise das funções definidas, não houve a necessidade de fazer-se o agrupamento destas.

6.2.3. Etapa 8: Determinação dos Custos-Alvo por Função

Distribuir os Custos de cada Grupo de Componentes para as suas respectivas Funções Básicas e Secundárias que eles estão ligados, determinando assim os “Custos por Função – CUSTO-ALVO” destacados na Tab. 13:

Tab. 13. Custos-Alvo por Função para Sistema de Freio Motor.

Valores em Unidades Monetárias (UM)

Componentes	Função								Custo do Componente
	Alojar Componente	Fixar Cilindro	Restringir Gases	Apoiar Componente	Alojar Sistema	Permitir Movimento	Proteger Sistema	Fixar Componentes	
	A	B	C	D	E	F	G	H	
Cj. Alavanca	63								63
Cj. Suporte		34							34
Cj. Borboleta do Coletor Escapamento			194						194
Flange Intermediário				8					8
Flange Intermediário				7					7
Flange de Acoplamento					182			45	227
Eixo						213			213
Chapa de Proteção							44	11	55
Bucha						177			177
Pino Suporte		35							35
Cilindro						678			678
Castanha	76								76
Elementos de Fixação								71	71
Montagem								62	62
Custo por Função -> CUSTO-ALVO	139	69	194	15	182	1.068	44	189	1.900
Percentual do Custo por Função pelo Custo Total	7,3%	3,6%	10,2%	0,8%	9,6%	56,2%	2,3%	10,0%	100,0%

Comentários da análise sobre os Custos-Alvo encontrados por função:

1. Maior valor do Custo-Alvo: a função “Permitir Movimento” (F) é aquela que apresenta maior valor percentual de Custo-Alvo por Função (56,2%) e tem vários Grupos de Componentes que participam desta função, que são os itens Eixo, Buchas e Cilindro;

2. Menor valor do Custo-Alvo: as funções “Apoiar Componente” (D) apresenta menor valor percentual (0,8%) e tem somente um GC que são os dois Flanges Intermediários;
3. Quantidade de GC por Custo-Alvo: os Custos-Alvo por Funções apresentam um número variado de GC, podendo o Custo-Alvo por Função ter um ou mais GC, conforme colocado na Tab. 14:

Tab. 14. Grupo de Componentes por Função do Custo-Alvo.

Função do Custo-Alvo	Grupo de Componentes (GC)
Alojar Componente	Cj. Alavanca/Castanha
Fixar Cilindro	Cj. Suporte/Pino Suporte
Restringir Gases	Cj. Borboleta do Coletor Escapamento
Apoiar Componente	Flange Intermediário
Alojar Sistema	Flange de Acoplamento
Permitir Movimento	Eixo/Bucha/Cilindro
Proteger Sistema	Chapa de Proteção
Fixar Componentes	Flange de Acoplamento/Chapa de Proteção/Elementos de Fixação/Montagem

4. Aplicação dos Custos-Alvo por Funções: A Tab. 15 apresenta o resumo dos Custos-Alvo Por Função, seus valores em Unidades Monetárias (UM), suas respectivas participações no Custo Total do Grupo de Projeto em estudo e a ordem numérica de classificação:

Tab. 15. Valores de Custos-Alvo por Função e classificação.

Função do Custo-Alvo	Grupo de Componentes (GC)	CUSTO-ALVO (UM)	Classificação
Alojar Componente	Cj. Alavanca/Castanha	139	5o.
Fixar Cilindro	Cj. Suporte/Pino Suporte	69	6o.
Restringir Gases	Cj. Borboleta do Coletor Escapamento	194	2o.
Apoiar Componente	Flange Intermediário	15	8o.
Alojar Sistema	Flange de Acoplamento	182	4o.
Permitir Movimento	Eixo/Bucha/Cilindro	1.068	1o.
Proteger Sistema	Chapa de Proteção	44	7o.
Fixar Componentes	Flange de Acoplamento/Chapa de Proteção/Elementos de Fixação/Montagem	189	3o.
TOTAL		1.900	

É apresentado a seguir a análise conclusiva dos Custos-Alvos obtidos por Funções:

1. Os valores dos Custos-Alvo por Funções apresentados na Tab. 15 devem ser utilizados como valores a serem atingidos no projeto do novo veículo. Isto significa que para atingir-se o Custo-Alvo Total de 1.900 UM para o Grupo de Projeto Sistema de Freio Motor, é necessário ter-se para cada função um custo máximo igual ao Custo-Alvo por Função;
2. São válidos para este estudo de caso adaptado às suas funções, os mesmos comentários descritos no item 6.1.3, itens 2 e 3 da Tab. 8 do estudo de caso anterior.

6.2.4. Etapa 9: Determinação do Grau de Desempenho de cada função

Para cada Função Básica e Secundária descrita anteriormente, tem-se uma relação de desempenho para o sistema de freios que relaciona tecnicamente a função com uma variável dimensional que possa medir o seu desempenho:

1. Alojar Componente: manter o movimento do Cj. Alavanca roscada na haste do Cilindro (variação em mm) e receber o movimento de translação da haste do Cilindro, transformando em movimento de rotação do Eixo (variação em mm);
2. Fixar Cilindro: manter o Cilindro rígido no sistema (variação em mm);
3. Restringir Gases: impedir a saída dos gases da combustão do motor pelo sistema de escape, agindo como freio nas cabeças dos Pistões do motor (variação em N);
4. Apoiar Componente: auxiliar na fixação do Cj. Suporte no Flange de Acoplamento (variação em mm);
5. Alojar Sistema: alojar o Cj. Borboleta do Coletor de Escapamento com o intuito de formar um conduto de escoamento dos gases da combustão (variação em N);
6. Permitir Movimento: permitir o movimento de rotação do Cj. Borboleta do Coletor de Escapamento, bloqueando o escoamento dos gases de combustão (variação em graus) e permitir o movimento de rotação do Cj. Borboleta do Coletor de Escapamento, bloqueando o escoamento dos gases de combustão (variação em graus);
7. Proteger Sistema: proteger o Sistema do Cilindro/Cj. Alavanca/Castanha contra a infiltração de materiais impuros e golpes (variação em mm);

8. Fixar Componentes: manter rígrado os componentes em seus pontos de fixação (variação em mm).

6.2.5. Etapa 10: Diagrama de Mudge ou Grau de Necessidade da Função

As Tab. 16 e 17 apresentam o Diagrama de Mudge (Grau de Necessidade da Função) para um Sistema de Freio Motor:

Tab. 16. Diagrama de Mudge para Sistema de Freio Motor.

