

ROBERTO VACCARI FILHO

**GERENCIAMENTO DO VALOR
EM COMPONENTES AUTOMOTIVOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Mestre em Engenharia
Automotiva (Mestrado Profissionalizante).

Área de Concentração:
Engenharia Automotiva (Mestrado
Profissionalizante).

Orientador:
Prof. Dr.
Marcelo Massarani

São Paulo

2002

**“There’s so many different worlds,
so many different suns,
and we have just one world,
but we live in different ones.”**

Mark Knopfler

**Aos meus pais,
Roberto e Odete pelo amor e dedicação.
A minha esposa,
Claudia pelo incentivo nos momentos difíceis.
Aos meus filhos,
Gabriel e Rodrigo razão de minha motivação.**

AGRADECIMENTOS

A General Motors do Brasil, com o seu programa de desenvolvimento profissional e a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram na execução deste trabalho.

Ao orientador Prof. Dr. Marcelo Massarani pelas diretrizes seguras e permanente paciência e incentivo.

Aos colegas de trabalho e mestrado na GMB, Carlos A. Monteiro, Fernando A. Bartuccio, Ricardo T. Ota e Rodrigo Baptista, pela contribuição decisiva neste Trabalho de Conclusão de Curso.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RESUMO

ABSTRACT

| | |
|---|----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. HISTÓRICO E DIFUSÃO DAS TÉCNICAS | 3 |
| 2.1 O início dos estudos da Análise do Valor (AV)/ Engenharia do Valor (EV) | 3 |
| 2.2 O uso da Metodologia no Brasil [5] | 3 |
| 3. METODOLOGIA DO VALOR | 5 |
| 3.1 Análise do Valor (AV)/ Engenharia do Valor (EV) | 5 |
| 3.2 Gerenciamento do Valor, Função, Valor e Desempenho | 5 |
| 3.3 Componentes básicos da metodologia | 7 |
| 3.3.1 A abordagem funcional | 8 |
| 3.3.2 Anatomia das funções | 8 |
| 3.4 Classificação das funções [5],[20] | 9 |
| 3.5 Avaliação funcional | 10 |
| 3.6 Diferença entre AV/EV e técnicas de redução de custo | 10 |
| 3.7 Técnica de Análise Funcional (FAST) | 11 |
| 3.7.1 Introdução | 11 |
| 3.7.2 Árvore funcional [20] | 12 |

ERRATA

Título do Trabalho de Conclusão de Curso:

GERENCIAMENTO DO VALOR EM COMPONENTES AUTOMOTIVOS

Nome: ROBERTO VACCARI FILHO

Orientador: MARCELO MASSARANI

| PÁGINA | LINHA | ONDE SE LÊ: | LEIA-SE: |
|------------------|--------------|--------------------|-----------------|
| Lista de Tabelas | 4 | Tabela 3 | Tabela 3a |
| 25 | 10 | Tabela 3 | Tabela 3a |
| 25 | 12 | Tabela 3 | Tabela 3a |
| 27 | 13 | Tabela 3 | Tabela 4 |
| 50 | 22 | Preço | Custo |
| 54 | 22 | I/A | I ou A |
| 54 | 25 | R/I | R ou I |
| 55 | 01 | U/E | U ou E |
| 73 | 15 | Engenheiro | Engenheiro(a) |
| 83 | Legenda | Preço | Custo |

Nov/2002

| | |
|---|-----------|
| 3.7.3 Caminho crítico | 14 |
| 3.7.4 Funções auxiliares [20] | 14 |
| 3.7.5 O escopo [20] | 15 |
| 4. ANÁLISE DE CUSTOS E VALORAÇÃO DAS FUNÇÕES | 17 |
| 4.1 Análise de custo | 17 |
| 4.1.1 Introdução | 17 |
| 4.1.2 Definição de custo | 17 |
| 4.1.3 A importância da análise dos custos | 18 |
| 4.1.4 Os elementos componentes dos custos | 18 |
| 4.1.5 Método de cálculo dos custos | 19 |
| 4.1.6 Diferenças entre custo e preço [5] | 20 |
| 4.2 Valoração das funções | 20 |
| 4.2.1 Definição e pré-requisitos de valoração das funções | 20 |
| 4.2.2 Adição dos custos às funções | 20 |
| 4.2.3 Diferentes tipos de análises | 21 |
| 4.2.4 Diagnósticos possíveis | 21 |
| 5. PREPARAÇÃO, GERAÇÃO E SELEÇÃO DAS ALTERNATIVAS. | 22 |
| 5.1. Preparação para a geração de alternativas | 22 |
| 5.1.1 Objetivos para o trabalho | 22 |
| 5.1.2 Determinação das metas de custos | 24 |
| 5.1.3 Classificação de produtos em itens A, B ou C. | 25 |
| 5.1.4 Alternativas para o desempenho das funções | 25 |
| 5.1.5 Técnicas do “Brainstorming” e do “Brainwritting” | 26 |

| | |
|---|-----------|
| 5.2. Seleção da alternativa mais adequada | 26 |
| 5.2.1 Técnica da Votação de Pareto | 26 |
| 5.2.2 Técnica da Vantagem x Desvantagem | 26 |
| 5.2.3 Técnica F.I.R.E. | 27 |
| 5.2.4 Análise do Ponto de Equilíbrio | 28 |
| | |
| 6. O PLANO DE TRABALHO | 29 |
| 6.1 Introdução | 29 |
| 6.2 O plano de Miles | 30 |
| 6.3 Aplicação do Plano de trabalho | 31 |
| 6.3.1 Fase de Preparação. | 32 |
| 6.3.2 Fase de Informação. | 32 |
| 6.3.3 Fase da Especulação (Criatividade) | 33 |
| 6.3.4 Fase de Avaliação. | 33 |
| 6.3.5 Fase de Planejamento | 33 |
| 6.3.6 Fase de Recomendação e Implementação | 34 |
| 6.4 Proposta de plano de trabalho para a substituição de materiais | 34 |
| 6.5 Aceleradores de resultados ou técnicas auxiliares | 35 |
| | |
| 7. O PLANO DE TRABALHO PROPOSTO PARA APLICAÇÃO DO GERENCIAMENTO VALOR NA GMB | 38 |
| 7.1 O Departamento de Análise do Valor | 38 |
| 7.2 O Departamento de Engenharia de Otimização do Valor do Produto | 38 |
| 7.3 Plano de trabalho proposto | 39 |
| 7.4 Formulários para o plano de trabalho proposto. | 41 |
| 7.4.1 Fase de Preparação | 41 |

| | |
|---|-----------|
| 7.4.2 Fase de Informação | 46 |
| 7.4.3 Fase de Especulação (Criatividade) | 60 |
| 7.4.4 Fase de Avaliação | 67 |
| 7.4.5 Fase de Planejamento | 69 |
| 7.4.6 Fase de Recomendação & Implementação. | 72 |
| 8. ESTUDO DE CASO PARA APLICAÇÃO DO GERENCIAMENTO DO VALOR | 75 |
| 8.1 Fase de Preparação | 75 |
| 8.1.1 Objeto de estudo | 75 |
| 8.1.2 Informações gerais | 77 |
| 8.2 Fase de Informação | 78 |
| 8.2.1 Informação da proposta | 78 |
| 8.2.2 Lista de peças adiciona/ remove | 80 |
| 8.2.3 Custo dos componentes | 81 |
| 8.2.4 Análise das funções e valoração | 84 |
| 8.2.5 Técnica de análise funcional | 86 |
| 8.2.6 Custo das funções | 87 |
| 8.3 Fase de Especulação (Criatividade) | 91 |
| 8.3.1 Definição dos objetivos | 91 |
| 8.3.2 Geração de alternativas | 92 |
| 8.3.3 Alternativas de componentes | 93 |
| 8.3.4 Alternativas de funções | 95 |
| 8.4 Fase de Avaliação | 98 |
| 8.4.1 Avaliação das alternativas | 98 |
| 8.5 Fase de Planejamento | 99 |

| | |
|---|------------|
| 8.5.1 Planejamento de atividades/ cronograma | 99 |
| 8.6 Fase de Recomendação & Implementação | 99 |
| 8.6.1 Recomendações e conclusões do estudo de caso | 99 |
| 8.6.2 Comentários finais do estudo de caso | 101 |
| 8.6.3 Acompanhamento do engenheiro de implementação | 102 |
| 9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 103 |
| 9.1 Conclusões | 103 |
| 9.1.1 Vantagens: | 103 |
| 9.1.2 Desvantagens: | 104 |
| 9.2 Recomendações | 105 |
| 9.2.1 Trabalhos futuros | 106 |
| ANEXOS | 107 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 118 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Diferença entre AV/EV e técnicas de redução de custo [20]..... | 11 |
| Figura 2 – Perguntas para construção da árvore de funções..... | 12 |
| Figura 3 – Esquema de uma lâmpada elétrica de filamento | 13 |
| Figura 4 – Análise da função “suprir energia” [20] | 14 |
| Figura 5 – Caminho crítico para a lâmpada elétrica [20]. | 14 |
| Figura 6 – Árvore de funções da lâmpada elétrica [20]..... | 16 |
| Figura 7 – Ponto de Equilíbrio | 28 |
| Figura 8 – Plano de trabalho proposto por Miles | 31 |
| Figura 9 – Plano de trabalho proposto para o estudo de caso..... | 40 |
| Figura 10 - Modelo de formulário para o “objeto de estudo”..... | 42 |
| Figura 11 - Modelo de formulário para “informações gerais” | 45 |
| Figura 12 - Modelo de formulário para “informação da proposta”..... | 49 |
| Figura 13 - Modelo de formulário para “lista de peças adiciona/ remove”..... | 51 |
| Figura 14 - Modelo de formulário para “custo dos componentes” | 53 |
| Figura 15 - Modelo de formulário para “análise das funções e valoração”..... | 56 |
| Figura 16 - Modelo de formulário para “técnica de análise funcional” - FAST..... | 58 |
| Figura 17 - Modelo de formulário para “custo das funções” | 60 |
| Figura 18 - Modelo de formulário para “definição do objetivo” | 61 |
| Figura 19 - Modelo de formulário para “geração de alternativas”..... | 63 |
| Figura 20 - Modelo de formulário para “alternativa de componentes”..... | 65 |
| Figura 21 - Modelo de formulário para “alternativas das funções” | 67 |
| Figura 22 - Modelo de formulário para “avaliação de alternativas” | 69 |

| | |
|--|----|
| Figura 23 - Modelo de formulário para o “planejamento das atividades/ cronograma” | 71 |
| Figura 24 - Modelo de formulário para o “acompanhamento do engenheiro de implementação” | 74 |
| Figura 25 - Objeto de estudo | 76 |
| Figura 26 - Informações gerais | 77 |
| Figura 27 – Informação da proposta | 78 |
| Figura 28 - SLPB – Motor, Liame, Braços, Palhetas, Chicote | 79 |
| Figura 29 - SLPB – Reservatório, Mangueira, Esguichos | 79 |
| Figura 30 - SLPB – Interruptor de Acionamento (chave de coluna multifunção) | 79 |
| Figura 31 – Lista de peças adiciona/ remove | 80 |
| Figura 32 - Planilha custo dos componentes | 82 |
| Figura 33 – Gráfico SLPB: Custo dos componentes | 83 |
| Figura 34 – Análise das funções e valoração | 85 |
| Figura 35 – Diagrama FAST | 87 |
| Figura 36 – Planilha SLPB: Custo das funções | 88 |
| Figura 37 – Gráfico SLPB: Custo das funções | 89 |
| Figura 38 – Gráfico SLPB: Custo das funções em ordem decrescente | 90 |
| Figura 39 – Definição dos objetivos | 91 |
| Figura 40 – Geração de idéias | 92 |
| Figura 41 – Planilha alternativa de componentes | 93 |
| Figura 42 – Gráfico alternativas de Componentes | 94 |
| Figura 43 – Alternativas das funções | 95 |
| Figura 44 – Gráfico alternativas SLPB: Custo das funções | 96 |
| Figura 45 – Gráfico alternativas SLPB: Custo das funções em ordem decrescente | 97 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| Tabela 1 – Lista de funções para a lâmpada mostrada na figura 3 [5],[20]..... | 13 |
| Tabela 2 – Perguntas para esclarecer as informações..... | 22 |
| Tabela 3 – Técnica interrogativa que auxilia na definição dos objetivos [33]..... | 24 |
| Tabela 3 – Porcentagens estabelecidas para itens A,B ou C..... | 25 |
| Tabela 4 – Escolha da solução pela técnica F.I.R.E..... | 27 |
| Tabela 5 - Plano de trabalho para Análise de Valor [5] | 30 |
| Tabela 6 - Proposta de um plano de trabalho de Gerenciamento do Valor visando a substituição de materiais do produto [32]. | 35 |
| Tabela 7 - Resumo da variação de custo das funções entre o veículo “comercial” e os projetos alternativos A, B e C da GMB. | 100 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|----------------|--|
| ABEAV | Associação Brasileira de Engenharia e Análise do Valor |
| AV/ EV | Análise do Valor/ Engenharia do Valor |
| CFA | Custo fixo da alternativa A |
| CFB | Custo fixo da alternativa B |
| CONTRAN | Conselho Nacional de Trânsito |
| CTA | Custo total da alternativa A |
| CTB | Custo total da alternativa B |
| CVA | Custo variável da alternativa A |
| CVB | Custo variável da alternativa B |
| DOVP | Departamento de Otimização do Valor do Produto |
| EUA | Estados Unidos da América |
| FAST | “Function Analysis System Technique” |
| FIRE | Função, Investimento, Resultado e Exeqüibilidade |
| FMVSS | “Federal Motor Vehicle Safety Standards” |
| FNA | “Functional Name Address” |
| GMB | General Motors do Brasil |
| GMUTS | “General Motors Uniform Test Specifications” |
| GP-11 | “Prototype Sample Approval” |
| ICE | “Initial Customer Enthusiasm” |
| ICMS | Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços |
| IPTV | “Incidents Per Thousand Vehicles” |
| KPC | “Key Product Characteristic” |
| NA | Não aplicável |

| | |
|----------------|-------------------------------------|
| OPEL | Subsidiária Alemã da General Motors |
| P&A | Produto Acabado |
| PDM | “Product Description Manual” |
| PMP | Pedido de Modificação do Produto |
| PVO | “Product Value Optimization” |
| S&R | “Squeaks & Rattles” |
| SLPB | Sistema Limpador do Pára-Brisa |
| TÉC. | Técnica |
| UG | “UniGraphics” |
| UPC | “Uniform Parts Classification” |
| XP | Ponto de equilíbrio |

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso apresenta a aplicação da metodologia da Análise do Valor (AV)/ Engenharia Valor (EV) ou simplesmente Gerenciamento do Valor em componentes automotivos, onde os requisitos necessários de desempenho e qualidade são alcançados através da análise funcional de suas partes e suas respectivas funções valoradas. Espera-se como resultado agregado a esse estudo uma redução de custos de produtos e processos. Hoje a General Motors do Brasil trabalha para que seus produtos estejam com o seu valor otimizado tanto para manter o negócio quanto para um aumento da competitividade. Com essa determinação, o objetivo é incentivar o uso do Gerenciamento do Valor na Engenharia de Produtos da GMB, testando e sugerindo a adequação de um plano de trabalho. Para tanto, foi tomado como estudo de caso um Sistema Limpador de Pára-Brisa com a proposta de aplicação de formulários específicos. Os resultados obtidos possibilitaram concluir que existe um potencial de aumento do valor do produto com uma possível redução de custos, através da aplicação sistemática das fases do plano de trabalho. Assim a reformulação do projeto que essa ferramenta propicia poderá ser disseminada entre os engenheiros dispondo-se de um método racional de análise que foi testado e recomendado por esse Trabalho de Conclusão de Curso.

ABSTRACT

This Report shows the application of Value Analysis (VA)/ Value Engineering (VE) methodology or simply Value Management in automotive components, where the necessary performance and quality requirements are achieved through the functional analysis of their parts and their respective valued functions. It is expected as a consequence of this study a cost reduction of products and processes. Nowadays, General Motors of Brazil works in order to optimized the value of their products for business maintenance as well as for competitiveness increase. The main objective of this Report is to motivate the Value Management usage at GMB Product Engineering, testing and suggesting the adaptation of a work plan. Therefore, it was taken a windshield washer system case study with the proposal of specifics forms introduction. The results lead to conclude that there is a relevant potential of product value increase and costs decrease, during the systematic work plan utilization. In such case the project re-design, which this methodology propitiates, can be disseminated among the engineers as a rational analysis method, tested and recommended by this Report.

1. INTRODUÇÃO

A metodologia da Análise do Valor/ Engenharia do Valor (AV/EV), ou como adotado nesse Trabalho de Conclusão de Curso - Gerenciamento do Valor, é uma técnica racional e de bom senso para obtenção de produtos com seus valores adequados. Consiste em analisar o produto ou componente a partir da função que desempenha e em seguida criar uma forma alternativa de desempenhá-lo de maneira simples e econômica [5].

O emprego dessa técnica durante o desenvolvimento de produtos ou também após a consecução de um projeto busca uma simplificação e/ou redução de especificações que resultarão quase sempre em materiais mais adequados com menor número de componentes e menores custos de fabricação e montagem, porém sem qualquer prejuízo das características de desempenho requeridas.

Inicialmente a Análise de Valor foi utilizada em produtos simples questionando-se “qual era o item?”; “o que desempenhava?”; “quanto custava?”; “de que outra maneira poderia ser desempenhada a função e a que custo?”. Na aplicação sistemática dessas perguntas originou-se o plano de trabalho que sugere passos no processo de aplicação do método. Esses passos implicam na adoção de técnicas apropriadas para cada caso dependendo dos resultados esperados [5].

Observa-se que existem diferentes planos de trabalho onde são aplicadas diferentes técnicas, porém todas elas possuem em comum três fases. A primeira é fase de informação e coleta de dados, a segunda é fase de geração de idéias e a terceira é a fase de análise e decisão pela melhor alternativa.