	B	C	D	E	F	G	H
A	A2	C3	A2	E3	F3	A1	A2
	B	C3	B2	E2	F3	B1	H1
		C	C3	C2	C1	C3	C2
			D	E2	F3	D1	D2
				E	F2	E3	E2
					F	F3	F2
						G	G1
							H

Tab. 17. Grau de Necessidade da Função para Sistema de Freio Motor.

Letra Chave	Função Básica	Peso	GNF (%)	Classificação
A	Alojar Componente	7	11,6	4a.
B	Fixar Cilindro	3	5,0	5a.
C	Restringir Gases	17	28,3	1a.
D	Apoiar Componente	3	5,0	5a.
E	Alojar Sistema	12	20,0	3a.
F	Permitir Movimento	16	26,7	2a.
G	Proteger Sistema	1	1,7	6a.
H	Fixar Componentes	1	1,7	6a.
TOTAL		60	100,0	

Conclusões desta análise:

1. A Análise Funcional mostra que a principal função do Sistema de Freio Motor é "Restringir Gases" (C) com GNF de 28,3%;
2. A classificação apresenta a segunda função importante é a função "Permitir Movimento" (F) com GNF de 26,7% e a terceira função "Alojar Sistema" (E) com GNF 20,0%. Assim como no estudo de caso anterior, a classificação de importância das funções face ao sistema de Freio Motor também acompanha a lógica de funcionabilidade do sistema, com componentes fundamentais para a frenagem estando nas duas principais funções, como o Cj. Borboleta (C) e o Cilindro (F), pois sem o movimento destes não haverá a frenagem;
3. As funções "Proteger Sistema" (G), "Fixar Componentes" (H) tem os mesmos GNF de valor 1,7%, o que representa que nesta análise elas tem a mesma importância no conjunto. São os menores GNF encontrados.

6.2.6. Etapa 11: Matriz Função e Gráfico Custo-Alvo por Função vs. GNF

Com os dados obtidos na determinação do Custo-Alvo por Função e da Avaliação Numérica Funcional, elabora-se a Matriz Função apresentada na Tab. 18:

Tab. 18. Matriz Função para Sistema de Freio Motor.

Letra Chave	Função	Análise pelo Custo-Alvo		Avaliação Numérica Funcional	
		Custo	%	Peso	GNF (%)
A	Alojar Componente	139	7,3%	7	11,6
B	Fixar Cilindro	69	3,6%	3	5,0
C	Restringir Gases	194	10,2%	17	28,3
D	Apoiar Componente	15	0,8%	3	5,0
E	Alojar Sistema	182	9,6%	12	20,0
F	Permitir Movimento	1.068	56,2%	16	26,7
G	Proteger Sistema	44	2,3%	1	1,7
H	Fixar Componentes	189	9,9%	1	1,7
TOTAL		1.900	100,0%	60	100,0

Na Fig. 17, é apresentado o Gráfico do Custo-Alvo por Função versus o Grau de Necessidade da Função (GNF) para o Sistema de Freio Motor:

Gráfico Custo-Alvo por Função x GNF

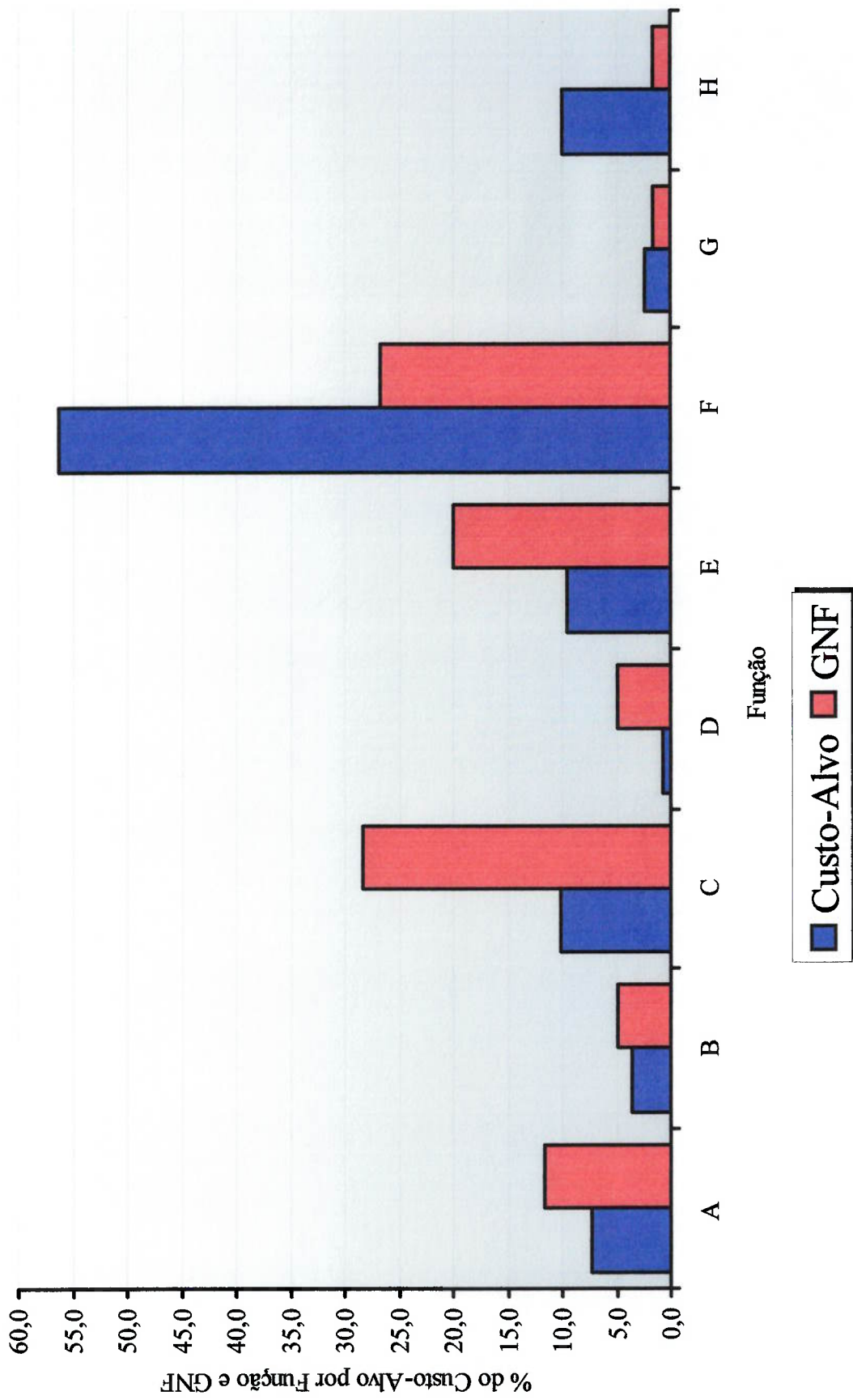


Fig. 17. Gráfico Custo-Alvo por Função x GNF para Sistema de Freio Motor.

Observa-se que a função com maior custo “Permitir Movimento” (F) não é a função com maior Grau de Necessidade. No estudo da redução de custos, pode-se analisar outras funções com percentual de custo maior que o percentual da função, como a função “Unir Componentes” (H).

A seguir são apresentadas as demais conclusões da análise do Gráfico Custo-Alvo por Função versus GNF. Estas conclusões são voltadas para atender a função geral deste sistema na hipótese de não ser possível aplicar a inovação, ou seja, buscar dentro do projeto atual atender a função geral “Frear Rodas” auxiliando o Sistema do Freio de Serviço visto no 1º. estudo de caso:

1. Identificar as funções que apresentam percentuais de Custos-Alvo maiores que seus GNF, procurando alternativas de projeto para atender a função geral do GP de “Como atender a função com no máximo o valor de seu Custo-Alvo”?
2. Com o objetivo de redução de custo do produto atual e que serve de parâmetro de projeto para o novo produto, observa-se que a função “Permitir Movimento” (F) tem maior percentual de custo (56,2%) e tem o segundo maior GNF (26,7%) e é uma função que pode ser trabalhada assim como as demais, no sentido de melhoramento do projeto ou manufatura dos seus componentes, como por exemplo, o componente “Eixo”;
3. No sentido da abordagem do item 2, a função com maior GNF, a função “Restringir Gases” (C) com 28,3%, é a segunda com maior percentual de custo (10,2%), é uma função relacionada ao Cj. Borboleta do Coletor Escapamento. Para este Grupo de Componentes, podem ser criadas alternativas de projeto que possam atender a função de “Como restringir gases”, buscando um Custo-Alvo menor para este GC;
4. A função com menor percentual de custo (0,8%) é a antepenúltima com GNF (5,0%), que é a função “Apoiar Componente” (D), que dentre as funções do sistema de frenagem, não apresenta características de custos desnecessários;

5. Deve-se observar com atenção as funções “Permitir Movimento” (F), e “Fixar Componentes” (H), pois apresentam percentuais de custos maiores (56,2% e 9,9%) que seus respectivos GNF (26,7% e 1,7%). Respectivamente, estas funções pertencem aos GC Eixo, Bucha, Cilindro, Flange de Acoplamento, Chapa de Proteção, Elementos de Fixação e Montagem. Recomenda-se uma avaliação, pois podem estar apresentando dentro do âmbito de análise da AV/EV, custos desnecessários, por terem seus Custos-Alvo maiores que seus GNF;

6. Como comentários finais, pode-se ainda concluir:

- assim como no 1º. estudo de caso, a Avaliação Numérica Funcional mostrou-se um método consistente de busca das funções de um determinado sistema ou conjunto. Observando-se os resultados obtidos pelos GNF, a função de maior importância no sistema é a função “Restringir Gases” (C). Tecnicamente no projeto do Sistema de Freio Motor, o principal componente é o Cj. Borboleta, único que participa desta função;
- a análise pelo Custo-Alvo apresentou o segundo maior percentual de custo para a função “Restringir Gases” (C), o que significa que a avaliação pelo custo por função também tem sua eficiência, devido ser esta função a principal pelo método do GNF;
- a Avaliação Numérica Funcional mostrou também que as funções “Proteger Sistema” (G) e “Fixar Componentes” (H) com menores GNF, são sem dúvida aquelas com menores importância dentro do sistema em estudo, contudo a função “Proteger Sistema” poderia apresentar na avaliação um GNF maior, devido ter o componente que protege o Cilindro de impactos por objetos que possam ser lançados durante o movimento do veículo. Se o Cilindro sofrer alguma avaria, o sistema fica comprometido, podendo não ter o acionamento do Eixo que movimenta o Cj. Borboleta.

Todas as abordagens descritas anteriormente objetivam a diminuição do Custo-Alvo do Grupo de Componentes, do Grupo de Projeto e conseqüentemente do Custo-Alvo total do novo produto.

6.2.7. Prosseguimento do estudo de AV para reduzir o Custo-Alvo

Com o intuito de fazer-se o estudo de Análise do Valor para reduzir os Custos-Alvo das Funções, são colocadas a seguir as demais etapas do Plano de Trabalho da AV/EV. Foi escolhido o 2º. estudo de caso, o Sistema de Freio Motor. Para que isto seja necessário, é interessante abordar os seguintes aspectos:

1. Composição da equipe para o trabalho da AV/EV:

Conforme Monden (1999), a criação de uma equipe multifuncional é necessária para um estudo de AV/EV. Uma composição básica sugerida para a formação desta equipe abrange profissionais das áreas de Engenharia do Produto, do Gerenciamento do Produto, do Planejamento de Custos e Engenharia do Valor e de Compras.

2. Prosseguimento da elaboração do Plano de Trabalho (PT) da AV/EV

Para que seja possível fazer uma seqüência ordenada para a análise de AV/EV, é necessário elaborar-se o Plano de Trabalho (PT).

6.2.7.1. Etapa 12: Foi elaborado o estudo de AV na etapa inicial?

Nesta etapa, temos três situações:

1. Etapa 12.1: se já foi elaborado o estudo da AV na etapa inicial (etapa 5.1), os Custos-Alvo Função já estão determinados;
2. Etapa 12.2: se o estudo da AV não foi elaborado na etapa inicial, dá-se prosseguimento ao PT com as demais fases com as alternativas propostas para reduzir o Custo-alvo por Função;

3. Etapa 12.3: esta é uma etapa de aplicação opcional, pois se o estudo da AV já foi feito na etapa inicial, o prosseguimento do estudo com as etapas do PT visa um reestudo no sentido de procurar-se alternativas que não foram trabalhadas, no sentido de atender as funções com menor Custo-Alvo por Função.

Dando prosseguimento ao estudo, o trabalho foi dirigido para a aplicação das etapas 12.2 ou 12.3 .

6.2.7.2. Etapa 13: Plano de Trabalho da AV/EV: Fase de Inovação

Foi elaborada do item 6.2.1 ao item 6.2.6 o levantamento dos custos, das quantidades de peças por conjunto, do agrupamento dos Grupos de Componentes pelas suas Funções Básicas e Secundárias, da determinação dos Custos-Alvo por Função, elaboração do Diagrama de Mudge (GNF) e do Gráfico Custo-Alvo por Função versus GNF.