O objetivo desse Trabalho de Conclusão de Curso é incentivar a aplicação do Gerenciamento do Valor na Engenharia de Produtos da GMB e desenvolver um plano de trabalho com o auxílio de um estudo de caso e mostrar que uma vez preservada ou mesmo ampliada à qualidade do produto com redução nos custos, o uso dessa metodologia resultará no aumento do valor do produto.

Para tanto, o capítulo 2 descreve resumidamente o histórico e a difusão do método no Brasil. Mostra como a metodologia se difundiu tornando-se importante ferramenta de análise para os engenheiros e gerentes.

No capítulo 3, serão apresentados os conceitos da Metodologia do Valor, definindo-se o que é Engenharia do Valor, Análise do Valor, Gerenciamento do Valor, Função, Valor, Desempenho e como o conceito de Valor é aplicado a essa metodologia.

O estudo de custos que a metodologia requer será resumidamente apresentado no capítulo 4, visando obter meios para que as funções sejam valoradas.

O capítulo 5 apresenta uma discussão sobre os elementos necessários para uma adequada preparação, geração e seleção das alternativas, através do uso de técnicas para o emprego da criatividade e de trabalhos em grupo como também técnicas para critérios de escolha e decisão.

A proposta desse trabalho de curso é difundir o Gerenciamento do Valor e implementar na Engenharia de Produtos um plano de trabalho para aplicação da metodologia, para tanto os capítulos 6 e 7 apresentam um plano de trabalho adaptado ao contexto GMB, onde são descritas todas as etapas do plano.

No capítulo 8 desenvolve-se o um estudo de caso de aplicação do Gerenciamento do Valor com o plano de trabalho definido nos capítulos 6 e 7 e também se mostra os resultados obtidos.

As conclusões e recomendações são descritas no capítulo 9 e apresenta as vantagens e desvantagens da aplicação do Gerenciamento do Valor e as recomendações para melhoria do processo proposto e para trabalhos futuros.

2. HISTÓRICO E DIFUSÃO DAS TÉCNICAS

2.1 O início dos estudos da Análise do Valor (AV)/ Engenharia do Valor (EV)

Os estudos dessa técnica começaram durante a Segunda Guerra Mundial devido à necessidade da utilização de novos materiais com custos mais baixos e de maior disponibilidade. Após o término da guerra, verificou-se a tendência de reverter-se o processo e caminhar para os materiais e processos anteriores, porém alguns executivos perceberam as vantagens que eles haviam atingido com a Análise do Valor e decidiram continuar os estudos e implementar a técnica nos Estados Unidos entre 1947 e 1952 [5].

Com a aplicação das técnicas descobriu-se que as alterações proporcionavam economia sem prejudicar a satisfação do cliente. Com isso, alguns executivos da General Electric Company solicitaram a um de seus engenheiros, Lawrence D. Miles [26], sistematizá-las e desenvolver uma metodologia, cujos estudos foram direcionados por Miles [26], em termos de funções desempenhadas pelo produto em lugar de peças ou componentes. Essa metodologia foi chamada de Análise do Valor [5].

A Associação Nacional de Agentes de Compras dos EUA, foi uma das primeiras organizações a utilizar a Análise do Valor [16]. Em 1954, a marinha americana passou a denominar a técnica de Engenharia do Valor e incluiu cláusulas de Engenharia de Valor em seus contratos com fornecedores, para incentivar o uso da metodologia. Procurou diferenciar a Análise de Valor para produtos já existentes e Engenharia do Valor para novos produtos, porém essas definições foram aplicadas indistintamente.

2.2 O uso da Metodologia no Brasil [5]

As primeiras notícias do uso de AV/EV no Brasil datam de 1964, onde a então Companhia Industrial Palmeiras (CIP), promoveu um seminário com a participação de um consultor americano.

A General Electric Brasil, em 1965, empenhada no aumento do valor de seus produtos, introduziu também a metodologia em nosso país.

Nos anos seguintes várias iniciativas ocorreram na indústria privada e em seus variados ramos de atividades sem, contudo o apoio tão necessário do governo.

A partir dos anos 80, os meios acadêmicos começaram a introduzir a matéria Análise do Valor em seus currículos e a metodologia passou a uma abrangência maior entre as empresas.

Criada em 1984 a ABEAV (Associação Brasileira de Engenharia e Análise do Valor), instituiu em 1989 o primeiro prêmio de Excelência em Engenharia e Análise do Valor.

A busca de menores custos com incremento da função do produto para o usuário leva cada vez mais à utilização da técnica de AV/EV como uma ferramenta que aliada a outras técnicas e filosofias propiciam condições de competitividade às organizações frente à concorrência de mercado.

3. METODOLOGIA DO VALOR

3.1 Análise do Valor (AV)/ Engenharia do Valor (EV)

Existem muitas definições para a Análise do Valor/ Engenharia de Valor, e em todas elas a redução de custos é caracterizada sem que haja perda de qualquer requisito ou desempenho esperado pelo produto. Abaixo se encontram as mais relevantes descritas na literatura:

- “Engenharia de Valor é a aplicação sistemática de técnicas reconhecidas que identificam a função de um produto ou serviço, estabelecem um valor para aquela função e objetivam prover tal função ao menor custo total sem degradação” (Electronic Industry Association - EIA, 1962) [5].
- “Engenharia de Valor é a aplicação sistemática, consciente de um conjunto de técnicas que identificam funções necessárias, estabelecem valor para as mesmas e desenvolvem alternativas para desempenha-las ao menor custo possível.” Heller [16].
- “Um esforço organizado dirigido à análise das funções de sistemas, produtos, especificações, padrões práticas e procedimentos com a finalidade de satisfazer as funções requeridas ao menor custo total.” (SAVE, 1975) [5].
- “O exame crítico das funções do produto, com o objetivo final de dotá-lo de condições para que realize suas funções seguramente pelo custo total mínimo.” Harding [14].
- “Um trabalho sistematizado e ordenado realizado por um grupo de especialistas, pela aplicação de criatividade no estudo das funções desempenhadas pelos recursos existentes na organização, visando otimizar as necessárias e eliminar aquelas inúteis, trazendo reflexos sobre os resultados finais.” Abreu [1].

3.2 Gerenciamento do Valor, Função, Valor e Desempenho

O termo Gerenciamento do Valor é usado como sinônimo de Análise do Valor e Engenharia do Valor, e está substituindo-os gradativamente. A expressão caracteriza

um esforço voltado à identificação e resolução de problemas gerenciais por análise das funções gerenciais, de forma a adequá-las aos requisitos de desempenho e programação ao menor custo, e à análise das funções do sistema, buscando a satisfação das funções requeridas ao menor custo total [5].

Função

Uma função pode ser descrita através de um verbo de ação, seguido de um substantivo [1]. Também uma função é o objetivo de uma ação ou atividade que está sendo desempenhada, visando a um resultado a ser atingido e não a própria ação, que é um método para realizar o objetivo [5].

O dicionário Aurélio [11] define “função” como sendo “utilidade, serventia, papel ou atribuição”. Portanto função, é a razão de ser ou motivo de existir de um determinado item.

Valor

O valor de um produto depende da pessoa que o está avaliando [14]. O dicionário Aurélio [11] define valor como a "importância de determinada coisa; preço, valia”.

O valor relativo à redução de custos é quantificável e rapidamente visualizado, no entanto, para o consumidor pode estar relacionada ao pleno atendimento à função básica do produto ou à diversidade de itens de apresentação, o que leva a uma grande dificuldade de se definir valor para o cliente, ou o que o cliente considera relevante em um produto [29].

Define-se quatro tipos de valores econômicos relacionados ao estudo da AV/EV [5]:

- Valor de Custo - caracterizado como o total de recursos financeiros necessários para produzir ou obter um item;
- Valor de Uso - medida monetária das propriedades ou qualidades que possibilitam o emprego do item;
- Valor de Estima - medida monetária relacionada das propriedades ou características de um item que tornam desejável sua posse;
- Valor de Troca - relacionado à medida monetária das propriedades ou qualidades de um item que tornam viável sua troca por outro item.

Para a metodologia de AV/EV o valor real de produto, processo ou sistema "...é o grau de aceitabilidade de um produto pelo cliente e portanto, é o índice final do valor econômico" [5].

O valor máximo é obtido quando a função identificadora (ver item 3.4) é obtida a um custo mínimo [16]. Assim, podemos concluir que o valor pode ser definido como uma equivalência em dinheiro à função de um produto ou serviço, a partir de um referencial.

O conceito pode ser expresso pela seguinte relação:

VALOR = DESEMPENHO / CUSTO, ou seja,

o valor aumenta com o decréscimo dos custos, desde que mantido o nível de desempenho, o valor também aumenta com a ampliação do desempenho se esta for requerida ou desejada pelo consumidor, estando ele disposto a pagar por mais desempenho. Porém, o excesso de desempenho associado a custos e testes adicionais não significa qualidade, mas sim falta dela ao contrário do que se costuma pensar [20].

Desempenho

O dicionário Aurélio [11] define "desempenho" como o "ato ou efeito de cumprir ou executar alguma tarefa". Para a AV/EV, o desempenho é entendido como um conjunto de habilidades funcionais e propriedades que o fazem adequável para uma finalidade específica e vendável [20].

Dessa forma, a metodologia da AV/EV tem como objetivo estabelecer onde termina o desempenho satisfatório de um produto ou serviço e onde começa o excesso de desempenho, a partir de onde seu valor começa a diminuir para o usuário [20].

3.3 Componentes básicos da metodologia

O primeiro componente básico, motivado pela escassez de materiais, foi o da abordagem funcional elaborada Miles [26]; o segundo componente consiste no uso da criatividade em times de trabalho multidisciplinar e o terceiro componente básico foi o reconhecimento e contorno dos bloqueios mentais para aceitação das propostas [5].

3.3.1 A abordagem funcional

Trata-se do enfoque original da metodologia desenvolvido e aplicado por Miles [26], e que consiste na tarefa de se determinar a natureza essencial de uma finalidade, partindo do pressuposto que para existir, todo objeto ou ação tem ou teve em um dado momento de sua existência, alguma finalidade. Portanto, a abordagem funcional analisa todos os componentes, serviços, processos e estruturas organizacionais do ponto de vista de requisitos de projeto denominados funções, liberando o pensamento criativo dos bloqueios constituídos pela forma física e concepção dos produtos existentes [20].

3.3.2 Anatomia das funções

A base da análise funcional reside na conveniente definição das funções de cada uma das partes do problema, o que é uma tarefa simples, porém não é fácil, pois requer habilidade, prática e a consciência de que a definição deve ser o mais geral possível, ampliando as oportunidades para o pensamento criativo, e tornando-se capaz de oferecer um maior número de alternativas.

Assim, se a análise recai sobre uma plaqueta metálica utilizada em equipamentos para identificação de ativos, é limitante definir a função como “parafusar plaquetas”, explicando a maneira de desempenhar a função. É melhor definir “prender plaqueta” que pode ser por meio de rebite ou cola [5].

A técnica mais amplamente empregada para se obter uma correta definição das funções é conhecida por “técnica do verbo + substantivo”, cujo processo semântico com o qual se pretende explicar o objetivo de uma ação através de duas palavras, um verbo de ação (atuando sobre algo) e um substantivo (objeto sobre o qual o verbo atua) [20].

Para descrever adequadamente objetos, mecanismos, organismos ou processos, é preciso focalizar independentemente tanto as partes componentes como sua operação, através da caracterização dos fundamentos de uma descrição técnica, tais como:

- definições físicas;
- proporções relativas;

- formas;
- materiais empregados;
- acabamentos superficiais;
- conexões e relações entre as partes;
- ações realizadas e princípios de funcionamento.

3.4 Classificação das funções [5],[20]

Uma vez identificadas as funções desempenhadas por um produto e seus componentes, o passo seguinte consiste em classificá-las tendo como resultado um melhor entendimento do produto em sua configuração atual, o que permite redefini-lo para uma nova necessidade de forma consciente e objetiva.

- **Funções identificadoras X funções agregadas:** A função identificadora é a razão de ser do produto, ou seja, a razão pela qual o produto foi projetado. A função identificadora de um relógio de pulso é indicar hora assim, qual seria a sua utilidade se perdesse sua função identificadora? As funções agregadas possibilitam o desempenho da função identificadora ou ajudam a vender o produto. Para as funções que ajudam no desempenho da função identificadora pode-se associar à tecnologia empregada onde por exemplo em um relógio convencional, as funções armazenar energia (mola) não existe em relógios com tecnologia a quartzo. Já indicar data (calendário), contar segundos (cronômetro), sinalizar tempo (despertador) são funções agregadas que ajudam a vender o produto.
- **Funções relevantes X funções irrelevantes:** As funções relevantes são aquelas que o usuário quer encontrar desempenhadas pelo produto como indicar hora, indicar a data ou contar segundos e as funções irrelevantes, existem para que funções relevantes possam ser realizadas, tanto para o produto quanto para o processo de fabricação. O consumidor não paga diretamente pelas funções irrelevantes.
- **Funções de uso X funções de estima:** As funções de uso possibilitam o funcionamento do produto e são definidas por verbos e substantivos mensuráveis, como indicar hora enquanto as funções de estima estão relacionadas com o sentimento do usuário, como prover estética.

3.5 Avaliação funcional

A avaliação funcional de um produto constitui em uma série de perguntas e respostas que resultará na melhor alternativa que poderá ser outro produto similar existente, o próprio ou de um concorrente. As perguntas básicas são: “Quais são as funções identificadoras e agregadas?”; “Qual o custo de cada uma delas?”; “Qual o valor da função identificadora?”; “De quantas outras maneiras alternativas pode-se desempenhar a função identificadora?” e “Quanto custarão essas formas alternativas?” [5].

3.6 Diferença entre AV/EV e técnicas de redução de custo

A diferença fundamental encontra-se no fato de que AV/EV é um esforço deliberado para identificar e selecionar o método de menor custo, para satisfazer às necessidades funcionais adequadas. Uma simples idéia que é gerada resultando em um menor custo para atingir um requisito de projeto não é AV/EV. Embora a idéia represente provavelmente melhor valor, não houve tentativa para determinar se a idéia representava o melhor valor de uma seleção de alternativas, ou se os requisitos de projeto, sendo satisfeitos, representam o real problema. A figura 1 mostra esquematicamente a diferença entre AV/EV e técnicas de redução de custos.

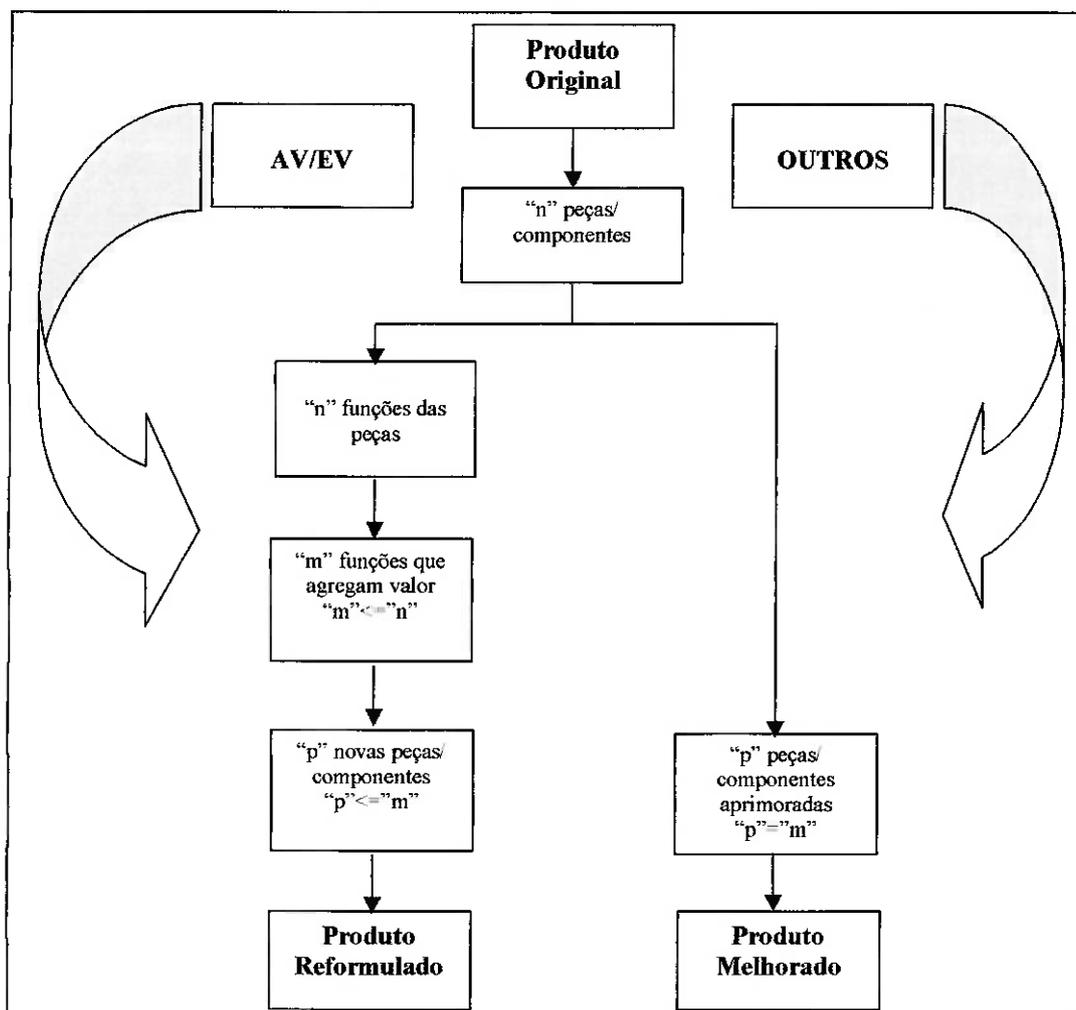


Figura 1 - Diferença entre AV/EV e técnicas de redução de custo [20].

3.7 Técnica de Análise Funcional (FAST)

3.7.1 Introdução

Em 1965, Charles Bytheway elaborou o diagrama “FAST – Function Analysis System Technique” ou Técnica de Análise Funcional de Sistemas, o qual através de uma lógica simples, estabelecia o relacionamento e hierarquização entre as diversas funções existentes em um mesmo produto ou sistema, solucionando um dos maiores problemas dos analistas de valor nos primeiros 20 anos de aplicação da metodologia, ou seja, a dificuldade de se tratar produtos complexos e com muitas funções [5].

3.7.2 Árvore funcional [20]

A abordagem do “FAST” para determinar a interação entre funções baseia-se em formular questões lógicas e estruturar as respostas. As três perguntas sobre as funções desempenhadas são: “Por quê?” “Como?” e “Quando?”.

A resposta da pergunta “Por quê?” À respeito de uma função levam às funções cuja execução dependem do prévio desempenho da função questionada, enquanto a resposta de “Como?” levam às funções que devem ser desempenhadas para que esta função possa ser efetuada. Todas as funções são organizadas da direita para a esquerda de modo que cada função tenha as respostas “Por quê isto é feito?” a esquerda e as respostas “Como isto é feito?” a direita. A figura 2 apresenta as perguntas para a construção da árvore de funções.



Figura 2 – Perguntas para construção da árvore de funções

A figura 3 apresenta o esquema de uma lâmpada elétrica de filamento e a tabela 1 mostra uma lista dos componentes e as suas funções. A forma de apresentação de funções não identifica a importância de cada função nem o relacionamento entre as funções.

A construção da árvore de funções começa com a escolha de uma função que não seja a identificadora e pergunta-se “Por que?” e “Como?”. Para a lâmpada elétrica pode-se escolher a função suprir energia. Pergunta-se então: “Por quê suprir energia?” A resposta a esta pergunta é outra função identificadora na lâmpada. Segundo a lista da Tabela 1, a função que melhor se enquadra é converter energia que é colocada à esquerda de suprir energia.

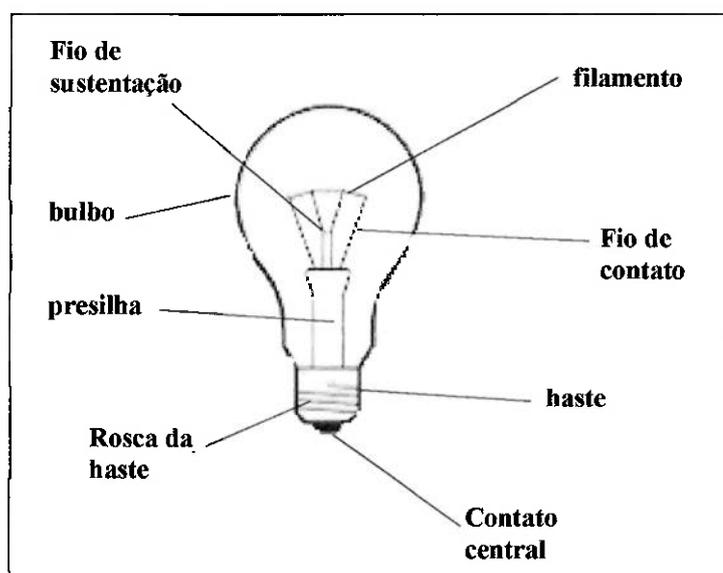


Figura 3 – Esquema de uma lâmpada elétrica de filamento

Tabela 1 – Lista de funções para a lâmpada mostrada na figura 3 [5],[20].

| Item | Função |
|---------------------|---|
| Filamento | Produzir luz Produzir calor Converter energia |
| Fios de contato | Conduzir energia Suprir energia |
| Haste | Montar lâmpada |
| Contato central | Conduzir energia Conectar lâmpada |
| Rosca da haste | Fixar lâmpada Conduzir energia Conectar lâmpada |
| Presilha | Posicionar fios de sustentação Posicionar fios de contato |
| Bulbo | Reter gás inerte Prover vedação Excluir oxigênio Prevenir oxidação |
| Fios de sustentação | Posicionar filamento |
| Isolamento elétrico | Isolar condutores |
| Gás inerte | Evitar evaporação do filamento |

A pergunta feita a seguir é: “Como suprir energia?” A função conduzir energia é a resposta para esta pergunta, que representa a forma de viabilizar a função “suprir energia” é colocada a direita desta em um nível mais baixo. Deve-se realizar um teste de consistência perguntando-se: “Por quê conduzir energia?” A resposta será a função à esquerda, “converter energia”, conforme esquema da figura 4.

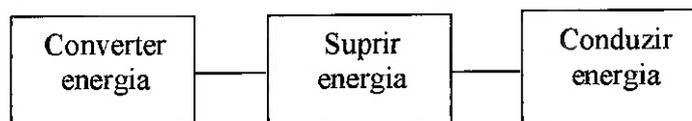


Figura 4 – Análise da função “suprir energia” [20]

Este processo continua perguntando-se “Por quê?” à função mais à esquerda “converter energia” e “Como?” à função mais à direita “conduzir energia” a assim sucessivamente.

3.7.3 Caminho crítico

O caminho crítico é uma seqüência de funções que representa a “essência do produto”. As funções presentes no caminho crítico não estão relacionadas com a forma ou solução atual do produto e qualquer produto que execute as funções do caminho crítico será um produto alternativo, principalmente quando o objetivo do trabalho é obter um novo produto [20]. No caso da lâmpada elétrica de filamento, o caminho crítico consiste na seqüência indicada na figura 5.

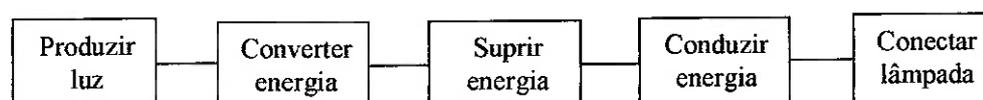


Figura 5 – Caminho crítico para a lâmpada elétrica [20].

3.7.4 Funções auxiliares [20]

A pergunta “Quando?” É feita para determinar a simultaneidade lógica de funções sendo a forma de posicionar na árvore funcional as funções que não estão presentes

4. ANÁLISE DE CUSTOS E VALORAÇÃO DAS FUNÇÕES

4.1 Análise de custo

4.1.1 Introdução

O processo de adoção do Gerenciamento do Valor requer que se tenha em mãos um bom sistema de contabilidade, de rateio e análise de custos, que permitam que todos elementos ou componentes de custos envolvidos na função sejam identificados [1].

Observa-se que a avaliação funcional implica num bloco compacto de perguntas, onde a maior dificuldade está em se definir o valor da função identificadora [5].

Uma função tem seu custo calculado "...pelo somatório de todos os custos que geram aquela função", sendo que da mesma forma, para o custeio das características é necessário calcular quanto se gastou para obter aquele diferenciador. Quando o produto apresentar mais de uma característica, deve-se estabelecer o valor despendido para cada uma das características presentes [1].

A melhor técnica de relacionar o custo por função, consiste em custear todas as funções que se encontram dentro dos limites do estudo. Garante a identificação de todas as funções e consiste em preencher um quadro com os custos envolvidos, tendo por linhas os componentes e por colunas as funções desempenhadas pelo produto. Cada total é convertido em porcentagens do custo total [5].

"A empresa nada mais é do que uma diferença: aquela entre seus preços de venda e seus preços de custos" [1]. Assim, os custos adquirem um aspecto de instrumentos básicos de gestão empresarial, e é justamente neste grau de importância que seu estudo se insere no escopo do Gerenciamento do Valor. Podemos definir "custos" como sendo a totalização dos gastos incorridos na produção de bens e serviços [5].

4.1.2 Definição de custo

"Os custos são fruto de tudo que acontece nas fabricações: suprimentos, cadência, eficiência, produtividade, desperdícios, gastos excessivos, qualidade deficiente, projeção imperfeita, e muitos outros fatores". É a medida monetária do esforço necessário à produção de um bem ou provimento de um serviço [1].

executada integralmente pela lâmpada pois, pode-se necessitar de mais de uma lâmpada para “iluminar o ambiente”. Considera-se então a linha de escopo imediatamente antes da função que não é de responsabilidade inteiramente da lâmpada, conforme mostrado na figura 6.

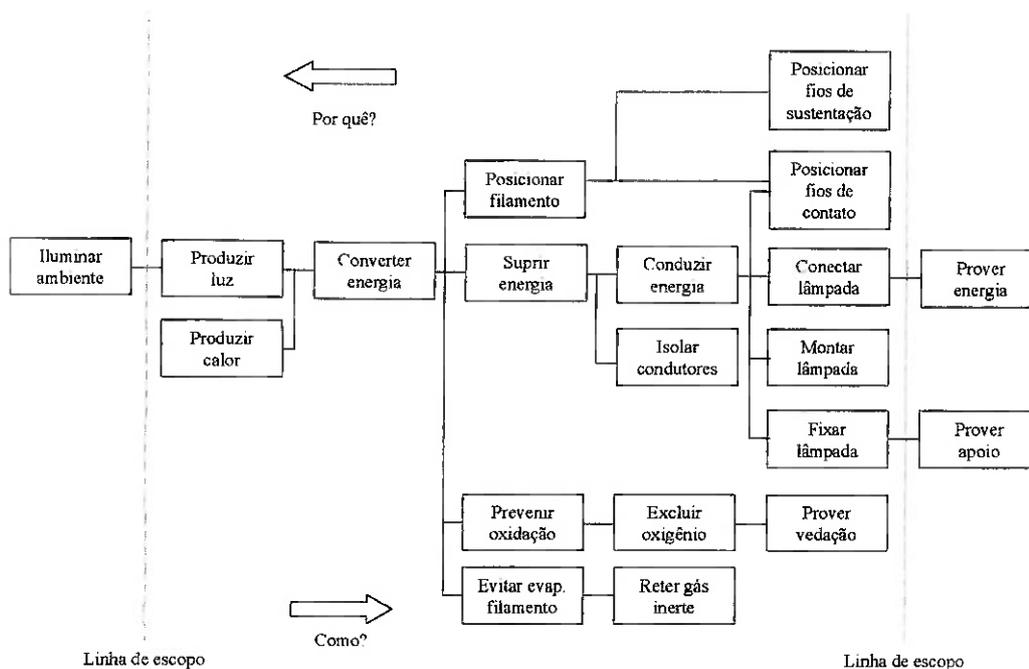


Figura 6 – Árvore de funções da lâmpada elétrica [20].

no caminho crítico. Estas funções estão relacionadas com a solução dada para o produto em análise, ou seja, a tecnologia.

Para a função “prevenir oxidação do filamento” pergunta-se: “Quando?” A resposta é simultânea para a função “suprir energia” do caminho crítico. Para confirmar se a posição está correta pergunta-se “Por quê?” Se a resposta for a função imediatamente à esquerda “converter energia” então a posição estará confirmada conforme mostrado na figura 6.

Fica estabelecido um tronco de funções paralelo ao caminho crítico na árvore funcional e o processo para posicionar outras funções segue a lógica apresentada, até se obter um diagrama completo.

Algumas funções e mesmo “troncos de funções” não se ligam ao caminho crítico, embora sejam simultâneas a funções do caminho crítico, não colaboram para a execução de funções e normalmente podem ser eliminadas.

3.7.5 O escopo [20]

É preciso definir “onde começa e onde termina” um produto, ou seja, que funções são de competência do produto em questão, quais são as funções que devem ser executadas para possibilitar o funcionamento do produto e com quais funções o produto colabora.

No exemplo da lâmpada elétrica perguntando-se “Como conectar a lâmpada?”, obtém-se como resposta uma função não presente no produto: “prover energia”. O mesmo ocorre com a função “fixar lâmpada” que necessita da função “prover apoio” que é a resposta da pergunta “Como?”. As funções “prover energia elétrica” e “prover apoio” devem ser executadas para que a lâmpada funcione, ou seja, para que execute sua função identificadora de “produzir luz”. Estas funções que são executadas fisicamente pelo soquete onde a lâmpada é parafusada são consideradas como “entradas” para a lâmpada e definem a presença de uma linha de escopo conforme figura 6.

Na extremidade esquerda da árvore funcional pode-se perguntar: “Por quê produzir luz?” Para “iluminar o ambiente” é a resposta. Iluminar o ambiente não é uma função

4.1.3 A importância da análise dos custos

É através da associação da análise de custos com a de funções que se obtém um instrumento direcionador dos esforços intelectuais em busca de uma maior racionalização de produtos.

A análise comparativa dos custos é fundamental para selecionar a alternativa mais adequada para o desempenho de uma dada função, pois se trata de um objetivo para os resultados do trabalho.

Como o custo do desempenho de uma determinada função afeta diretamente o valor do elemento analisado, o controle sobre as informações dos custos condicionará o maior ou menor sucesso na aplicação da Metodologia do Valor.

4.1.4 Os elementos componentes dos custos

Os elementos de despesas componentes do custo técnico são [1]:

- matérias-primas básicas;
- materiais auxiliares ou secundários;
- mão-de-obra direta;
- mão-de-obra indireta;
- supervisão e mestria;
- encargos sociais de lei e concedidos;
- matérias de consumo;
- ferramentas;
- dispositivos e matrizes;
- energia elétrica;
- utilidades: gás, vapor, ar-comprimido e outros;
- manutenção e conservação;
- transportes internos;
- amortizações de equipamentos;
- serviços técnicos: engenharia, controle de qualidade, serviços de materiais e outros; seguro contra incêndios, e acidentes; aluguéis dos locais produtivos e “leasing” de equipamentos produtivos.

A maneira de determinar-se a incidência destas despesas nos vários elementos produzidos constitui uma das grandes controvérsias em termos de economia empresarial. É normal dividir tais despesas em grupos ou setores de custos por meio de rateios por chaves, os quais levam em conta o número de empregados alocados, área ocupada, energia instalada, etc., não havendo, na realidade, qualquer consenso a este respeito.

4.1.5 Método de cálculo dos custos

Allora [1], descreve alguns métodos para custo dos produtos:

- método das porcentagens (“overhead method”), consiste em verificar e aplicar qual a percentagem geral que certas despesas representam sobre outras;
- método RKW (“seções homogêneas”), é caracterizado pelo fato da atividade produtiva de cada seção poder ser medida por uma unidade que representa toda a produção que passa por ela não importando o tipo de produto;
- custo-hora-máquina, esse método é muito preciso e minucioso e sua construção é lógica e seus resultados são bons. Porém, ele é totalmente baseado em unidades monetárias e não pode ser aplicado em períodos inflacionários;
- custo-padrão (“standard costs”), estabelece um cálculo detalhado para cada produto que servirá como padrão. As variações para mais e para menos medirão o rendimento e a eficiência produtiva. Contudo, esse método baseia-se na estabilidade inflacionária.
- método dos equivalentes, esse método procura representar uma produção diversificada como se na realidade ela fosse composta por um único produto. O método é simples e se pode calcular com facilidade, porém os produtos devem ser homogêneos e no processo de fabricação deve prevalecer a mão-de-obra.

4.1.6 Diferenças entre custo e preço [5]

Para o desenvolvimento dos trabalhos é fundamental que seja definido claramente a diferença entre custo e preço. Os custos dizem respeito aos gastos relativos a produção do produto, tais como: processos de fabricação, aquisição de matéria-prima e tudo que contribuir com gastos para elaboração do produto.

Já os preços são definidos pelo mercado consumidor e independem do custo de fabricação. Em tempos passados, o preço de mercado era estabelecido pela própria empresa, fazendo com que lucro da empresa fosse definido independentemente do custo de fabricação, porém com o aumento da competitividade, o mercado é estabelece o preço e a margem agora é definida pela racionalização dos custos de fabricação.

4.2 Valoração das funções

4.2.1 Definição e pré-requisitos de valoração das funções

Após o estudo detalhado das funções e suas devidas classificações e do levantamento de todos os custos de matéria prima, peças, componentes, mão-de-obra e processos, o próximo passo será atribuir valores ao desempenho de cada função, a partir de critérios lógicos com base nos pré-requisitos mencionados acima.

4.2.2 Adição dos custos às funções

O valor de uma determinada função poderá ser obtido através da relação do princípio físico do desempenho é que requerido para função, aos custos dos materiais e também pelas características dimensionais, geométricas e de acabamentos superficiais.

Uma técnica interrogativa de três questões básicas pode ser orientativa na viabilização desses princípios. 1) Qual peça ou característica do elemento estudado é responsável pelo desempenho da função analisada? 2) Que fenômeno está associado ao desempenho da função analisada? 3) Como especificamente o resultado da função analisada é obtido? Como ela se processa? Essa técnica é aplicada sucessivamente até todas as perguntas estarem respondidas afirmativamente. Quando existir dúvida

quanto à função que uma determina peça desempenha, será necessário subdividir mais os componentes, levando-se em conta o material, a forma geométrica e o tratamento térmico. Assim, uma nova análise funcional é realizada até que seja possível a adição dos custos às funções [20].

4.2.3 Diferentes tipos de análises

A análise pode ser feita de três maneiras diferentes: comparar o custo de prover funções dentro do produto (custo entre funções); comparar custos de funções similares em diferentes equipamentos produzidos; comparar funções com produtos concorrentes, estes podem prover alguma funções de maneira diferente e com custos que podem ser estimados. Essa técnica possibilita uma profunda compreensão do produto, processo ou sistema, e, quando usado por um grupo multidisciplinar, atua como linguagem comum entre os vários departamentos [5].

4.2.4 Diagnósticos possíveis

Em posse dos valores das funções teremos todas as informações de hierarquia e custos das funções desempenhadas pelo produto analisado e poderemos usar a Regra de Pareto para a seleção das funções mais caras do componente envolvido e a partir desse ponto, direcionarmos os esforços para que alternativas mais econômicas sejam encontradas [20].

5. PREPARAÇÃO, GERAÇÃO E SELEÇÃO DAS ALTERNATIVAS.

5.1. Preparação para a geração de alternativas

Outro fator na aplicação do Gerenciamento do Valor, está relacionado com as habilidades de comunicação entre os integrantes da equipe e também entre os departamentos. A comunicação deve ser precisa para que uma alternativa seja estudada adequadamente e não acabe abandonada justamente por falta de entendimento entre as pessoas. Existe uma tendência de supor o que falta nas informações incompletas, desprezar o que não se enquadra em sua percepção e seguir o primeiro julgamento efetuado.