Dando prosseguimento ao PT, esta fase é vital para o sucesso deste plano, pois se centraliza na criação de novas e diferentes alternativas para atingir-se os Custos-Alvo dos GC.

Nesta fase, é recomendada a utilização de alguns métodos para auxiliar a geração de idéias, onde as práticas de geração de idéias (como por exemplo, o *brainstorming*), contribuem para uma livre associação de idéias. Para o estudo dentro desta fase, considerando que a equipe de trabalho tenha chegado à conclusão que a função genérica do Sistema de Freio Motor “Frear Veículo” deve ser aplicada com alterações de projeto que mantém as características atuais, ou seja, com a aplicação do bloqueio dos gases na tubulação de escape dos gases da combustão (escapamento).

Dirigiu-se a prática da geração de idéias para a análise de outras alternativas de projeto com as características técnicas do projeto aplicado.

6.2.7.3. Etapa 14: Plano de Trabalho da AV/EV: Fase de Análise

Diante das idéias geradas na fase de Inovação, por meio da análise do gráficos Custos-Alvo da Função versus GNF, a equipe de trabalho determinou as seguintes que idéias para atender a função buscando a diminuição do Custo-Alvo por Função:

1. Trabalhar com a função que tem maior percentual de Custo-Alvo por Função em comparação com o GNF, tal como a função “Permitir Movimento” (F), que apresenta um valor percentual do Custo-Alvo por Função de 56,2% maior que o GNF de 26,7%. Esta função é de muita importância no conjunto de freio motor, pois tem o segundo maior GNF. Outra função escolhida é a função “Restringir Gases” Gases” (C) que apresenta o maior valor do GNF de 28,3% com percentual de Custo-Alvo por Função de 10,2%. A justificativa desta escolha, é que esta é a função de maior importância no conjunto, apesar de apresentar o segundo maior percentual de Custo-Alvo por Função. A última função escolhida foi a função “Alojar Componente” (A), a qual tem um único componente que é o Cj. Alavanca, é interessante estudar o seu projeto, pois participa do conjunto que contempla o Eixo e o Cj. Borboleta. Esta função tem um percentual de Custo-Alvo de 7,3% e um GNF de 11,6%;
2. Com isto, estudaram-se alternativas direcionadas nestas funções, de como atendê-las tecnicamente e seus respectivos Custos-Alvo destas funções, colocando-se em prática a criatividade. Decorrente disto foram propostas alterações de projeto no Cj. Borboleta do Coletor de Escapamento, do Eixo no qual é fixado o Cj. Borboleta e do Cj. Alavanca, conforme está ilustrado na Fig. 18:

- Legenda:
1. Cj. Alavanca
 3. Borboleta do Coletor de Escapamento
 7. Eixo

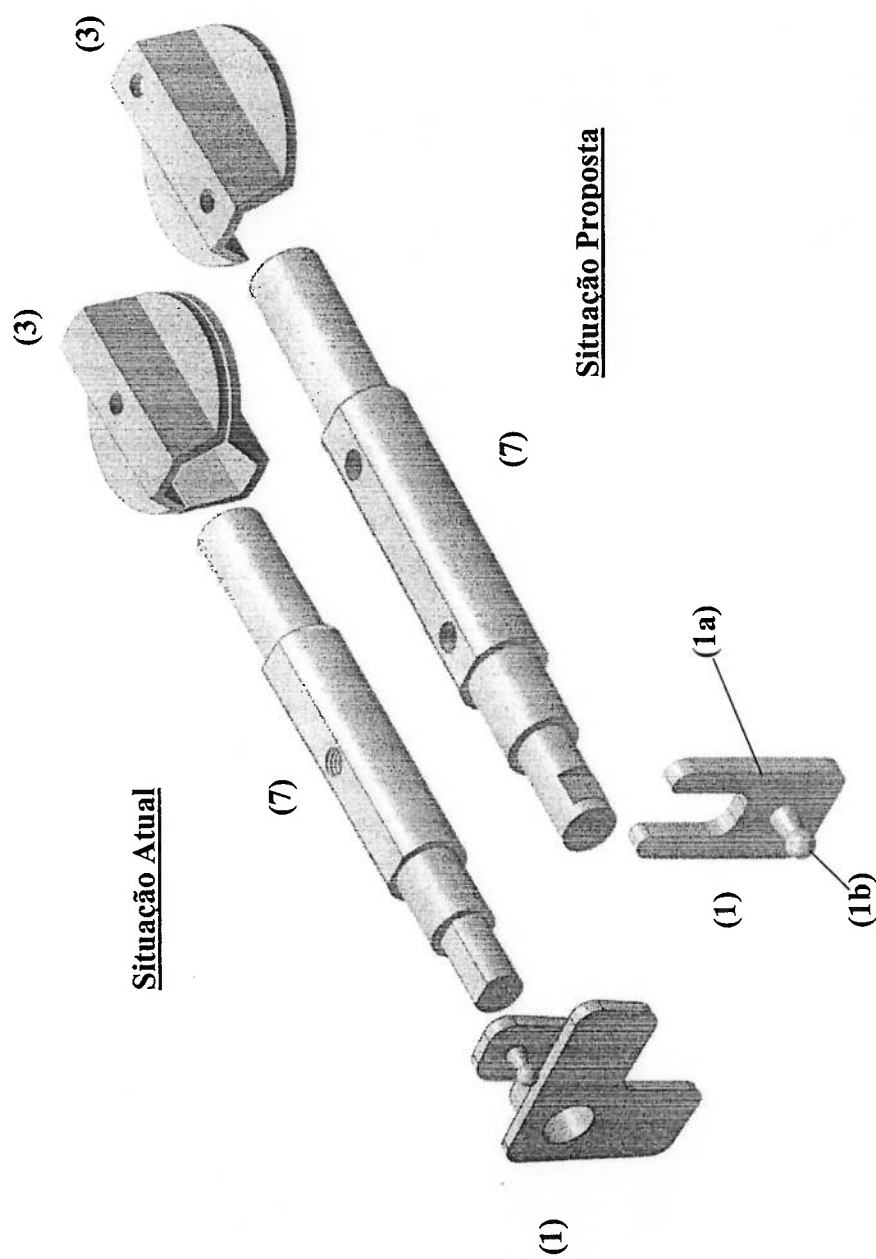


Fig. 18. Freio Motor: Desenhos esquemáticos dos itens em estudo da AV.

6.2.7.4. Etapa 15: Plano de Trabalho da AV/EV: Fase de Decisão

Com a seleção das alternativas descritas na Fase de Análise, efetuam-se os cálculos de custos estimativos destas alternativas, comparando-os com os custos atuais.