Algumas perguntas podem ser aplicadas para evitar palavras que indicam falta de precisão na comunicação e são utilizadas para esclarecimento que levam a informações mais completas [20]. A tabela 2 indica uma seqüência de perguntas que pode ser aplicada para evitar a falta de precisão.

Tabela 2 – Perguntas para esclarecer as informações

| | | | | |
|------------------------|-----------------------|---|------------------------|----------------------|
| O quê especificamente? | Como especificamente? | O que aconteceria se...? ou impede de...? | Todos? Nunca? Ninguém? | Comparado com o que? |
|------------------------|-----------------------|---|------------------------|----------------------|

5.1.1 Objetivos para o trabalho

Como o Gerenciamento do Valor consiste na busca de alternativas econômicas ao desempenho das funções realmente necessárias e como conseqüência resultará na reformulação do produto, para cada objetivo proposto teremos um resultado diferente.

A aplicação de uma técnica de cinco etapas garante que a definição do objetivo seja única e completa para todos os participantes [20].

- **O quê exatamente eu quero conseguir?** O resultado da resposta deve atender aos seguintes requisitos: focalizar a função daquilo que se quer (verbo+substantivo); explicar os resultados pretendidos; definir sempre positivamente; agir pró ativamente.
- **Em que circunstância se insere tal objetivo?** Com quem, para quem e em que contexto tal resultado é desejável?; Quando?;
- **Como especificamente se processa tal objetivo?** A resposta usará verbos de ação, normalmente no gerúndio, e obedecerá a seguinte estrutura: aumentando, eliminando, controlando, justificando, criando, modificando e etc.
- **Quais são as restrições à consecução do objetivo proposto?** A identificação objetiva de fatores restritivos de natureza legal, ética, mercadológica e tecnológica.
- **Buscar alternativas através do “objetivo do objetivo”.** Para que se deseja alcançar tal objetivo? O que efetivamente se está requerendo ao concretizar seu objetivo?; Refletir sobre outras possibilidades de se conseguir o mesmo efeito.

Outra técnica interrogativa pode ser utilizada no Gerenciamento do Valor com o objetivo da eliminação, combinação, re-arranjo e simplificação de funções ou atividades, conforme tabela 3 [33]. Também, um “check-list” ajudará na aplicação da seqüência interrogativa no estudo do método, conforme Anexo A onde a maioria das perguntas listadas geralmente se aplicam a investigações de estudo de método [32].

Tabela 3 – Técnica interrogativa que auxilia na definição dos objetivos [33].

| | | |
|--|---|--|
| TÉCNICA INTERROGATIVA | Na primeira fase da técnica interrogativa, o Propósito, Lugar, Seqüência, Pessoa, significado de toda atividade registrada é examinado sistematicamente, e uma razão para cada resposta é buscada | As questões secundárias abrangem o segundo estágio da técnica interrogativa, durante as quais as respostas à questões primárias estão sujeitas a um maior detalhamento para determinar se possíveis alternativas de lugar, seqüência, pessoas e/ou meios são praticáveis e preferíveis tendo como base uma melhoria do método existente. |
| PROPÓSITO... para ELIMINAR partes desnecessárias do trabalho | O que é realmente feito? Por que a atividade é necessária? | O que é feito? Por que é feito? O que mais poderia ser feito? O que deveria ser feito? |
| LUGAR... | Onde está sendo feito? Por que é feito naquele lugar em particular? | Onde é feito? Por que é feito lá? Onde mais poderia ser feito? Onde deveria ser feito? |
| SEQÜÊNCIA... | Quando é feito? Por que é feito naquele momento em particular? | Quando é feito? Por que é feito então? Quando poderia ser feito? Quando deveria ser feito? |
| PESSOA... para COMBINAR onde quer que seja possível ou REARRANJAR a sucessão de operações para resultados mais efetivos. | Que está fazendo isto? Por que é feito por aquela pessoa em particular? | Quem faz isto? Por que aquela pessoa faz isto? Quem mais poderia fazer isto? Quem deveria fazer isto? |
| MEIOS... em ordem para simplificar a operação | Como está sendo terminado? Por que isto sendo realizado daquele modo em particular? | Como é realizado? Por que é feito daquele modo? Como mais poderia ser feito? Como deveria ser feito? |

5.1.2 Determinação das metas de custos

A determinação das metas de custos consiste em se atribuir à função estudada, por comparação direta, o valor monetário de uma alternativa conhecida, que seja tão simples quanto possível e que desempenhe uma função equivalente. Recomenda-se fazer esta análise para as funções principais e para o caminho crítico do FAST. O valor total da função é dado pela soma das metas de custos que o compõe [20].

5.1.3 Classificação de produtos em itens A, B ou C.

Essa classificação leva em consideração respectivamente os itens que representam maiores gastos “A”, geralmente entre 10% a 20% do total de itens que representam de 65% a 75% do gasto total. Os da classe “B” são aqueles que representam um gasto médio de 20% a 35% do total de itens que representam 15% a 30% do gasto total. Na classe “C”, são aqueles que representam um menor gasto, ou seja, de 50% a 70% do total de itens que representam de 5% a 10% do gasto total. O importante dessa técnica de identificação de problemas a serem estudados, é que os itens classificados em “A” são aqueles que apresentam a maior oportunidade para um resultado econômico mais rentável. A tabela 3, demonstra esquematicamente as porcentagens estabelecidas para os itens A, B ou C [30].

Tabela 3 – Porcentagens estabelecidas para itens A,B ou C

| CLASSE | A | B | C |
|-----------------------|------------------|------------------|------------------|
| Total de Itens | 10% a 20% | 20% a 35% | 50% a 70% |
| Gasto Total | 65% a 75% | 15% a 30% | 5% a 10% |

5.1.4 Alternativas para o desempenho das funções

Para a geração de alternativas do Gerenciamento do Valor, é necessário que o engenheiro utilize o processo criativo, pois no desenvolvimento do plano de trabalho (capítulo 6) estes conhecimentos serão úteis para organizar as fases de estudos e ajudarão na obtenção dos resultados.

A idéia do novo causa resistência natural a mudanças e inovações e toda idéia inovadora é criticada. Normalmente quando uma idéia solucionadora é imposta existe grande resistência na sua implementação, depois a nova solução é aceita e considerada óbvia, inclusive pelos seus opositores iniciais [5].

5.1.5 Técnicas do “Brainstorming” e do “Brainwriting”

A técnica do “Brainstorming” é baseada no princípio da eliminação do julgamento, possibilitando a geração de idéias sem criticá-las. O julgamento surgirá somente após a geração de idéias suficiente. O segundo princípio está relacionado com a quantidade de idéias, ou seja, da quantidade de idéias sugeridas, algumas apresentarão qualidade. A técnica do “Brainwriting” é uma variação da técnica anterior, em que cada participante do grupo registrará a sua idéia por escrito e não mais verbalmente. A vantagem do “Brainwriting” é que os participantes não sofrem inibição devido alguma pessoa de influência que esteja participando do grupo [20].

5.2. Seleção da alternativa mais adequada

Nesta etapa da metodologia será necessário dispor de meios para selecionar dentre todas as idéias geradas, a que melhor resolva o problema. Entre as diversas técnicas existentes na escolha da alternativa mais adequada para o Gerenciamento do Valor, recomenda-se duas técnicas para agrupamento inicial das idéias “Votação de Pareto” e “Vantagem x Desvantagem” e duas técnicas mais detalhistas para o processo de definição da alternativa “FIRE” e “Análise do Ponto de Equilíbrio” [20].

5.2.1 Técnica da Votação de Pareto

O fenômeno descoberto por Vilfredo Pareto , conhecido como “regra 80/20”, trata-se de uma ferramenta de tomada de decisão, com base na separação das principais causas de um evento, daquelas de menor importância, o que nos ajuda a concentrar a atenção e os recursos onde eles sejam mais úteis e melhor aproveitados. Uma votação no grupo é realizada e cada participante vota em 20% do total das idéias geradas e deverão usar todos os seus votos e atribuir um único voto para cada uma das idéias escolhidas [20].

5.2.2 Técnica da Vantagem x Desvantagem

Também é uma técnica de escolha inicial como a anterior, porém pela própria natureza analítica e reflexiva, sua aplicação é mais trabalhosa e é indicada para ser

utilizada, após a Votação de Pareto, onde temos um número menor de escolhas. É aplicada por meio de uma tabela formada por três colunas “idéia gerada”, “vantagem”, “desvantagem”, onde se analisa qualitativamente uma alternativa sobre a outra [20].

5.2.3 Técnica F.I.R.E.

É uma das técnicas utilizadas para o processo final de seleção e visa a escolha da melhor das alternativas encontrada pela técnica da votação de Pareto, vantagem x desvantagem ou outra técnica adotada pelo engenheiro. Para o Gerenciamento do Valor, uma boa definição dos objetivos da análise e das funções do elemento estudado, determina os critérios de avaliação e os respectivos pesos. Atribui-se o mesmo peso aos quatro parâmetros “Função”, “Investimento”, “Resultado” e “Exeqüibilidade” onde a sua desvantagem reside nessa equiparação dos pesos para os parâmetros o que pode levar a erros, porém é de simples aplicação. A tabela 3 ilustra essa técnica [20].

Tabela 4 – Escolha da solução pela técnica F.I.R.E

| VALOR | F(Função) | I(Investimento) | R(Resultado) | E (Exeqüibilidade) | FxIxRxExE |
|-----------|---|------------------|--|--|-----------|
| 10 | Exerce todas as funções necessárias | Nenhum | Economia/ simplificação acima do estimado. | Extremamente fácil de executar ou implantar. | 1000 |
| 8 | Não se aplica. | Até R\$.... | Conforme estimado. | Muito fácil | 512 |
| 6 | Não se aplica. | Até R\$.... | Levemente abaixo do estimado | Razoavelmente fácil. | 216 |
| 3 | Não se aplica. | Até R\$.... | Razoavelmente abaixo do estimado. | Muito difícil. | 27 |
| 1 | Não se aplica. | Acima de R\$.... | Muito abaixo do estimado. | Extremamente difícil. | 1 |
| 0 | Não exerce todas as funções necessárias | Não se aplica | Não se aplica. | Não se aplica. | 0 |

5.2.4 Análise do Ponto de Equilíbrio

Para as alternativas que envolvam valores monetários é a técnica mais precisa, pois se trata de uma análise econômica. Em qualquer produto podemos isolar componentes de custo que independem do volume produzido, custos fixos e componentes de custos variáveis com a produção, que são maiores quanto maior for o volume produzido. O ponto de equilíbrio é dado pelo tempo ou volume de produção, no qual ambas alternativas se equivalem em termos de custos, como mostra a figura 7 [20]:

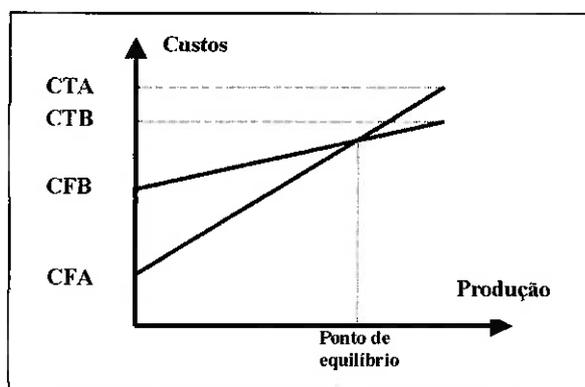


Figura 7 – Ponto de Equilíbrio

- Alternativa “A”: $CTA = CFA + x \cdot CVA$
- Alternativa “B”: $CTB = CFB + x \cdot CVB$

Assim, o ponto de equilíbrio “P”: $CTA=CTB$, Logo, $x_p = (CFB-CFA)/(CVA-CVB)$, que é a abscissa do ponto de equilíbrio, ocorrendo na intersecção entre as retas de custos da alternativas “A” e “B”, e representa o volume de produção para o qual são equivalentes. Custos mais baixos encontram-se à esquerda do ponto de equilíbrio para a alternativa “A”, enquanto que para volumes localizados à direita deste ponto, a alternativa “B” será mais econômica.

- **CFA** Custo fixo da alternativa A
- **CFB** Custo fixo da alternativa B
- **CTA** Custo total da alternativa A
- **CTB** Custo total da alternativa B
- **CVA** Custo variável da alternativa A
- **CVB** Custo variável da alternativa B

6. O PLANO DE TRABALHO

6.1 Introdução

O plano de trabalho constitui uma abordagem sistematizada de um processo para a aplicação do Gerenciamento do Valor. Existem diversos planos de trabalho elaborados para situações específicas, entretanto, todos eles são variações de um plano de trabalho geral proposto por Miles [26].

Existe a preferência quase que unânime em se optar por aplicar técnicas que abordam o problema de forma mais fechada, em que os resultados, apesar de mais modestos, são mais garantidos. Todavia, a medida que se aborda um problema com raciocínio divergente, tratando-o como um problema aberto, maior é a probabilidade de encontrar uma solução satisfatória.

A característica fundamental de um sistema padronizante é a continuidade [7]. O ato de reestruturar padrões para usar as informações de maneira conveniente para a situação de momento não é tarefa fácil e feita de forma normal. Para resolver problemas é necessário deixar as velhas idéias e ainda propor novas. Muitas vezes, a situação obriga a reestruturação de uma velha idéia, porém algum tempo depois que a informação já estava disponível. Normalmente quando houver necessidades de idéias, será preciso reestruturar alguma idéia antiga [5].

Através da análise das etapas de um Plano de trabalho, verifica-se que se aproximam das técnicas de solução de problemas que se apresentam em três fases, ou seja, a de análise, a de desenvolvimento de alternativas e a de síntese [5].

O quadro da tabela 5 representa uma proposta de plano de trabalho elaborada pelo Departamento de defesa dos Estados Unidos, segundo o DOD Handbook 5010, (1968) [5] e possui etapas que podem ser adaptadas a um plano de trabalho específico.

Tabela 5 - Plano de trabalho para Análise de Valor [5]

| Orientação | | | | | |
|----------------------------|---|-------------------------------|---|---|---|
| Informação | | | | | |
| Especulação | | | | | |
| Análise | | | | | |
| Desenvolvimento | | | | | |
| Apresentação e seguimento | | | | | |
| O que está sendo estudado? | O que é ? O que faz ? Quanto custa ? Quanto vale ? | O que mais faz o trabalho ? | Quanto custa ? Qual é o menos caro? | Vai funcionar ? Val obedecer requisitos ? O que fazer agora ? O que é necessário implantar ? | O que é recomendado ? Selecionar a 1ª escolha. Quem vai aprovar ? O que foi feito ? Quanto vai economizar ? O que é necessário para implementar ? Fazer a apresentação: * oral; * escrita |
| | Juntar todos os fatos. | Tentar de tudo. | Quantificar as principais idéias (R\$). | Juntar fatos convincentes. | Usar boas relações humanas. |
| | Conseguir informações da melhor fonte. | Eliminar a função. | Avaliar por comparação. | Usar o próprio julgamento. | Despender o dinheiro da empresa como se fosse nosso. |
| | Reduzir todos os custos disponíveis. | Simplificar. | Avaliar por função. | Traduzir fatos em termos de ações significativas. | |
| | Quantificar cada idéia (R\$). | Desestruturar e criar. | | Usar produtos especializados | |
| | Trabalhar com os fatos específicos e não com generalidades. | Usar técnicas de criatividade | | Usar padrões. | |
| | | | | Trabalhar com fatos específicos e não com generalidades. | |
| Vender a proposta | | | | | |

6.2 O plano de Miles

O plano de trabalho de Miles [26] pode ser aplicado em qualquer situação e foi elaborado para disciplinar e ordenar as atividades relacionadas à Engenharia do Valor. Embora, as etapas do plano de trabalho sugerissem uma seqüência rígida, existe a liberdade de recomeçar o processo a partir de qualquer uma das etapas quando necessário. A figura 8 mostra a seqüência de Miles para o plano de trabalho.

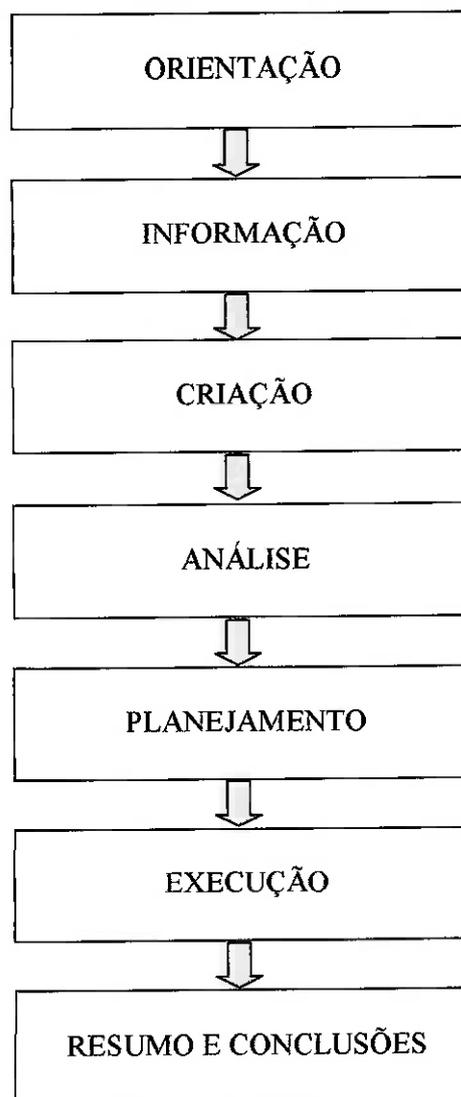


Figura 8 – Plano de trabalho proposto por Miles

6.3 Aplicação do Plano de trabalho

O processo de desenvolvimento de um estudo de Gerenciamento do Valor é caracterizado como resultante da consecução de diversas etapas. Neste trabalho são apresentadas duas propostas para consecução desse processo.

Na primeira proposta [1] são observadas as fases de preparação, informação, especulação (criatividade), avaliação, planejamento e recomendação & implementação. A descrição de cada fase se encontra a seguir.

6.3.1 Fase de Preparação.

Esta é a fase inicial do estudo sendo considerado o problema como uma diferença entre o estado atual e o que se deseja, identificando os tipos de problemas que podem estar ocorrendo no produto ou processo, e hierarquizando-os conforme critérios definidos, para escolha do primeiro a ser abordado. O planejamento de atividades nesta fase deve ser estudado para que os objetivos sejam atingidos sem desperdício de tempo e ou divergência do objetivo do trabalho.

São identificados os recursos necessários que devem estar disponíveis a tempo para implementação do processo e as capacitações dos envolvidos para a tomada de decisão. Os especialistas e gerentes devem estar conscientizados do problema e todos devem contribuir para o sucesso da equipe, caso contrário corre-se o risco de não atingir os resultados esperados, como citado no capítulo 5.

A diferença ou desvio deverá ser medido quando possível, ou mesmo quantificado segundo algum critério. A técnica de generalização da Lei de Pareto, pode ser aplicada, dependendo da necessidade de cada engenheiro. Juran [17] anunciou essa regra como "...em toda série de elementos controlados, uma pequena fração selecionada em termos de números de elementos usualmente é responsável por uma grande fração em termos de efeito...". Ainda, Brekel [3] simplificou dizendo que na maior parte das distribuições, é mais freqüente que 80% do valor investido em menos que 20% dos itens.

6.3.2 Fase de Informação.

O objetivo desta fase é chegar a definição do problema, onde as funções são reconhecidas, custeadas e estabelecidos valores que podem ser despendidos para cada uma delas. Devemos estabelecer o escopo do problema, onde esse inicia e onde termina. Envolve informações como características de mercado, parâmetros de desempenho, custos envolvidos, processos de fabricação e materiais, fornecedores e etc. Quanto maior o número de informações e restrições a respeito do estado atual e o desejado, e também aos meios necessários para eliminação do desvio, maior será seu nível de estruturação. O desenvolvimento do estudo deve contar com a participação

de um time multidisciplinar, facilitando seu entendimento e sua posterior implementação.

6.3.3 Fase da Especulação (Criatividade)

O objetivo é gerar alternativas de desempenho da função. Aplicam-se várias técnicas de geração de idéias em grupo e também é importante que se verifique uma possível existência de uma solução para o problema. Muitas vezes, os engenheiros incorrem nesse vício de projetar algo diferente sendo que já existe um similar adaptável disponível, ou uma peça standard ou um procedimento externo que podem ser aproveitados, desperdiça-se muito dinheiro com essa atuação. Os trabalhos nesta fase levam em consideração, a natureza do problema, tempo envolvido e dificuldades de implementação.

6.3.4 Fase de Avaliação.

O resultado do trabalho da Fase de Especulação (Criatividade) pode gerar várias alternativas que são analisadas e julgadas pelo grupo e classificadas segundo critérios de desenvolvimento, validação, custo de implementação e tempo, sendo importante proceder a uma escolha, buscando tanto quanto possível combiná-las e refiná-las. A Votação de Pareto é a técnica mais utilizada ao processo de avaliação para decidir sobre a melhor alternativa. As alternativas identificadas devem ser desenvolvidas adequando-se aos requisitos mencionados e ao custo incremental de cada item. Para auxílio nessa análise, uma Lista de Verificação (Anexo B) pode ser útil na análise dos itens necessários de desempenho a serem atendidos.

6.3.5 Fase de Planejamento

O objetivo é elaborar um plano de implementação em posse da alternativa mais adequada segundo os critérios mencionados na fase de avaliação. Todas as etapas a serem atingidas são enumeradas em um cronograma de atividades onde são previstos testes virtuais, testes de bancada, testes em campo de provas, testes de materiais e

testes em fornecedores. O cronograma deve seguir sem atrasos, pois corre o risco de não atingir as metas gerenciais estipuladas para o trabalho.

6.3.6 Fase de Recomendação e Implementação

Na Fase de Recomendação e Implementação, a proposta deve ser apresentada a um grupo gerencial com representantes de todas as áreas. A objetividade é essencial à apresentação, tanto quanto a clareza e também a firmeza por parte do engenheiro na apresentação das idéias. Todas as possíveis dúvidas devem ser esclarecidas prontamente aos participantes e o planejamento de atividades, previsto na fase anterior, discutido caso haja alguma necessidade ou dúvidas. Algumas vezes, algum detalhe não é previsto e então, efetua-se um estudo complementar. Sendo a proposta aprovada, a implementação seguirá os passos delineados no planejamento e o engenheiro de implementação acompanhará todo o processo até a liberação para a produção.

6.4 Proposta de plano de trabalho para a substituição de materiais

A segunda proposta apresentada nesse trabalho descreve os passos para implementação de um plano de trabalho para aplicação do Gerenciamento do Valor visando a substituição de materiais, conforme descrito na tabela 6 [32].

As fases desse modelo são muito parecidas com os das anteriores, assim verifica-se que alguns caminhos são comuns para diversas finalidades, ou seja, considera-se que os processos de obtenção de resultados são semelhantes, independente do objeto de análise.

Tabela 6 - Proposta de um plano de trabalho de Gerenciamento do Valor visando a substituição de materiais do produto [32].

| FASE DE: | FINALIDADE | PASSOS |
|------------------------|---|--|
| 1. Preparação | Medidas preparatórias | 1. Escolher componente 2. Listar requisitos 3. Determinar função principal e funções secundárias do componente |
| 2. Informação | Determinar possíveis materiais candidatos | 1. Obter informações sobre propriedades, processos produtivos e custos de uma lista de materiais candidatos |
| 3. Análise | Analisar balanceamento de propriedades | 1. Montar pares material-processo 2. Hierarquizar pares material processo 3. Analisar por comparação 4. Verificar a necessidade de alteração no projeto |
| 4. Criatividade | Manusear as alternativas | 1. Formular idéias de alterações eventualmente necessárias no projeto 2. Selecionar estas idéias |
| 5. Julgamento | Analisar as alternativas | 1. Formular e desenvolver as alternativas 2. Especificar técnica e economicamente 3. Escolher a alternativa |
| 6. Planejamento | Apresentar e implementar a solução proposta | 1. Apresentar a proposta 2. Planejar e acompanhar a implementação |

6.5 Aceleradores de resultados ou técnicas auxiliares

Miles [26] desenvolveu algumas técnicas e recomendações que podem agilizar o tempo de obtenção de resultados. Essas técnicas podem ser utilizadas separadamente ou agrupadas dependendo do trabalho a ser realizado [20].

- **Evitar generalidades concentrando-se no específico.** O problema a ser solucionado deve ser precisamente definido, de modo a não existir qualquer dúvida a respeito da situação atual e do estado final a ser atingido.

- **Conseguir todos os custos disponíveis.** Esta tarefa é essencial para que seja possível identificar excesso de dinheiro gasto para uma determinada função e analisar alternativas para a redução de custos. Este passo é muito trabalhoso, pois além de não dispormos de informações precisas dos sistemas contábeis internos por vários motivos que não serão discutidos nesse trabalho, é preciso levantar informações com fornecedores, o que em muitos casos fica praticamente inviável, em função das relações comerciais mantidas entre as empresas.
- **Usar informações da melhor fonte.** Toda informação utilizada deve ser de fonte confiável e deve ser confirmada, para evitar mal-entendidos que freqüentemente são a causa de baixo valor em produtos e processos.
- **Desestruturar, criar e refinar.** Desestruturar significa identificar a parte exata do problema que desempenha a função básica e separa-la do problema para ser analisada de forma clara e isolada. Criar consiste em acrescentar à parte isolada o que falta para que ela desempenhe as funções requeridas. Após isso, deve-se refinar as idéias geradas na fase criativa, desenvolvendo uma nova abordagem que satisfaça os requisitos de desempenho do produto. Com essa técnica, eliminamos o bloqueio constituído pela configuração atual do produto; conduzimos o raciocínio para considerações básicas e fornecemos um mecanismo para construir somente o necessário para atender às funções requeridas.
- **Usar a criatividade.** O pensamento criativo e técnicas de geração de idéias servem como base para alternativas de solução de problemas.
- **Identificar e contornar bloqueios.** Bloqueios são dificuldades imaginárias que constituem formas veladas de objeção e resultam no desempenho de uma função a um custo maior do que o necessário. Os bloqueios são causados por falta de informação, aceitação de uma informação errada ou mesmo uma suposição errada.
- **Recorrer a especialistas quando necessário.** Uma vez estabelecido claramente o que será realizado e as funções que devem ser desempenhadas é

necessário obter informações completas e atualizadas tecnologicamente para gerar as alternativas e para a escolha da solução.

- **Verificar o custo das tolerâncias principais.** Com frequência o projetista utiliza tolerâncias restritas de modo a garantir o funcionamento de seu produto. Deve-se questionar se é necessário ter as tolerâncias como especificadas; que outro projeto, se existir, utilizaria tolerâncias mais flexíveis e questionar se os meios de se garantir as tolerâncias são os mais econômicos.
- **Utilizar produtos de linha disponíveis nos fornecedores.** Os componentes de um produto devem ser, sempre que possível, padronizados ou pertencerem a uma linha normal de um fornecedor.
- **Utilizar e pagar pelo conhecimento de fornecedores especializados.** Para evitar custos desnecessários o melhor procedimento é procurar as empresas que detêm conhecimentos especializados da matéria-prima e dos processos de manufatura dos componentes necessários.
- **Utilizar processos especializados.** Conforme Miles [26], um processo especializado é aquele que propicia o desempenho confiável da função requerida a um custo significativamente menor.
- **Utilizar normas aplicáveis.** A utilização de normas torna possível o emprego adequado de peças de produtos padronizados, como parafusos, molas, etc.
- **Usar o critério: “eu gastaria meu dinheiro dessa maneira”.** Constitui uma regra de bom senso que qualquer pessoa utiliza para avaliar suas despesas, em consideração à limitação da quantia a ser gasta; do estabelecimento claro de alternativas e da comparação dos valores relativos de uso e estima. O sucesso de um processo de análise funcional é caracterizado pela eliminação de custos desnecessários e depende diretamente da aplicação de técnicas que identificarão e removerão obstáculos e fornecerão um caminho para a implementação das alternativas escolhidas.

7. O PLANO DE TRABALHO PROPOSTO PARA APLICAÇÃO DO GERENCIAMENTO VALOR NA GMB

7.1 O Departamento de Análise do Valor

O Departamento de Análise do Valor da GMB iniciou suas atividades em 1988, sempre subordinadas à Engenharia de Manufatura. A princípio, o trabalho era restrito às peças produzidas internamente e depois o campo de atuação foi sendo ampliado incorporando-se os componentes adquiridos junto aos fornecedores. Em uma fase seguinte, o setor passou a participar também dos estudos relacionados aos projetos futuros da empresa.

O trabalho do Departamento consiste basicamente em identificar maneiras de reduzir custos de produção dos veículos. Para tanto, efetua análises detalhadas dos diversos componentes e sistemas que compõem os modelos, utilizando principalmente o método do “teardown”, em que os veículos são totalmente desmontados para uma avaliação e comparação com os modelos “benchmarking” disponíveis no mercado. A partir desses estudos, obtém-se informações que permitem propor alternativas de peças, componentes e até mesmo de processos de manufatura mais econômicos para a GMB.

7.2 O Departamento de Engenharia de Otimização do Valor do Produto

O DOVP da GMB, é composto por um time multifuncional que visa a o estudo e a implementação rápida de propostas de otimização do valor do produto mantendo um fluxo constante de atividades com controle e acompanhamento, através de um canal único de informações e apresentando um método de medição de objetivos.

As propostas são enviadas para as análises por diversas áreas da companhia e fornecedores, tais como: do Departamento de Análise do Valor, do banco de dados de propostas da OPEL, dos “workshops” realizados entre os “commodities” da GMB e FIAT, dos engenheiros de projetos, do plano de sugestões GMB e das sugestões geradas pelos fornecedores.

As propostas são cadastradas em um banco de dados com todas as informações necessárias para que os líderes das “commodities” de motores e transmissões, chassi, carroceria, portas, painéis internos, bancos, elétrica & eletrônica, peças padronizadas e materiais possam coordenar um estudo de viabilidade técnica, econômica e financeira.

A partir da aprovação inicial, a proposta é apresentada na reunião semanal de decisão, onde o diretor do DOVP coordena a apresentação com a participação de vários gerentes e diretores das áreas afins para que a proposta seja definida ou como “aprovação do conceito” ou como “rejeitada”, ou como “acompanhamento de desenvolvimento” e finalmente como “aprovação final”.

Após a aprovação final passará pelas fases de implementação conforme estabelecido no planejamento das atividades, onde é emitida a ordem de serviço rápida para que todas as etapas de implementação sejam ultrapassadas rapidamente.

7.3 Plano de trabalho proposto

Em adição ao método de comparação realizado pelo Departamento de Análise do Valor, onde o esforço está voltado para a análise das peças/ componentes, e também ao fato da criação do DOVP onde o Departamento de Análise do Valor está inserido em seu contexto de atividades, a presente proposta propõe disseminar a cultura do Gerenciamento do Valor na Engenharia de Produtos, através do desenvolvimento de um plano de trabalho proposto para o estudo de caso do Sistema Limpador de Pára-Brisa de um veículo classificado como “comercial” comparado com outros três SLPBs alternativos de veículos classificados como “passageiros”.

A figura 9 apresenta um esquema com as fases do plano de trabalho proposto indicando as perguntas básicas e os passos necessários com os seus respectivos formulários, para que atingido os objetivos de cada fase se possa progredir para a fase seguinte e assim sucessivamente.

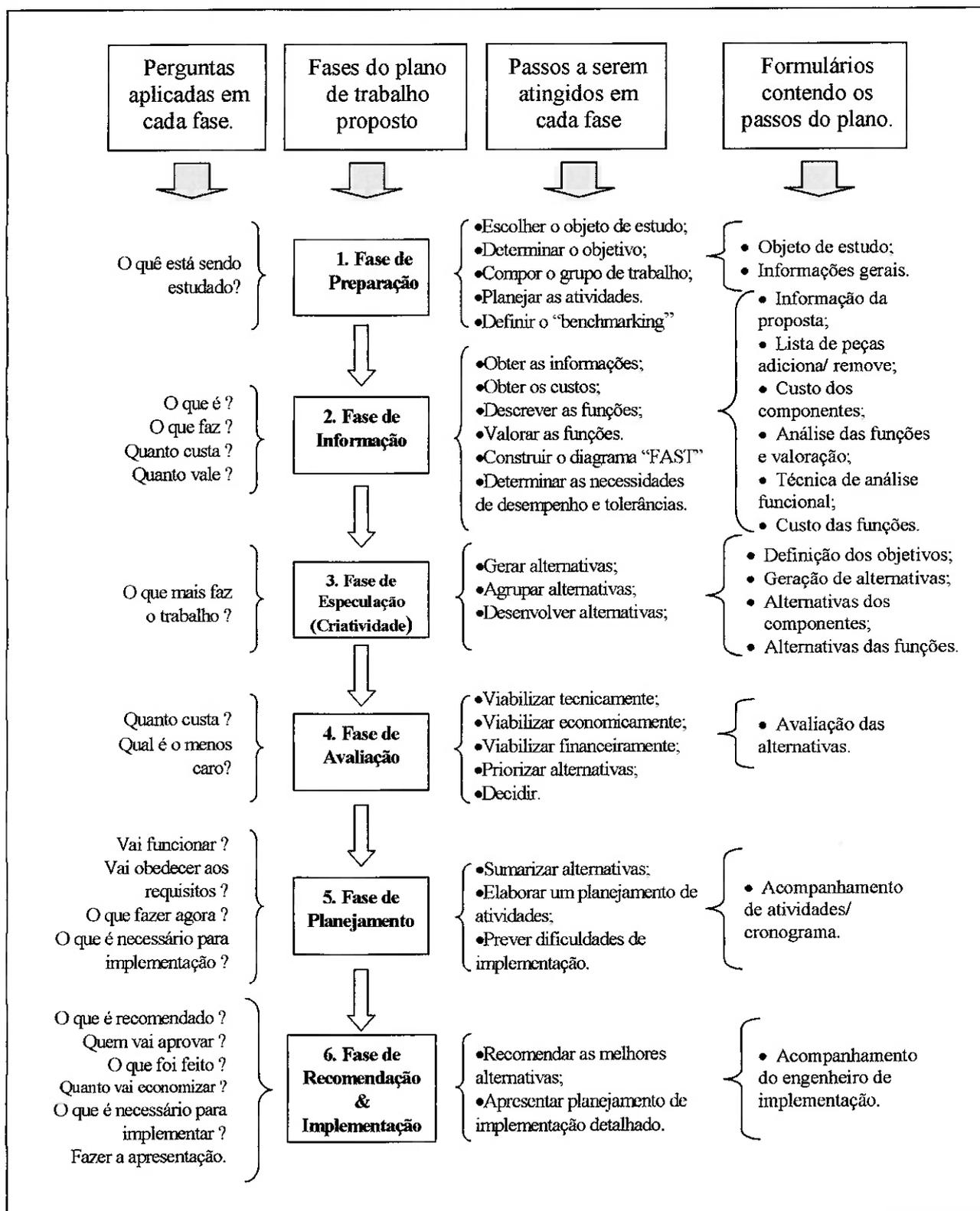


Figura 9 – Plano de trabalho proposto para o estudo de caso

7.4 Formulários para o plano de trabalho proposto.

Os formulários utilizados para a o plano de trabalho no desenvolvimento do Gerenciamento do Valor se apresentam de forma a facilitar a visualização e o entendimento da metodologia. Eles também procuram organizar sistematicamente a seqüência de fases do plano de trabalho, permitindo preservar as informações e sua consulta posterior. As Fases de Preparação, Informação, Especulação (Criatividade), Avaliação, Planejamento e Recomendação & Implementação são aquelas encontradas nos modelos de formulários explicados nos próximos itens, campo a campo.