Os anexos representam:

- Anexo 1: planilha de custos da nova Alavanca. Os cálculos de custos foram feitos utilizando as equações do Sistema de Custeio RKW descritas no capítulo 3. O cálculo do Custo Industrial está a nível variável;
- Anexo 2: planilha de custos da nova Borboleta do Coletor Escapamento, que devido ao novo projeto, deixou de ser um conjunto soldado por projeção. A planilha apresenta somente Custo de Material, pois na situação proposta deixou-se de considerar o item fabricado na montadora, para ser comprado por terceiros. O preço deste item foi considerado como cotação no fornecedor;
- Anexo 3: planilha de custos do novo Eixo utilizando também utilizando as equações do Sistema de Custeio RKW;
- Anexo 4: planilha resumo dos custos dos componentes em estudo para a situação proposta.

Para os itens Cj. Alavanca e Borboleta, foram considerados investimentos em novos ferramentais para estampagem. O método de cálculo do Rateio da “Amortização” do investimento está descrito no item a seguir.

6.2.7.5. Investimento em Ferramental

Conforme Pereira (2004), amortização é a parcela da prestação que se destina à quitação de uma dívida. Assim, a cada pagamento a dívida é reduzida .

Diante da definição acima, o termo “amortização” não poderia ser aplicado como valor de recuperação do capital relativo à compra de um bem (ferramental, máquina e equipamento). Devido ser de caráter comum nas empresas este termo relativo ao valor de recuperação do capital, ele foi mantido neste trabalho. Um termo mais adequado seria “Custo anual equivalente” à compra do bem (BALAU, 2004).

Na aplicação em questão, a “amortização” corresponde à uma série Uniforme (U) em Valores Monetários por ano, sendo equivalente ao valor Presente (P) no fluxo de caixa, dada uma taxa de juros compostos (i) que denomina-se neste caso “Taxa Mínima de Atratividade”, que é a rentabilidade mínima para um projeto de investimento.

Hirschfeld (2000) define pela eq. (29) o cálculo da série Uniforme U, dado o valor Presente P, à uma taxa de juros i:

$$U = P \left(\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right) \quad (29)$$

O rateio (R) da “Amortização” é calculado pela eq.(30) e tem por objetivo trazer a série Uniforme para um custo por peça (UM/peça):

$$R = \frac{U}{\text{Necessidade anual de peças}} \quad (30)$$

Nos cálculos de custos das novas peças, as “amortizações” dos investimentos em novos ferramentais foram calculadas com taxa mínima de atratividade de 12% ao ano em um período de 4 anos, que corresponde à vida útil estimada do ferramental. A necessidade anual de peças foi considerada de 5.000 unidades por ano.

6.2.7.6. Etapa 16: Reconstruir o Diagrama de Mudge (GNF)

Com as alterações de projeto conforme mostra a Fig. 18, não houveram alterações nas denominações das funções devido trabalhar-se com os mesmos componentes e portanto, não o Diagrama de Mudge não se altera.

6.2.7.7. Etapa 17: Novos custos por Grupo de Componentes

A Tab. 19 apresenta os novos custos por Grupo de Componentes com os demais sem alterações. Esses novos custos contemplam os rateios das “amortizações” dos investimentos em ferramentais:

Tab. 19. Sistema de Freio Motor com novos custos após estudo da AV.

Valores em Unidades Monetárias (UM)

Componentes	Custos (U.M.)
Cj. Alavanca	30
Cj. Suporte	34
Borboleta do Coletor Escapamento	81
Flange Intermediário	8
Flange Intermediário	7
Flange de Acoplamento	227
Eixo	155
Chapa de Proteção	55
Bucha	177
Pino Suporte	35
Cilindro	678
Castanha	76
Elementos de Fixação	71
Montagem	62
TOTAL	1.696

Observa-se que com os novos custos, o Grupo de Projeto passou do valor de 1.900 UM para 1.696 UM, com uma estimativa de redução de 204 UM por veículo. Considerando que este estudo é um Custo-Alvo para o novo veículo e utiliza os custos do veículo em produção, a economia gerada em relação ao veículo de série é estimada em 204 UM vezes a necessidade anual de 5.000 veículos por ano, ou seja, de 1.020.000 UM ao ano.

6.2.7.8. Etapa 18: Novos Custos-Alvo por Funções

A Tab. 20 apresenta os novos Custos-Alvo por Funções após o estudo da AV/EV dos componentes Cj. Alavanca, Borboleta e Eixo:

Tab. 20. Novos Custos-Alvo por Função para Freio Motor.

Valores em Unidades Monetárias (UM)

Componentes	Função								Custo do Componente
	Alojar Componente	Fixar Cilindro	Restringir Gases	Apoiar Componente	Alojar Sistema	Permitir Movimento	Proteger Sistema	Fixar Componentes	
	A	B	C	D	E	F	G	H	
Cj. Alavanca	30								30
Cj. Suporte		34							34
Borboleta do Coletor Escapamento			81						81
Flange Intermediário				8					8
Flange Intermediário				7					7
Flange de Acoplamento					182			45	227
Eixo						155			155
Chapa de Proteção							44	11	55
Bucha						177			177
Pino Suporte		35							35
Cilindro						678			678
Castanha	76								76
Elementos de Fixação								71	71
Montagem								62	62
Custo por Função -> CUSTO-ALVO	106	69	81	15	182	1.010	44	189	1.696
Percentual do Custo por Função pelo Custo Total	6,2%	4,1%	4,8%	0,9%	10,7%	59,6%	2,6%	11,1%	100,0%

6.2.7.9. Etapa 19: Nova Matriz Função

A Tab. 21 contém a nova Matriz Função após o estudo de AV/EV dos componentes Cj. Alavanca, Borboleta e Eixo:

Tabela 21. Matriz Função com novos Custos-Alvo das funções A, C e F.

Letra Chave	Função	Análise pelo Custo-Alvo		Avaliação Numérica Funcional	
		Custo	%	Peso	GNF (%)
A	Alojar Componente	106	6,3%	7	11,6
B	Fixar Cilindro	69	4,1%	3	5,0
C	Restringir Gases	81	4,8%	17	28,3
D	Apoiar Componente	15	0,9%	3	5,0
E	Alojar Sistema	182	10,7%	12	20,0
F	Permitir Movimento	1.010	59,6%	16	26,7
G	Proteger Sistema	44	2,6%	1	1,7
H	Fixar Componentes	189	11,1%	1	1,7
TOTAL		1.696	100,0%	60	100,0

A Tab. 22 apresenta o comparativo entre os Custos-Alvo antes e após a análise da AV/EV:

Tabela 22. Matriz Função dos novos custos das funções A, C e F.