7.4.1 Fase de Preparação

Esta fase é composta por dois formulários “objeto de estudo” e “informações gerais”. Os formulários são descritos abaixo:

Formulário “objeto de estudo”

Esta é a fase inicial do estudo sendo considerada como as medidas preparatórias para escolher o objeto de estudo, determinar o objetivo, compor o grupo de trabalho e planejar as atividades a serem desenvolvidas. O planejamento de atividades é realizado para que os objetivos sejam atingidos sem desperdício de tempo e ou divergência do objetivo do trabalho.

A figura 10 apresenta um modelo de formulário para estudo e classificação dos itens em A,B ou C e também para informações de “benchmarking” para o objeto do estudo. A descrição dos campos desse formulário é apresentada a seguir:

- **PVO #:** Número seqüencial de identificação da proposta e da quantidade de páginas, Por exemplo: 00001/2002, Fls.01/01;
- **Objeto de Estudo:** Campo destinado para a análise do objeto de estudo que será determinado no trabalho, através da classificação dos itens em A, B & C. Neste campo podem ser anexadas planilhas externas para documentação e decisão;

- **Classe:** Referência em porcentagens para a classificação em itens A, B ou C.

| | | | |
|--|--|---|---------------------------------|
|  | <p align="center">ENGENHARIA DE OTIMIZAÇÃO DO VALOR DO PRODUTO (FASE DE PREPARAÇÃO – OBJETO DE ESTUDO)</p> | <p align="center">PVO # 001/2002 Fls.:01/01</p> | |
| <p align="center">CLASSIFICAÇÃO DE ITENS A, B ou C</p> | | | |
| <p align="center">Objeto de Estudo:</p> | | | |
| <p align="center">CLASSE</p> | <p align="center">A</p> | <p align="center">B</p> | <p align="center">C</p> |
| <p align="center">Total de Itens</p> | <p align="center">10% a 20%</p> | <p align="center">20% a 35%</p> | <p align="center">50% a 70%</p> |
| <p align="center">Gasto Total</p> | <p align="center">65% a 75%</p> | <p align="center">15% a 30%</p> | <p align="center">5% a 10%</p> |
| <p align="center">Obs.: Os itens classificados em “A” são aqueles que apresentam a maior oportunidade para um resultado econômico mais rentável</p> | | | |

Figura 10 - Modelo de formulário para o “objeto de estudo”

Formulário “Informações gerais”

A figura 11 apresenta um modelo de formulário para informações gerais. A descrição dos campos desse formulário é apresentada a seguir:

- **Plataforma:** Divisão de projetos na Engenharia de Produtos para classificar os seguimentos e as variações dos modelos de veículos GMB;
- **“Commodity”:** Identificação das partes integrantes de um veículo. As “commodities” são classificadas em: chassis, carrocerias, portas, elétrica/eletrônica, peças standard, painéis internos; arrefecimento & ar condicionado, bancos e materiais;
- **Núm. da Peça:** Identificação da peça na companhia.
- **Núm. do Desenho:** Documento que contém o desenho, núm. da peça, requisitos de testes e desempenho da peça(s);
- **Procedência:** Campo destinado à informar se a peça é comprada ou se ela é fabricada pela própria GMB.
- **Descrição:** Neste campo informa-se a natureza do trabalho a ser desenvolvido;
- **Função:** Identifica qual é a função desempenhada pela peça ou componente em análise;
- **Consumo Anual:** Informação obtida através de Finanças e quantifica o volume de peças ou componentes utilizados anualmente por plataforma/modelos;
- **Consumo Mensal:** Informação obtida através de Finanças e quantifica o volume de peças ou componentes utilizados mensalmente por plataforma/modelos;
- **Custo Unitário (RS):** Informação obtida através de Finanças e quantifica o custo de peças ou componentes em Reais;
- **Base:** Referências adotadas para as informações de custo unitário do produto;

- **Causa da Análise:** Motivo específico que determina o motivo do trabalho;
- **Meta de Redução em (%):** Campo opcional que pode ser estabelecido como meta do time de trabalho, em porcentagem;
- **(R\$):** Campo opcional em função do campo anterior, em Reais;
- **Time de Trabalho:** Campo onde se encontram os nomes, áreas, departamentos e ramais do integrantes do time multidisciplinar;
- **Plano de trabalho:** Planejamento inicial das fases a serem desenvolvidas pelo time;
- **Num.:** Seqüência de desenvolvimento das fases do Plano de trabalho. Podem existir estudos em que as fases não obedeçam necessariamente esta ordem.
- **Assunto:** Fases do Plano de trabalho;
- **Período:** Datas agendadas pelo Time de Trabalho, para controle e desenvolvimento de atividades;
- **Fase de Preparação:** Conforme item 6.3.1;
- **Fase de Informação:** Conforme item 6.3.2;
- **Fase de Especulação (Criatividade):** Conforme item 6.3.3;
- **Fase de Avaliação:** Conforme item 6.3.4;
- **Fase de Planejamento:** Conforme item 6.3.5;
- **Fase de Recomendação e Implementação:** Conforme item 6.3.6.

| | | | | | |
|---|------------------------------------|--|------------------------|--|--|
|  | | ENGENHARIA DE OTIMIZAÇÃO DO VALOR DO PRODUTO (FASE DE PREPARAÇÃO - INFORMAÇÕES GERAIS) | | PVO # 001/2002 Fis.:01/01 | |
| IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO | | | | | |
| Plataforma | Commodity | Núm. Peça | Núm. Desenho | Procedência | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Descrição: | | | | | |
| Função: | | | | | |
| Consumo anual: | | | Consumo Mensal: | | |
| Custo Unitário (R\$): | | | Base: | | |
| Causa da Análise: | | | | | |
| Meta de Redução (%): | | | (R\$): | | |
| TIME DE TRABALHO | | | | | |
| Nome | | Área | Depto | Ramal | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| PLANO DE TRABALHO | | | | | |
| Núm. | Assunto | Período | | | |
| | | Início | Término | | |
| 1ª | Fase de Preparação | | | | |
| 2ª | Fase de Informação | | | | |
| 3ª | Fase de Especulação (Criatividade) | | | | |
| 4ª | Fase de Avaliação | | | | |
| 5ª | Fase de Planejamento | | | | |
| 6ª | Fase de Recomendação | | | | |
| 7ª | Fase de Implementação | | | | |

Figura 11 - Modelo de formulário para “informações gerais”

7.4.2 Fase de Informação

Esta fase é composta por seis formulários: “informação da proposta”, “lista de peças adiciona/ remove”, “custo dos componentes”, “análise das funções e valoração”, “técnica de análise funcional” e “custo das funções”.

Formulário “fase de informação”

O formulário da figura 12 apresenta informações da proposta, tais como fotos, desenhos e croquis, histórico de qualidade, origem da proposta e informações preliminares de redução de custo e investimento. A descrição dos campos desse formulário é apresentada a seguir:

- **PVO #:** Número seqüencial de identificação da proposta e da quantidade de páginas, Por exemplo: 00001/2002, Fls.01/01;
- **Data Inicial:** Data de início das atividades do trabalho;
- **Plataforma:** Divisão de projetos na Engenharia de Produtos para classificar os seguimentos e as variações dos modelos de veículos GMB;
- **Número da Proposta:** Número seqüencial de identificação da proposta, cadastrada no banco de dados central de propostas controlado por Compras. Por exemplo: SP00001;
- **“Commodity”:** Identificação das partes integrantes de um veículo. As “commodities” são classificadas em: chassis, carrocerias, portas, elétrica/eletrônica, peças standard, painéis internos; arrefecimento & ar condicionado, bancos e materiais;
- **Mod. Afetados:** Indica os modelos afetados dentro das plataformas;
- **Descrição:** Neste campo informa-se a natureza do trabalho a ser desenvolvido;
- **Fotos/ Desenhos/ Croquis:** Deve-se anexar todos as informações necessárias para que o grupo de decisão possa entender claramente a proposta apresentada;

- **Afeta:** Neste campo devem ser acrescentadas informações referentes a modificação da peça, como exemplo: **Aparência** – “requer aprovação do Departamento de Estilo?”, **Componente** – “requer análise de adição ou remoção de um acessório?”, **Material** – “modifica a especificação de um material?”, **Segurança** – “a proposta afeta itens que podem causar acidentes fatais?”, **Req. Legal** – “existem legislações que determinam a permanência ou desempenho de certos componentes?” e **Outras peças** – “existe algum requisito que não se enquadra nos anteriores?”
- **“IPTV”:** É a mensuração das informações de reclamação de campo, onde apresenta um índice para cada mil veículos falhados. Serve para histórico de qualidade de peças ou componentes e ações preventivas/ corretivas;
- **“ICE”:** É um índice que indica a satisfação do cliente com relação aos carros produzidos pela GMB;
- **Custo Garantia:** Através do índice do “IPTV”, é possível contabilizar o custo com garantia durante o ano;
- **Origem:** Uma proposta pode ter origem da Opel; Banco de dados do fornecedor, Engenharia GMB; Nacionalização de produtos. Análise do Valor da GMB, Compras e Outros;
- **Área Orig.-GM:** Local de origem da proposta;
- **Sugestor:** Nome da pessoa que sugeriu a proposta;
- **Ramal:** Telefone do sugestor;
- **Nome do Fornec.:** Nome do fornecedor da peça ou componente;
- **Contato Fornec.:** Pessoa responsável pelos contatos no fornecedor;
- **Tel. do Fornec.:** Telefone do fornecedor;
- **Comprador GM / Ramal:** Número do telefone do comprador da GM;
- **Economia / Peça (R\$):** Primeiro valor estimado de economia gerado pela proposta;

- **Investimento (R\$):** Valor inicialmente estimado para o investimento da proposta;
- **Desenho Disponível em U.G.:** Campo que indica se o desenho já se encontra disponível no programa U.G. (UniGraphics);
- **Complex. Adic./Remov.:** Indica a complexidade da lista de adiciona e remove do item que está sendo tratado. Ela pode ser Alta ou Baixa;
- **Cronograma do Dês. Disp. Em U.G. (dias):** Tempo necessário para que o desenho esteja disponível em U.G.;
- **Amostra Disponível:** Tempo necessário para que uma amostra de peça ou componente estejam disponível na GMB;
- **Cronograma (Protótipo + GP11) (dias):** Planejamento do fornecedor para disponibilidade de peças de desenvolvimento e certificado de conformidade do protótipo (GP11);
- **Fontes:** Fornecedores habilitados a desenvolver o produto;
- **Ferram. (meses):** tempo de fabricação do ferramental;
- **Outros/ Aplicações Prévias:** Ações necessárias não previstas nos campos anteriores.

|  ENGENHARIA DE OTIMIZAÇÃO DO VALOR DO PRODUTO (FASE DE INFORMAÇÃO) | | PVO # 001/2002 Fls.:01/02 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|--------------|---|---|---|---|---|---------|------|--|--|--|--|--|--|-----|--|--|--|--|--|--|----------------|--|--|--|--|
| INFORMAÇÃO DA PROPOSTA DATA INICIAL: _____ NÚMERO DA PROP.: _____ COMMODITY : _____ PLATAFORMA : _____ MOD. AFETADOS: _____ DESCRIÇÃO: <div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div> <div style="text-align: center;">FOTOS / DESENHOS / CROQUIS</div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FASE DE INFORMAÇÃO | AFETA <input type="checkbox"/> APARÊNCIA <input type="checkbox"/> COMPONENTE <input type="checkbox"/> MATERIAL <input type="checkbox"/> SEGURANÇA <input type="checkbox"/> REQ. LEGAL <input type="checkbox"/> OUTRAS PEÇAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ANÁLISE DE QUALIDADE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;"></th> <th style="width: 15%;">PLATAFORMA 1</th> <th style="width: 15%;">2</th> <th style="width: 15%;">3</th> <th style="width: 15%;">4</th> <th style="width: 15%;">5</th> <th style="width: 15%;">6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">SUMÁRIO</td> <td>IPTV</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>ICE</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>CUSTO GARANTIA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | | PLATAFORMA 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | SUMÁRIO | IPTV | | | | | | | ICE | | | | | | | CUSTO GARANTIA | | | | |
| | PLATAFORMA 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUMÁRIO | IPTV | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ICE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CUSTO GARANTIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ORIGEM <input type="checkbox"/> OPEL <input type="checkbox"/> BANCO DADOS FORNECEDOR <input type="checkbox"/> LOCALIZAÇÃO <input type="checkbox"/> OUTROS COMPRAS <input type="checkbox"/> ENGENHARIA GMB <input type="checkbox"/> ANÁLISE DO VALOR - GMB <input type="checkbox"/> OUTROS | | ÁREA ORIG.-GM: _____ COMPLEX. ADIC./REMOV.: <input type="checkbox"/> ALTA <input type="checkbox"/> BAIXO SUGESTOR: _____ RAMAL.: _____ ADIC./REMOV. COMPLET.: <input type="checkbox"/> OK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NOME FORNEC.: _____ TEL DO FORNEC.: _____ CONTATO FORNEC.: _____ COMPRADOR GM / RAMAL.: _____ ECONOMIA / PEÇA (R\$): _____ INVESTIMENTO (R\$): _____ DESENHO DISPONÍVEL EM U. G.: <input type="checkbox"/> OK CRONOGRAMA DO DES. DISP EM U.G (DIAS) _____ FERRAM. (MÊSES): _____ AMOSTRA DISPONÍVEL: _____ VALIDAÇÃO FORNEC. (MÊSES): _____ CRONOGRAMA (PROTÓTIPO + GP11) (DIAS) _____ OUTROS APLICAÇÕES PREVIAS: _____ FONTES: _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 12 - Modelo de formulário para “informação da proposta”

Formulário “lista de peças adiciona/ remove”

Esta lista tem como finalidade elucidar quais são as peças ou componentes que são afetados na proposta e cria novos números de peças ou componentes para as possíveis alterações. As informações são verificadas através do sistema global de descrição de produtos da GMB e também através de sistemas complementares. A figura 15 apresenta um modelo de formulário para lista adiciona/ remove.

- **PVO #:** Número seqüencial de identificação da proposta e da quantidade de páginas, Por exemplo: 00001/2002, Fls.01/01;
- **NO.:** Número da peça ou conjunto;
- **Plataforma:** Divisão de projetos na Engenharia de Produtos para classificar os seguimentos e as variações dos modelos de veículos GMB;
- **Descrição:** Nome da peça ou conjunto;
- **UPC:** Identifica o componente do grupo (classificação alfa-numérica) o qual a peça ou componente pertence;
- **FNA:** Identifica as montagens possíveis dentro de um componente do grupo (classificação alfa-numérica);
- **Model.:** Indica os modelos afetados dentro das plataformas;
- **Remove:** Este campo descreve o número da peça a ser removido e a quantidade de peças que é montada conforme UPC – FNA;
- **Adiciona:** Este campo descreve o novo número da peça e a quantidade de peças que é montada conforme UPC – FNA;
- **Preço R\$ sem ICMS:** Valor obtido através de sistema e serve apenas como referência.

|  ENGENHARIA DE OTIMIZAÇÃO DO VALOR DO PRODUTO (FASE DE INFORMAÇÃO) | | | | | | | | | | PVO # 001/2002 Fls.:02/02 | |
|--|-----------|-----|-----|--------|-----------|-----|-----------|-----|--------------|---------------------------------|--|
| NO.: | | | | | | | | | | PLATAFORMA: | |
| # | DESCRIÇÃO | UPC | FNA | MODEL. | REMOVE | | ADICIONA | | PREÇO | | |
| | | | | | NÚM. PEÇA | QDE | NÚM. PEÇA | QDE | R\$ SEM ICMS | | |
| 1 | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | |

Figura 13 - Modelo de formulário para “lista de peças adiciona/ remove”

Formulário “custo dos componentes”

A figura 14 apresenta um modelo de formulário para levantamento de custo dos componentes. O campo Preço Acumulado[\$] permite a visualização dos custos por

componentes que apresentam maiores valores com o auxílio de um gráfico conforme ilustra a figura 33 do estudo de caso.

- **PVO #:** Número seqüencial de identificação da proposta e da quantidade de páginas, Por exemplo: 00001/2002, Fls.01/01;
- **Veículo:** Indica o modelo afetado dentro da plataforma;
- **“Commodity”:** Identificação das partes integrantes de um veículo. As “commodities” são classificadas em: chassis, carrocerias, portas, elétrica/eletrônica, peças standard, painéis internos; arrefecimento & ar condicionado, bancos e materiais;
- **Descrição:** Nome da peça ou conjunto;
- **#:** Número do item;
- **Núm. da Peça:** Identificação da peça na companhia.
- **Componente:** Nome do componente correspondente ao número da peça;
- **Preço Unitário [\$]:** Preço unitário do componente, pode ser expresso em Reais ou Dólares;
- **Quantidade:** Número de componentes do sistema;
- **Custo Componentes [\$]:** Custo total do componente, pode ser expresso em Reais ou Dólares;
- **Custo Acumulado [\$]:** Custo total acumulado do componente, pode ser expresso em Reais ou Dólares;
- **Total:** Custo total de todos os componentes do sistema analisado, pode ser expresso em Reais ou Dólares;
- **Total:** Custo total acumulado de todos os componentes do sistema analisado pode ser expresso em Reais ou Dólares.

Formulário “análise das funções e valoração”

O objetivo da análise das funções e valoração é o aprofundamento na análise do produto durante o desenvolvimento dos estudos. A figura 15 apresenta um modelo de formulário para análise das funções e valoração. A descrição dos campos desse formulário é apresentada a seguir:

- **PVO #:** Número sequencial de identificação da proposta e da quantidade de páginas, Por exemplo: 00001/2002, Fls.01/01;
- **Veículo:** Indica o modelo afetado dentro da plataforma;
- **“Commodity”:** Identificação das partes integrantes de um veículo. As “commodities” são classificadas em: chassis, carrocerias, portas, elétrica/eletrônica, peças standard, painéis internos; arrefecimento & ar condicionado, bancos e materiais;
- **Descrição:** Nome da peça ou conjunto;
- **Item:** Identificador do componente;
- **Núm. Peça:** Identificação da peça na companhia.
- **Componente:** Nome do componente correspondente ao número da peça;
- **Verbo:** Campo destinado para inclusão do verbo que junto ao substantivo, determinarão a função executada pelo componente;
- **Substantivo:** Campo destinado para inclusão do substantivo que junto ao verbo previamente denominado, determina a função executada pelo componente;
- **I/A:** I (Funções Identificadoras): Razão de ser do produto; A (Funções Agregadas): Possibilitam o desempenho da função identificadora ou ajudam a vender;
- **R/I:** R (Funções Relevantes): o usuário quer encontrar desempenhadas pelo produto; I (Funções Irrelevantes): existem para que funções relevantes possam ser realizadas.