		Análise pelo Custo-Alvo			
		Inicial		Após estudo da AV/EV	
Letra Chave	Função	Custo	%	Custo	%
A	Alojar Componente	139	7,3%	106	6,3%
C	Restringir Gases	194	10,2%	81	4,8%
F	Permitir Movimento	1.068	56,2%	1.010	59,6%
TOTAL		1.401		1.197	
DIFERENÇA CUSTO (UM)		204			

6.2.7.10. Etapa 20: Novo Custo-Alvo do Grupo de Projeto

Após a análise da AV/EV, o Custo-Alvo do Grupo de Projeto “Sistema de Freio Motor”, passou de 1.900 UM para 1.696 UM, trazendo uma redução no Custo-Alvo total do veículo de 204 UM. Esta redução é aplicada tanto para o veículo em projeto Custo-Alvo (A), como para o veículo de referência (Custo-Alvo B), de onde extraíram-se os custos.

6.2.7.11. Etapa 21: Plano de Trabalho da AV/EV: Fase de Ação

Para concluir o Plano de Trabalho, a etapa de número 21 trata da apresentação dos dados deste estudo para o Planejamento da Engenharia, apresentando as duas situações (antes e após o estudo da AV/EV) e buscando a aplicação das propostas alterando desenhos, emitindo novas documentações, etc.

7. CONCLUSÕES

O Custeio-Alvo deve ser o primeiro passo na administração dos custos dos produtos automotivos. Ele é fundamental para o sucesso do gerenciamento de custos.

A definição de um alvo de custos ainda na fase de conceituação do produto dentro da etapa de desenvolvimento, evita as dificuldades que aparecem quando obtém-se o custo do produto no final do seu desenvolvimento, sem ter-se um parâmetro de comparação, que é o Custo-Alvo.

Nos tempos atuais, principalmente no segmento automotivo, o que define o preço de venda de um veículo não é mais aquele que se obtém partindo do seu custo, mas sim, o preço de mercado.

Diante deste enfoque, fica a indagação:

Se o preço de um novo produto é determinado através dos preços da concorrência, e partindo-se deste obtém-se um alvo de custo para o novo produto, o que poderá garantir que ao final do projeto do produto este não terá um custo maior que o alvo determinado?

Neste sentido, a metodologia apresentada neste trabalho tendo por referência um veículo em produção, determina um Custo-Alvo do produto que confronta com o alvo de custo determinado pelo preço de mercado. O Custo-Alvo tem como função garantir que no final do projeto, o custo do veículo tenha atingido no máximo o alvo de custo desejado, garantindo o Lucro-Alvo e Preço-Alvo pré-estabelecidos.

Pode-se ainda tecer comentários sobre:

1. A contribuição para o Gerenciamento de Projetos ou Planejamento do Produto

A contribuição da elaboração do Custo-Alvo para o Gerenciamento de Projetos (ou Produtos), é trazer segurança para todo o desenvolvimento do projeto do veículo, pois ele acompanha todas as fases de desenvolvimento do produto.

Com isto, o Gerenciamento de Projetos trabalha com uma ênfase maior na gestão de custo do produto (tarefa exclusiva da área Financeira), pois se envolve tanto tecnicamente como sua função primordial, como no acompanhamento mais próximo da formação de custo do produto. Ela participa com uma maior integração

com as áreas Financeira, de Planejamento de Custos e Engenharia do Valor (área que poderá calcular o Custo-Alvo) , Compras e com a própria área de Engenharia do Produto.

2. A contribuição para a Engenharia do Produto

Com os Custo-Alvo subdivididos por Custos-Alvo por Função, os projetistas têm como trabalho desenvolver o produto com o pensamento de “projetar para o custo” (*design to cost*) com mais ênfase.

Isto leva os projetistas a sempre estarem pensando em projetar para atender as funções dentro dos Grupos de Projeto do veículo. Por exemplo, no projeto de uma nova suspensão a ar, o projetista trabalha desenvolvendo o produto para atender os Custos-Alvo das funções do Grupo de Projeto Suspensão.

Contudo, isto é uma tarefa árdua. Para ter-se esta mudança na cultura de trabalho, os chamados "velhos paradigmas" tem de ser deixados de lado, pois atender ao projeto de como “Suportar Carga” para o caso do GP Suspensão, determina que deve encontrar-se uma nova concepção de projeto. Sendo este o conceito básico da AV/EV, o projetista trabalha para atender funções e não projeta diretamente componentes.

A tendência natural é voltar-se aos desenhos do que atender as funções, pois isto exige maior capacidade criativa, inovação, abstração que podem definir novos paradigmas dentro daquele projeto.

Os Custos-Alvo por Função trazem não somente orientações de custos das funções para os projetistas, mas orientações de soluções, ou seja, quanto deverá custar a solução relacionada com determinada função. Por exemplo, voltando ao GP Suspensão, qual deverá ser a solução de projeto para a função “Estabilizar Veículo”, que no projeto original é desempenhada fundamentalmente pela barra estabilizadora?

3. A contribuição para a área Financeira

A contribuição para a área Financeira através da aplicação do Custo-Alvo por Grupos de Projeto, traz segurança para a apuração da rentabilidade do produto que está sendo projetado, pois ao longo do desenvolvimento do projeto, o controle dos custos é mais eficaz mediante as alterações de projeto.

Isto traz uma maior precisão dos valores obtidos no cálculo de viabilidade econômica do novo veículo, ou seja, o Valor Presente Líquido, a Taxa Interna de Retorno (rentabilidade) e o Tempo de Retorno dos investimentos para produzir o novo produto. Com isto, o risco para investir será menor, pois existe uma maior garantia da efetividade dos custos no término do projeto, pois se procurou seguir os valores dos Custos-Alvo por GP.

4. A contribuição para o Planejamento de Custos e Engenharia do Valor

Na hipótese do Planejamento de Custos e Engenharia do Valor elaborar os Custos-Alvo por Função, por Grupo de Projeto e Custo-Alvo total do novo veículo, esta área não somente elabora os custos do veículo durante as etapas do desenvolvimento, mas atua mais forte com a Engenharia do Produto no cumprimento desses alvos de custo.

5. A contribuição para a área de Planejamento do Produto (Tempos e Métodos) e Produção

A elaboração do Custo-Alvo por Função contribui para uma melhor execução dentro da Manufatura (Planejamento e Produção), pois minimiza a quantidade de estudos relacionados às reduções de custos e de Análise do Valor, pois o produto já foi concebido com o menor custo possível.

6. A contribuição para trabalhos futuros

Normalmente antes de existir o conceito do Custo-Alvo, o custo do produto era consolidado no final da sua fase de desenvolvimento. Como já mencionado, isto poderia trazer transtornos, pois afetaria diretamente o lucro esperado.