- **U/E:** U (Funções de Uso): Possibilitam o funcionamento do produto; E (Funções de Estima): relacionadas com o sentimento do usuário.
- **Custo Unitário (R\$):** Custo do componente;
- **Qde:** Número de peças que contém o componente;
- **Custo do Componente (R\$):** Produto da quantidade de peças pelo custo do componente;
- **(%):** rateio de referência proporcional à parcela do valor do componente;
- **Funções:** Função determinada previamente no campo verbo + substantivo, para o agrupamento de componentes;
- **Compon.(Num.):** Campo idêntico ao **Núm. Peça;**
- **Soma dos Custos:** Possui dois campos - Custo (R\$): soma dos custos dos componentes agrupados e (%): rateio atribuído referente às funções desempenhadas por um componente.
- **Custo Rateio(R\$):** Custo da função desempenhada após a porcentagem de rateio;
- **Custo Função(R\$):** Custo final da função desempenhada obtido da soma dos custeios do rateio.

Formulário “técnica de análise funcional”

A esquematização do diagrama “FAST” indicado no formulário da figura 16 apresenta uma possibilidade de inter-relacionamento entre as funções e deve ser considerado apenas como referência. O objetivo dessa técnica é expor as relações que existem entre as funções. A descrição dos campos desse formulário é apresentada a seguir:

- **PVO #:** Número seqüencial de identificação da proposta e da quantidade de páginas, Por exemplo: 00001/2002, Fls.01/01;
- **Veículo:** Indica o modelo afetado dentro da plataforma;
- **“Commodity”:** Identificação das partes integrantes de um veículo. As “commodities” são classificadas em: chassis, carrocerias, portas, elétrica/eletrônica, peças standard, painéis internos; arrefecimento & ar condicionado, bancos e materiais;
- **Descrição:** Nome da peça ou conjunto;
- **Escopo:** Campo para definição de onde começa e onde termina um produto, ou seja, que funções são de competência do produto em questão, quais são as funções que devem ser executadas para possibilitar o funcionamento do produto (o desempenho de suas funções internas) e com quais funções o produto colabora.
- **“Por quê?”:** Todas as funções são organizadas da direita para a esquerda de modo que cada função tenha as respostas “Por que isto é feito” a esquerda. A resposta da pergunta porque levam às funções cuja execução dependem do prévio desempenho da função questionada;
- **“Como?”:** A resposta da pergunta como, levam às funções que devem ser desempenhadas para que esta função possa ser efetuada;
- **“Quando?”:** A resposta da pergunta quando, determina as funções simultâneas no diagrama FAST.

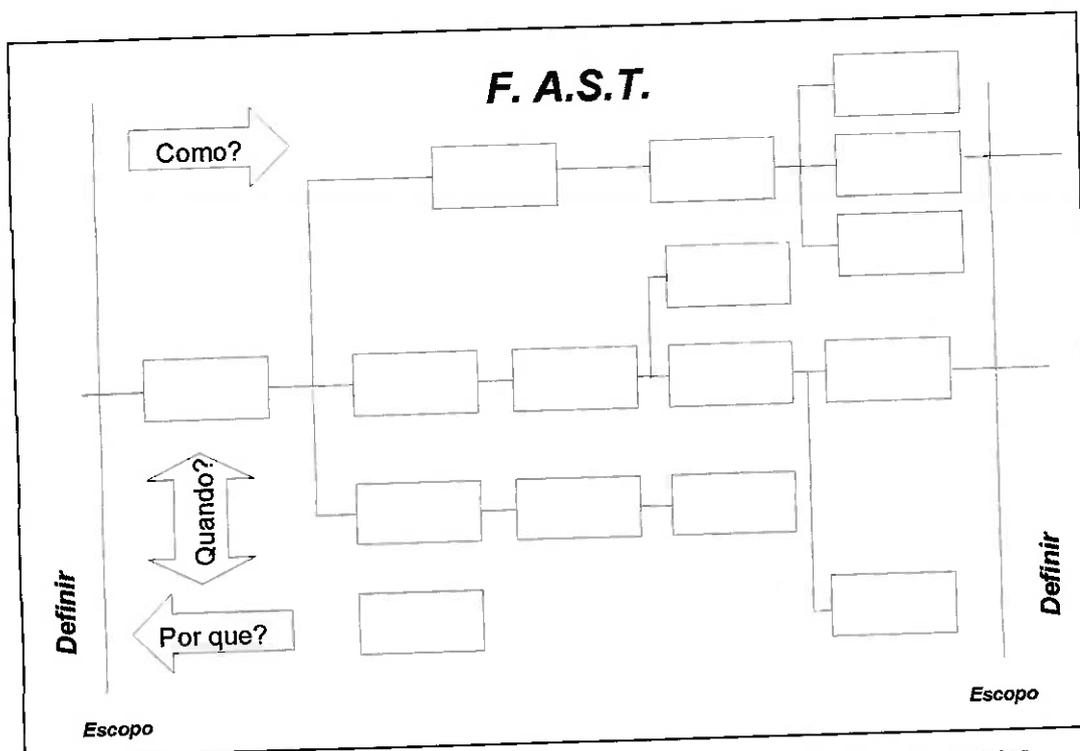


Figura 16 - Modelo de formulário para “técnica de análise funcional” - FAST

Formulário “custo das funções”

A figura 17 mostra o modelo de formulário para o custeio das funções com o objetivo de agrupá-las, determinar o rateio em porcentagem dos componentes agrupados e obter o custo total por função. A elaboração dos gráficos conforme ilustrado nas figuras 37 e 38, auxilia na avaliação das funções de maiores custos. A descrição dos campos desse formulário é apresentada a seguir:

- **PVO #:** Número seqüencial de identificação da proposta e da quantidade de páginas, Por exemplo: 00001/2002, Fls.01/01;
- **Veículo:** Indica o modelo afetado dentro da plataforma;
- **“Commodity”:** Identificação das partes integrantes de um veículo. As “commodities” são classificadas em: chassis, carrocerias, portas, elétrica/eletrônica, peças standard, painéis internos: arrefecimento & ar condicionado, bancos e materiais..

- **Descrição:** Nome da peça ou conjunto;
- #: Número do item;
- **Função:** Campo destinado para registro do objetivo de uma ação ou atividade que está sendo desempenhada (verbo + substantivo);
- **Agrupamento de Componentes por Função:** Destina-se ao agrupamento dos componentes que desempenham a mesma função;
- **Método das Porcentagens:** Rateio porcentual aplicado pelo grupo após o estudo da inter-relação de cada função com o auxílio do diagrama FAST, nos componentes agrupados;
- **Custo da Função:** Custo da soma dos custos dos componentes agrupados já com o rateio atribuído, pode ser expresso em R\$ ou US\$;
- **Custo da Função Acumulado:** Custo acumulado relativo à soma dos custos dos componentes agrupados anteriormente, pode ser expresso em R\$ ou US\$;
- **Total:** Soma total dos custos dos componentes agrupados anteriormente, pode ser expresso em R\$ ou US\$;

objetivos”, “geração de alternativas”, “alternativas dos componentes” e “alternativas das funções”. Os formulários são descritos abaixo:

Formulário “definição dos objetivos”

A figura 18 apresenta uma técnica composta de cinco perguntas para que a definição do objetivo seja completa [20]. A descrição dos campos desse formulário pode ser observada no item 5.1.1.

- **PVO #:** Número seqüencial de identificação da proposta e da quantidade de páginas, Por exemplo: 00001/2002, Fls.01/01;

| | | |
|--|---|--|
|  | <p align="center">ENGENHARIA DE OTIMIZAÇÃO DO VALOR DO PRODUTO (FASE DE ESPECULAÇÃO (CRIATIVIDADE)- DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS)</p> | <p align="center">PVO # 001/2002 Fls.:01/01</p> |
| <p>1. O quê exatamente eu quero conseguir?</p> | <p>Resposta:</p> | |
| <p>2. Em que circunstância se insere tal objetivo?</p> | <p>Resposta:</p> | |
| <p>3. Como especificamente se processa tal objetivo?</p> | <p>Resposta:</p> | |
| <p>4. Quais são as restrições à consecução do objetivo proposto?</p> | <p>Resposta:</p> | |
| <p>5. Buscar alternativas através do objetivo do objetivo.</p> | <p>Resposta:</p> | |

Figura 18 - Modelo de formulário para “definição do objetivo”

Formulário “geração de alternativas”

As técnicas do “brainstorming” e “brainwriting” são recomendadas neste trabalho para geração de idéias e como critérios de pré-seleção a “votação de Pareto” ou a “técnica F.I.R.E”. A figura 19 mostra um exemplo de formulário que pode ser utilizado para registro e comentários das alternativas. A descrição dos campos desse formulário é apresentada a seguir:

- **PVO #:** Número seqüencial de identificação da proposta e da quantidade de páginas, Por exemplo: 00001/2002, Fls.01/01;
- **Veículo:** Indica o modelo afetado dentro da plataforma;
- **“Commodity”:** Identificação das partes integrantes de um veículo. As “commodities” são classificadas em: chassis, carrocerias, portas, elétrica/eletrônica, peças standard, painéis internos; arrefecimento & ar condicionado, bancos e materiais;
- **Núm. da Peça:** Identificação da peça na companhia.
- **Descrição:** Nome da peça ou conjunto;
- **Procedência:** Campo destinado para indicar se a peça ou componente é fabricada internamente ou comprada de algum fornecedor externo;
- **Idéias:** Neste campo devem ser adicionados o número do item e a descrição da idéia sugerida;
- **Recomendações:** Neste campo devem ser adicionados o número do item e a recomendação da idéia sugerida;
- **Nome:** Nome do coordenador da atividade;
- **Assinatura:** Assinatura do coordenador da atividade;
- **Data:** Data de finalização da atividade.

- **PVO #:** Número seqüencial de identificação da proposta e da quantidade de páginas, Por exemplo: 00001/2002, Fls.01/01;
- **Veículo:** Indica o modelo afetado dentro da plataforma;
- **“Commodity”:** Identificação das partes integrantes de um veículo. As “commodities” são classificadas em: chassis, carrocerias, portas, elétrica/eletrônica, peças standard, painéis internos; arrefecimento & ar condicionado, bancos e materiais;
- **Descrição:** Nome da peça ou conjunto;
- **#:** Número do item;
- **Núm. da Peça:** Identificação da peça na companhia.
- **Componente:** Nome do componente correspondente ao número da peça;
- **Custo Componente [\$]:** Custo unitário do componente, pode ser expresso em Reais ou Dólares;
- **Quantidade:** Número de componentes do sistema;
- **Custo Componente Ajustado[\$]:** Custo total dos componentes, pode ser expresso em Reais ou Dólares;
- **Custo Acumulado [\$]:** Custo total acumulado dos componentes, pode ser expresso em Reais ou Dólares;
- **Totais:** Custo total de todos os componentes do sistema analisado, pode ser expresso em Reais ou Dólares;
- **A, B e C:** Campo destinado para alternativas de componentes para comparação e análise.

| | | | | | | |
|---|-----------|--|----------------------------|------------|-------------------------------------|---------------------------|
|  | | ENGENHARIA DE OTIMIZAÇÃO DO VALOR DO PRODUTO (FASE DE ESPECULAÇÃO - CRIATIVIDADE - ALTERNATIVA DE COMPONENTES) | | | PVO # 001/2002 FIs.:01/01 | |
| IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO | | | | | | |
| Veículo | Commodity | Descrição | | | | |
| | | | | | | |
| # | Núm. Peça | Componente | Custo Componente [\$] | Quantidade | Custo Componente Ajustado [\$] | Custo Acumulado [\$] |
| | | | | | | |
| | | Totais : | | | | |
| A : Projeto A | | | | A | 0.0000 | 0.0000 |
| B : Projeto B | | | | B | 0.0000 | 0.0000 |
| C : Projeto C | | | | C | 0.0000 | 0.0000 |

Figura 20 - Modelo de formulário para "alternativa de componentes"

Formulário “alternativas das funções”

A figura 21 apresenta o modelo de formulário para alternativas das funções (Fase de Especulação - Criatividade) e pode ser elaborado através de uma planilha função x componentes que afetam custo. A descrição dos campos desse formulário é apresentada a seguir:

- **PVO #:** Número sequencial de identificação da proposta e da quantidade de páginas, Por exemplo: 00001/2002, Fls.01/01;
- **Veículo:** Indica o modelo afetado dentro da plataforma;
- **“Commodity”:** Identificação das partes integrantes de um veículo. As “commodities” são classificadas em: chassis, carrocerias, portas, elétrica/eletrônica, peças standard, painéis internos; arrefecimento & ar condicionado, bancos e materiais;
- **Descrição:** Nome da peça ou conjunto;
- **#:** Número do item;
- **Função:** Campo destinado para registro do objetivo de uma ação ou atividade que está sendo desempenhada (verbo + substantivo);
- **Componentes que afetam custo/ função [porcentagem %] (1):** Este campo indica todos os componentes que fazem parte de uma das funções desempenhadas pelo produto e indica em porcentagem, qual é a parcela de importância de cada componente para a soma total. (1): A figura 14 – Custo dos Componentes, define os componentes e seus respectivos custos a serem estudados;
- **Custo Função [\$] (2):** Campo específico para definição do custo conforme distribuição dos componentes afetados e de suas respectivas porcentagens (método das porcentagens);
- **Custo função Total [\$] (2):** Campo específico para definição do custo total conforme distribuição dos componentes afetados e de suas respectivas porcentagens (método das porcentagens);

alternativas, viabilizá-las técnica-economicamente e decidir-se sobre a opção adequada. A figura 22 mostra um exemplo de formulário que pode ser utilizado para avaliação das alternativas. A descrição dos campos desse formulário é apresentada a seguir:

- **PVO #:** Número seqüencial de identificação da proposta e da quantidade de páginas, Por exemplo: 00001/2002, Fls.01/01;
- **Veículo:** Indica o modelo afetado dentro da plataforma;
- **“Commodity”:** Identificação das partes integrantes de um veículo. As “commodities” são classificadas em: chassis, carrocerias, portas, elétrica/eletrônica, peças standard, painéis internos; arrefecimento & ar condicionado, bancos e materiais;
- **Núm. Peça:** Identificação da peça na companhia;
- **Núm. Desenho:** Identificação do desenho que contém o número da peça;
- **Descrição:** Nome da peça ou conjunto;
- **Procedência:** Campo destinado para indicar se a peça ou componente é fabricada internamente ou comprada de algum fornecedor externo;
- **Idéias Selecionadas:** Neste campo são adicionadas as melhores idéias geradas na Fase de Criatividade. Geralmente a Votação de Pareto é utilizada como critério de seleção inicial;
- **Vantagem:** Todos os pontos positivos da proposta devem ser descritos;
- **Desvantagem:** Todos os pontos contras da proposta devem ser descritos;
- **Avaliação:** Este campo deve conter, como resposta da análise crítica da vantagem x desvantagem, o laudo da análise (Sim ou Não);
- **Nome:** Nome do coordenador da atividade;
- **Assinatura:** Assinatura do coordenador da atividade;
- **Data:** Data de finalização da atividade.

| GM | | ENGENHARIA DE OTIMIZAÇÃO DO VALOR DO PRODUTO (FASE DE AVALIAÇÃO) | | | | PVO # 001/2002 Fls.:01/01 |
|--------------------------|-----------|---|--------------|-----------|-------------------|---------------------------------|
| IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO | | | | | | |
| Veículo | Commodity | Núm. Peça | Núm. Desenho | Descrição | Procedência | |
| | | | | | | |
| IDÉIAS SELECIONADAS | | VANTAGEM | | X | DESVANTAGEM | AVALIAÇÃO |
| Núm. | Descrição | Descrição | X | Descrição | Viável? | |
| 1 | | | X | | | |
| 2 | | | X | | | |
| 3 | | | X | | | |
| 4 | | | X | | | |
| 5 | | | X | | | |
| 6 | | | X | | | |
| 7 | | | X | | | |
| 8 | | | X | | | |
| 9 | | | X | | | |
| 10 | | | X | | | |
| 11 | | | X | | | |
| 12 | | | X | | | |
| 13 | | | X | | | |
| 14 | | | X | | | |
| 15 | | | X | | | |
| 16 | | | X | | | |
| NOME: | | ASSINATURA: | | | DATA: ___/___/___ | |

Figura 22 - Modelo de formulário para “avaliação de alternativas”

7.4.5 Fase de Planejamento

Esta fase é composta por um formulário “planejamento de atividades/ cronograma”.