No conceito do Custo-Alvo que o produto pode chegar, existe uma garantia muito ampla de atingir o lucro que se deseja.

O presente trabalho trata da elaboração do Custo-Alvo por Função, procurando além de garantir o Preço-Alvo e Lucro-Alvo, controlar as novas tendências de projeto. Por exemplo, pode-se fazer a seguinte pergunta ao projetista: “Por que se projetou um novo suporte no chassi do veículo, se ele aumentará o Custo-Alvo da Função que ele participa? Não existe outra alternativa de atender a função procurada”?

Ressaltam-se algumas observações que não estão contidas neste trabalho, devido às suas peculiaridades e que podem contribuir para trabalhos futuros:

- nos estudos de caso, os Custos-Alvo por Função foram considerados em valores de Unidades Monetárias, o que caracteriza um tipo de moeda forte. Valores determinados em moeda corrente do País devem ser recalculados levando-se em conta o efeito da inflação;
- casos de aumento de matérias-primas e/ou produtos acabados adquiridos de fornecedores também não foram contemplados na metodologia proposta e havendo tais situações, os valores de Custos-Alvo deverão ser recalculados;
- o estudo do Custo-Alvo até o nível de funções pode ser estendido para o nível de componentes, elaborando-se procedimentos para atingir-se o Preço-Alvo (ou Custo-Alvo) de cada componente. Isto também se aplica a novos componentes projetados para o seu respectivo Grupo de Projeto;
- Como automatizar em termos de sistemas de informática, a metodologia proposta neste trabalho?

- a utilização de outras ferramentas de apoio, tais como QFD (*Quality Function Deployment*) buscando identificar os requisitos de engenharia e dos clientes, para as funções que o produto irá desempenhar;
- a elaboração de procedimentos para aplicação da metodologia proposta neste trabalho no âmbito do trabalho funcional: a criação de grupos de trabalho multifuncionais basicamente com componentes das áreas de Engenharia do Produto, Planejamento de Custos e Engenharia do Valor e Compras, no intuito de gerar recursos para a elaboração do Custo-Alvo;
- uma forma de conscientizar os setores envolvidos no item anterior, de forma a entenderem a metodologia e dirigirem os seus trabalhos para o cumprimento dela;
- elaborar o Custo-Alvo por Função através de um outro sistema de custeio que não fosse o RKW;
- no caso da necessidade da incorporação de um novo componente ou sistema dentro do Grupo de Projeto, elaborar um novo prosseguimento com base na metodologia proposta neste trabalho para tratar deste assunto;
- incorporar outras metodologias de redução de custo não baseadas na Engenharia e Análise do Valor. Conceitos já consagrados são os estudos de comunicação de componentes (unificação), estudos de Kaizen (de projetos, de manufatura), entre outros;

7. Outros comentários

- a metodologia da Avaliação Numérica Funcional mostrou-se eficiente, porém deve-se na etapa da elaboração do Diagrama de Mudge e GNF, manter a coerência entre o estabelecimento da importância de uma função sobre a outra

e do fator peso, para que comparado com o percentual do custo por função, possa chegar-se à conclusões de importância próximas;

- as montadoras de veículos trabalham com fornecedores, onde muitos deles são os chamados “sistemistas”. Por exemplo, pode-se comprar de um fornecedor *kits*, tais como: radiadores, cilindros de freio, válvulas, chicotes elétricos, etc. Na análise da redução do Custo-Alvo por Função, se os principais componentes em termos de custos são fornecidos por sistemistas, a atuação da montadora tende a ser menor, comparando-se com a situação dos *kits* fabricados internamente. Neste caso, a montadora deve procurar passar ao fornecedor a visão de ele é um parceiro dela e auxiliando-o na prática da aplicação da Metodologia do Valor pra atingir seus objetivos, fornecendo treinamento de EAV, caso seja necessário e incluindo o fornecedor no grupo de trabalho com os integrantes das áreas de Engenharia, Planejamento de Custos e Engenharia do Valor e Compras.

Anexo 1 - Planilha de Custos do novo Cj. Alavanca após o estudo da AV.

Planilha de Custos		Valores em Unidades Monetárias (UM)							
Item	Cj. Alavanca								
Sub-item	1a								
Preço material bruto		20,00							
ICMS/PIS+COFINS		27,25%							
Taxa DGM _v		1,0%							
			Qrde. Material (kg) 0,200						
			Custo Material 2,91						
			DGM _v 0,109						
			Material 10,19						
			DGM _v 0,182						
			MOD 3,94						
			DGR _v 10,68						
			Custo Máquina (v) 2,22						
			Custo Industrial (v) item 1a 27						
Processo de Fabricação:									
Operação no.	Descrição	Tempo (min)	Mão de Obra		DGR _v	Descrição	Tempo (min)	Taxa Hora Máquina (UM/min)	Custo Máquina v
			FS (UM/min)	MOD					
5	Estampar peça 1a	0,100	5,00	2,80	300%	PRENSA 45T	0,100	3,36	0,34
10	Controlar	0,010	5,00	0,90	200%		0,010		0,00
15	Montar pino	0,100	5,00	0,24	200%	PRENSA 15T	0,100	2,54	0,25
			TOTAL	3,94					2,22
Item	Cj. Alavanca								
Sub-item	1b								
Preço material bruto			Preço peça 10,00						
ICMS/PIS+COFINS		27,25%	Custo peça 7,28						
Taxa DGM _v		1,0%	DGM _v 0,073						
			Custo Material total item 1b 7						

Anexo 3 - Planilha de Custos do novo Eixo o estudo o estudo da AV.

Planilha de Custos		Valores em Unidades Monetárias (UM)								
Item	Eixo				26,19					
Sub-item					0,985					
	Preço material bruto	60,00	Qtde. Material (kg)	0,600						
	ICMS/PIS+COFINS	27,25%	Custo Material	26,19						
	Taxa DGM _v	1,0%	DGM _v	0,985						
					155					
					Custo Máquina (v)					
					Custo Industrial (v)					
Processo de Fabricação:										
		Mão de Obra		Máquina/Instalações						
			DGR _v							
Operação no.	Descrição	Tempo (min)	FS (UM/min)	MOD	Taxa DGR (%)	DGR _v	Descrição	Tempo (min)	Taxa Hora Máquina (UM/min)	Custo Máquina v
5	Tornear	1,000	6,00	6,00	400%	24,00	TORNO CNC	1,000	5,50	5,50
10	Fresar	0,700	6,00	4,20	400%	16,80	FRESADORA VERTICAL CNC	0,700	5,00	3,50
15	Furar	1,000	6,00	6,00	350%	21,00	FURADEIRA DE COLUNA	1,000	3,50	3,50
20	Controlar	0,200	5,00	1,00	200%	2,00				0,00
			TOTAL	17,20		63,80				47,00

Anexo 4 – Resumo dos novos custos após o estudo da AV.

ENGENHARIA E ANÁLISE DO VALOR - PLANO DE TRABALHO												
FASE DE DECISÃO												
Grupo de Projeto: <u>Sistema de Freio Motor</u>												
Item	NOME DO ITEM OU GRUPO DE COMPONENTES	CUSTO INDUSTRIAL VARIÁVEL						INVESTIMENTO EM FERRAMENTAL	RATEIO DA AMORTIZAÇÃO DO INVESTIMENTO (2)	CUSTO TOTAL (1)+(2)	QI DE POR VEÍCULO	Letra Chave
		MATERIAL DIRETO	DGM,	MOD	DGR,	MÁQUINA	TOTAL (1)					
1	Cj. Alavanca	10	0	4	11	2	27	45.000	3	30	1	A
3	Borboleta do Coletor Escapamento	77	3	0	0	0	80	15.000	1	81	1	C
7	Eixo	26	1	17	64	47	155	0	0	155	1	F
										TOTAL POR VEÍCULO		266

Valores em Unidades Monetárias (UM)

LISTA DE REFERÊNCIAS

ALLORA, F. **Custos Técnicos**. São Paulo: Atlas, 2000.

ATKINSON, A. A. et al. **Management Accounting**. New Jersey: Prentice Hall Inc., 1995.

BASSO, J.L.. **Engenharia e Análise do Valor**: mais as abordagens da administração, contabilidade e gerenciamento do valor, um guia prático para aplicação, interfaces de EAV x TQM x JIT e outros programas. São Paulo: IMAM, 1991.

BALAU, J. M. **Engenharia Econômica**. Apostila de Engenharia Econômica – UniFEI. São Bernardo do Campo, 2004.

BURMAN, D. Design to Cost (DTC) approach to Product development. In: SAVE INTERNATIONAL COFERENCE PROCEEDINGS, New York, 1998. **Anais**. New York: 1998. p. 48-52.

COOPER, R. Target Costing for new-product development. *Journal of Cost Management*, Oregon, n.3, p. 5-12:, May/June 2002.

COSTA, R.P. **A Contabilidade Gerencial**. Apostila do curso de Pós-Graduação Stricto Sensu – Engenharia de Produção – EPUSP. São Paulo, 2003.

CSILLAG, J.M. **Análise do Valor**: engenharia do valor, gerenciamento do valor, redução de custos, aumento do valor percebido pelo cliente, melhoramento contínuo, reengenharia de processos, a empresa vista como sistema. São Paulo: Atlas, 1995.

DAIMLERCHRYSLER. **Planejamento do Produto**. São Bernardo do Campo, 2002.

DAIMLERCHRYSLER. **Manual de Custo e Viabilidade Econômica – Gerência de Pré-Planejamento Industrial e Engenharia do Valor.** São Bernardo do Campo, 2004.

DAIMLERCHRYSLER. **Global Training –** São Bernardo do Campo, 2001.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. **DIN 69910 – Wertanalyse.** Organisations-, Management- und Personalentwicklung, Gernsbach-Lautenbach, 1999.

FERREIRA, A.B.H. **Novo dicionário da língua portuguesa** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1996.

FERREIRA, C. V. et al. Do design to Cost e do Design to minimum Cost. In: II CONGRESSO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, São Carlos, 2000. **Anais.** São Carlos: 2000. p. 198-207.

FURLANETTO O.; MASSARANI, M. Engenharia do Valor aplicada na determinação do Custo-Alvo. In: CONGRESSO SAE, São Paulo, 2004. **Anais.** São Paulo: 2004. artigo no. 125.

HELLER, E. **Value management: value engineering and cost reduction,** Massachusetts: Addison-Wesley, 1971.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia Econômica e análise de custos.** São Paulo: Atlas, 2000.

HORGREN, C.T.; FOSTER, G.; DATAR, S.M. **Contabilidade de Custos.** Rio de Janeiro: LTC, 1997.

IBUSUKI, U. **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.** 2003. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Mecânica, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **A Estratégia em Ação.** São Paulo: Campus, 1997.

MERCEDES-BENZ. **Custo Industrial.** Apostila do curso – Gerência de Planejamento e Desenvolvimento de Recursos Humanos. São Bernardo do Campo, 1998.

MERCEDES-BENZ. **Criatividade para curso de Engenharia e Análise do Valor.** Apostila do curso – Treinamento de Pessoal. São Bernardo do Campo, 1987.

MERCEDES-BENZ. **Engenharia e Análise do Valor.** Apostila do curso – Gerência de Pré-Planejamento. São Bernardo do Campo, 1997.

MILES, L.D. **Techniques of Value Analysis and Engineering.** New York: McGraw-Hill Books, 1972.

MONDEN, Y. **Sistemas de Redução de Custos: custo-alvo e custo kaizen.** Rio Grande do Sul: Bookman, 1999.

NAKAGAWA, M. **ABC Custeio baseado em Atividades.** São Paulo: Atlas, 1994.

NEVES, A .F. **Sistemas de apuração de custo industrial.** São Paulo: Atlas, 1981.

NIETZSCHE, F.W. **“Sobre a verdade e a mentira” in Nietzsche-Obras incompletas.** São Paulo: Abril Cultural, 1983.

OLIVEIRA, L.M.; PEREZ JR., J.H. **Contabilidade de Custos para não Contadores**. São Paulo: Atlas, 2000.

PADOVEZE, C.L. **Curso Básico Gerencial de Custos**. São Paulo: Thomson, 2003.

PEREIRA, C. **Matemática Financeira**. Apostila do curso Gestão Empresarial – Fundação Getúlio Vargas. São Paulo, 2004.

PINTON, D.H. **Engenharia e Análise de Valores: vetor de competitividade**. São Paulo: Produtivismo Artes Gráficas, 1989.

PORTER, M. E. **Estratégia Competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

TAKUBO, T. Value Management of Target Costing for New Products. In: SAVE INTERNATIONAL CONFERENCE PROCEEDINGS, New York, 1998. **Anais**. New York: 1998. p. 389-397.

TOLEDO J.C., FREIXO, O. M. Produtos: A contribuição da Engenharia do Valor e do Target Costing. In: II CONGRESSO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, São Carlos, 2000. **Anais**. São Carlos: 2000. p. 191-197.

WU, Benjamin C. Value Management of Target Costing for New Products. In: SAVE INTERNATIONAL CONFERENCE PROCEEDINGS, New York, 2000. **Anais**. New York: 2000. p. 382-289.