Formulário planejamento de atividades/ cronograma

O formulário da figura 23 apresenta um modelo para o planejamento de atividades/ cronograma onde se encontra a apresentação da proposta, o planejamento da

implementação, o acompanhamento das alternativas de implementação com as informações finais de custos e desenvolvimentos. A descrição dos campos desse formulário é apresentada a seguir:

- **PVO #:** Número sequencial de identificação da proposta e da quantidade de páginas, Por exemplo: 00001/2002, Fls.01/01;
- **Data Inicial:** Data de início das atividades do trabalho;
- **Plataforma:** Divisão de projetos na Engenharia de Produtos para classificar os seguimentos e as variações dos modelos de veículos GMB;
- **Número da Proposta:** Número sequencial de identificação da proposta, cadastrada no banco de dados central de propostas controlado por Compras. Por exemplo: SP00001;
- **“Commodity”:** Identificação das partes integrantes de um veículo. As “commodities” são classificadas em: chassis, carrocerias, portas, elétrica/eletrônica, peças standard, painéis internos; arrefecimento & ar condicionado, bancos e materiais;
- **Mod. Afetados:** Indica os modelos afetados dentro das plataformas;
- **Descrição:** Neste campo informa-se a natureza do trabalho a ser desenvolvido;
- **Lista de Verificação:** Campo para informação se a Lista de Verificação foi devidamente analisada pelo engenheiro, conforme Anexo “B”;
- **Risco Analisado:** O risco analisado pode ser baixo, médio ou alto e dependendo da análise do engenheiro, um destes três níveis é informado;
- **Validação (meses):** Tempo necessário para que uma proposta seja validade em testes de Campo de Provas para que ela tenha aprovação final;
- **Análise Financeira (Requerida):** Indica se um estudo de negócio foi iniciado;

- **Economia Atualizada (RS):** Estudo final da área financeira com relação à proposta;
- **Economia anual (RS):** Estudo final da área financeira com valores anuais;
- **Investimento Interno (RS):** Valores referentes ao investimento necessário para a alteração ou implementação da proposta;
- **Cronograma Interno:** Datas referentes aos investimentos necessários para modificação e/ou fabricação de ferramentas ou equipamentos;
- **Negócio:** Laudo final da Engenharia de Finanças, favorável ou desfavorável.
- **Planejamento de Atividades (Cronograma):** Cronograma detalhado com as datas e áreas envolvidas nas atividades.

| | | | |
|--|--|--|-------------------------------|
|  | ENGENHARIA DE OTIMIZAÇÃO DO VALOR DO PRODUTO (FASE DE PLANEJAMENTO) | | PVO # 001/2002 FL:01/01 |
| | INFORMAÇÃO DA PROPOSTA DATA INICIAL: _____ NÚMERO DA PROP.: _____ COMMODITY: _____ PLATAFORMA: _____ MOD. AFETADOS: _____ DESCRIÇÃO: <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div> | | |
| PLANEJAMENTO DE ENGENHARIA LISTA DE VERIFICAÇÃO: <input type="checkbox"/> OK RISCO ANALISADO: <input type="checkbox"/> BAIXO <input type="checkbox"/> MÉDIO <input type="checkbox"/> ALTO VALIDAÇÃO (MESES) _____ ANÁLISE FINANCEIRA REQUERIDA? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO ECONOMIA ATUALIZADA (R\$): _____ ECONOMIA ANUAL (R\$): _____ INVESTIMENTO INTERNO: _____ CRONOGRAMA INTERNO: _____ NEGÓCIO: <input type="checkbox"/> FAVORÁVEL <input type="checkbox"/> DESFAVORÁVEL | | | |
| PLANEJAMENTO DE ATIVIDADES (CRONOGRAMA) | | | |

Figura 23 - Modelo de formulário para o “planejamento das atividades/ cronograma”

7.4.6 Fase de Recomendação & Implementação.

Esta fase é composta por um formulário “acompanhamento do engenheiro de implementação”. A descrição dos campos desse formulário é apresentada a seguir:

Formulário “acompanhamento do engenheiro de implementação”

O objetivo desse formulário é fazer com que o engenheiro forneça informações atualizadas sobre o processo de implementação da proposta.

A figura 24 mostra um exemplo de formulário que pode ser aplicado para o detalhamento da implementação. A descrição dos campos desse formulário é apresentada a seguir:

- **PVO #:** Número seqüencial de identificação da proposta e da quantidade de páginas, Por exemplo: 00001/2002, Fls.01/01;
- **Data Inicial:** Data de início das atividades do trabalho;
- **Plataforma:** Divisão de projetos na Engenharia de Produtos para classificar os seguimentos e as variações dos modelos de veículos GMB;
- **Número da Proposta:** Número seqüencial de identificação da proposta, cadastrada no banco de dados central de propostas controlado por Compras, Por exemplo: SP00001;
- **“Commodity”:** Identificação das partes integrantes de um veículo. As “commodities” são classificadas em: chassis, carrocerias, portas, elétrica/eletrônica, peças standard, painéis internos; arrefecimento & ar-condicionado, bancos e materiais;
- **Mod. Afetados:** Indica os modelos afetados dentro das plataformas;
- **Descrição:** Neste campo informa-se a natureza do trabalho a ser desenvolvido;

- **Implementar por SPP:** Essa implementação deve seguir as modificações planejadas para um programa de produto, ou seja, ser implementada na mudança de um ano/modelo para o veículo estudado;
- **Re-avaliar:** Realmente é necessária a implementação por um Programa de Produto?
- **Rejeitar:** Neste caso a implementação por Programa de Produto não é viável para esta proposta;
- **Implementar por Ordem de Serviço:** Neste caso a implementação segue o processo de modificação por Ordem de Serviço acelerado, obedecendo a critérios específicos para propostas de otimização do valor.
- **Data Estimada:** Data estimada para implementação da proposta;
- **Engenheiro:** Nome do Engenheiro de Implementação;
- **Obs.:** Quaisquer outras informações relevantes ao processo de implementação.
- **Acompanhamento do Engenheiro de Implementação:** Cronograma com as datas e áreas envolvidas na Implementação.

| | | |
|---|--|--|
|  | ENGENHARIA DE OTIMIZAÇÃO DO VALOR DO PRODUTO (FASE DE RECOMENDAÇÃO & IMPLEMENTAÇÃO) | PVO # 001/2002 Els.:01/01 |
| | INFORMAÇÃO DA PROPOSTA DATA INICIAL: _____ NUMERO DA PROP.: _____ COMMODITY : _____ PLATAFORMA : _____ MOD. AFETADOS: _____ DESCRIÇÃO: _____ | |
| RECOMENDAÇÃO & IMPLEMENTAÇÃO <input type="checkbox"/> IMPLEMENTAR POR SPP _____ <input type="checkbox"/> RE-AVALIAR _____ <input type="checkbox"/> REJEITAR _____ <input type="checkbox"/> IMPLEMENTAR POR OS _____ DATA ESTIMADA: _____ ENGENHEIRO: _____ OBS : _____ | | |
| ACOMPANHAMENTO DO ENGENHEIRO DE IMPLEMENTAÇÃO | | |

Figura 24 - Modelo de formulário para o “acompanhamento do engenheiro de implementação”

8. ESTUDO DE CASO PARA APLICAÇÃO DO GERENCIAMENTO DO VALOR

O estudo de caso leva em consideração o projeto do Sistema Limpador do Pára-Brisa (SLPB) para veículos “comerciais” cabina simples e/ou cabina dupla, com qualquer motorização e qualquer modelo (Standard ou Luxo). Para base de comparação, tomou-se como referência o projeto de outros três SLPBs de veículos de “passageiros”: projeto A, projeto B e projeto C.

As Fases de Planejamento, Recomendação & Implementação não foram aplicadas neste estudo de caso devendo ser propostas para validação em trabalhos futuros.

Além da proposta para o estudo de caso de testar um plano de trabalho, o estudo centraliza-se na identificação das funções do sistema, avaliando-as e propondo uma forma alternativa de desempenha-las de uma maneira mais simplificada e econômica.

8.1 Fase de Preparação

8.1.1 Objeto de estudo

A escolha do objeto de estudo utilizado neste Trabalho de Conclusão de Curso foi determinada pela aplicação da técnica do “brainstorming” junto com a técnica do “brainwritting” onde as propostas de estudo foram surgindo e em seguida foi aplicada a técnica da Votação de Pareto chegando-se ao SLPB que foi um dos trabalhos selecionados para o desenvolvimento do Gerenciamento do Valor. A figura 25 apresenta o objeto de estudo “Sistema Limpador do Pára-Brisa (SLPB)” com informações de “benchmarking”.

O formulário da figura 25 não precisa necessariamente ser o que foi apresentado, pois se pode ter um objeto de estudo selecionado por outra técnica diferente.

A partir da definição do objeto de estudo levantou-se um “benchmarking” dos veículos “comerciais” disponíveis no mercado levando em consideração as funções de acionamento das alavancas do lado esquerdo e do lado direito, conforme mostrado na figura 25.

| | | | |
|--|---|--|-----------|
|  | ENGENHARIA DE OTIMIZAÇÃO DO VALOR DO PRODUTO (FASE DE PREPARAÇÃO – OBJETO DE ESTUDO) | PVO # 001/2002 Fls.:01/01 | |
| CLASSIFICAÇÃO EM ITENS A, B ou C | | | |
| Objeto de Estudo: | | | |
| Sistema Limpador de Pára-Brisas (SLPB) de um veículo “comercial” da GMB | | | |
| “Benchmarking”: | | | |
| Veículo | Alavanca esquerda | Alavanca direita | |
| COMERCIAL - GMB | seta, farol alto, esguicho, 8 velocidades do limpador. | N.A. | |
| FORD Ranger | seta, farol alto, esguicho, 4 velocidades do limpador. | N.A. | |
| TOYOTA Hilux | seta, lanterna, farol baixo, farol alto. | esguicho, 3 velocidades do limpador, temporizador regulável. | |
| MITSUBISHI L-200 | seta, lanterna, farol baixo, farol alto. | esguicho, 3 velocidades do limpador. | |
| NISSAN Frontier | seta, lanterna, farol baixo, farol alto, reostato da luz do cluster. | esguicho, 4 velocidades do limpador. | |
| NISSAN X-Terra | seta, farol alto. | esguicho, 5 velocidades do limpador. | |
| <small>Fonte: PVO/VAVE/GMB por R.Picirelli</small> | | | |
| CLASSE | A | B | C |
| Total de Itens | 10% a 20% | 20% a 35% | 50% a 70% |
| Gasto Total | 65% a 75% | 15% a 30% | 5% a 10% |
| Obs.: Os itens classificados em “A” são aqueles que apresentam a maior oportunidade para um resultado econômico mais rentável | | | |

Figura 25 - Objeto de estudo

8.1.2 Informações gerais

Na figura 26 encontram-se as informações gerais do trabalho como identificação do projeto, a descrição do trabalho, o consumo anual de componentes, as causas da análise, as metas de redução de custo, o time de trabalho e um cronograma com as datas previstas para cada fase do plano de trabalho. Sua aplicação demonstrou organização e método nos início das atividades.

|  | | ENGENHARIA DE OTIMIZAÇÃO DO VALOR DO PRODUTO (FASE DE PREPARAÇÃO - INFORMAÇÕES GERAIS) | | PVO # 001/2002 Fts.:01/01 | |
|--|--------------------------------------|---|------------------------------|--|--|
| IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO | | | | | |
| Plataforma | Commodity | Núm. Peça | Núm. Desenho | Procedência | |
| S10 | Elétrica/ Eletrônica | Conf. Figura 31 | 93364303 | J | |
| Descrição: O exemplo leva em consideração o projeto do Sistema Limpador do Para-Brisa (SLPB) para veículos Comerciais Cabina Simples e/ou Cabina Dupla, com qualquer motorização e qualquer modelo (Standard ou Luxo). Para base de comparação, tomou-se como referência, o projeto de outros três SLPBs de veículos de passageiros. | | | | | |
| Função: Prover Visibilidade | | | | | |
| Consumo anual: 30.000 | | | Consumo Mensal: 2.500 | | |
| Custo Unitário (RS): 92,72 | | | Base: NA | | |
| Causa da Análise: Desenvolver um exemplo prático, verificando o plano de trabalho proposto através das técnicas do Gerenciamento do Valor e verificar a possibilidade de reduzir o custo do Sistema. | | | | | |
| Meta de Redução (%) : 20% | | | (RS) : 18,54 | | |
| TIME DE TRABALHO | | | | | |
| Nome | Área | Depto | Ramal | | |
| C.Monteiro | Veículos Comerciais | Adm. Eng ^a / Eng ^a Carrocerias | 8760 | | |
| F. Piacenti | Elétrica/ Eletrônica | Eng ^a PVO | 8139 | | |
| R. Vaccari | Materiais | Eng ^a PVO | 3012 | | |
| A.Ribeiro | Compras | Eng ^a PVO | 3120 | | |
| E. Mabilia | Estimativas de Custos | Eng ^a PVO | 7933 | | |
| S. Silva | Peças Standards | Eng ^a PVO | 8139 | | |
| I. Roseira | Finanças | Eng ^a PVO | 6699 | | |
| P.Anraku | Implementação | Eng ^a PVO | 6630 | | |
| PLANO DE TRABALHO | | | | | |
| Núm. | Assunto | Período | | | |
| | | Início | Término | | |
| 1 ^a | Fase de Preparação | 1-Jul-2002 | 2-Jul-2002 | | |
| 2 ^a | Fase de Informação | 3-Jul-2002 | 5-Jul-2002 | | |
| 3 ^a | Fase de Análise | 8-Jul-2002 | 10-Jul-2002 | | |
| 4 ^a | Fase de Criatividade | 11-Jul-2002 | 12-Jul-2002 | | |
| 5 ^a | Fase de Avaliação | 15-Jul-2002 | 17-Jul-2002 | | |
| 6 ^a | Fase de Planejamento | 18-Jul-2002 | 19-Jul-2002 | | |
| 7 ^a | Fase de Recomendação e Implementação | 22-Jul-2002 | 25-Jul-2002 | | |

Figura 26 - Informações gerais

8.2 Fase de Informação

8.2.1 Informação da proposta

Nas figuras 27 até 31 as análises ocorrem com um desmembramento detalhado do SLPB, mostrando seus componentes e seus custos. Este formulário já é consolidado no Departamento de Otimização do Valor do Produto e sua utilização traz todas as informações da proposta.

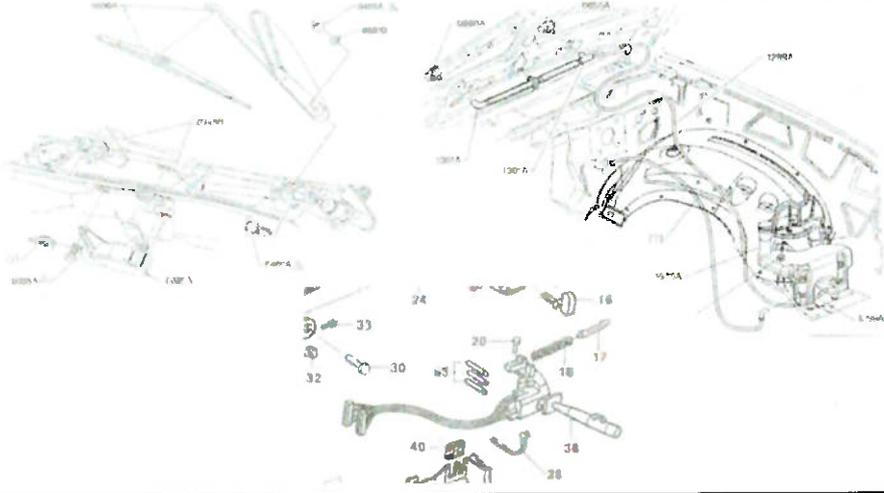
|  | | ENGENHARIA DE OTIMIZAÇÃO DO VALOR DO PRODUTO (FASE DE INFORMAÇÃO) | | | | PVO# 001/2002 Fls.:02/10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|---|---|---|---|--------------------------------|---|------------|--|---|---|---|---|---|---|---------|------|----|--|--|--|--|--|-----|----|--|--|--|--|--|----------------|----|--|--|--|--|--|
| INFORMAÇÃO DA PROPOSTA DATA INICIAL: <u>1-Jul-02</u> NÚMERO DA PROP.: <u>SP00001</u> COMMODITY: <u>Elet/Eletrônica</u> PLATAFORMA: <u>Comerciais/Passageiros</u> MOD. AFETADOS: <u>S10/ A,B e C</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DESCRIÇÃO: <u>Efetuar um Estudo de Gerenciamento do Valor do Produto no Sistema do Limpador do Para-Brisa dos modelos Comerciais e compará-los com 3 modelos de Passageiros.</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FOTOS / DESENHOS / CROQUIS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AFETA <input type="checkbox"/> APARÊNCIA <input checked="" type="checkbox"/> COMPONENTE <input type="checkbox"/> MATERIAL <input type="checkbox"/> SEGURANÇA <input type="checkbox"/> REQ. LEGAL <input type="checkbox"/> OUTRAS PEÇAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ANÁLISE DE QUALIDADE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PLATAFORMA</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">SUMÁRIO</td> <td>IPTV</td> <td>NA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ICE</td> <td>NA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CUSTO GARANTIA</td> <td>NA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | PLATAFORMA | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | SUMÁRIO | IPTV | NA | | | | | | ICE | NA | | | | | | CUSTO GARANTIA | NA | | | | | |
| PLATAFORMA | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUMÁRIO | IPTV | NA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ICE | NA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CUSTO GARANTIA | NA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ORIGEM <input type="checkbox"/> OPEL <input type="checkbox"/> BANCO DADOS FORNECEDOR <input type="checkbox"/> LOCALIZAÇÃO <input type="checkbox"/> OUTROS COMPRAS <input type="checkbox"/> ENGENHARIA GMB <input type="checkbox"/> ANÁLISE DO VALOR - GMB <input type="checkbox"/> OUTROS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ÁREA ORIG.-GM: <u>Elet/Eletrônica</u> COMPLEX. ADIC./REMOV.: <input checked="" type="checkbox"/> ALTA <input type="checkbox"/> BAIXO SUGESTOR: <u>C.Monteiro</u> RAMAL.: <u>3836</u> ADIC./REMOV. COMPLET.: <input type="checkbox"/> OK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NOME FORNEC.: <u>GMB</u> TEL DO FORNEC.: <u>NA</u> CONTATO FORNEC.: <u>GMB</u> COMPRADOR GM / RAMAL.: <u>NA</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ECONOMIA / PEÇA (R\$): <u>NA</u> INVESTIMENTO (R\$): <u>NA</u> DESENHO DISPONÍVEL EM U.G.: <input checked="" type="checkbox"/> OK CRONOGRAMA DO DES. DISP. EM U.G (DIAS) <u>30</u> AMOSTRA DISPONÍVEL: <u>NA</u> CRONOGRAMA (PROTÓTIPO + GP11) (DIAS) <u>NA</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FERRAM (MÊSES): <u>3</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 27 – Informação da proposta

As figuras 28 a 30 apresentam os esquemas dos componentes do SLPB dos veículos “comerciais” com uma melhor resolução:

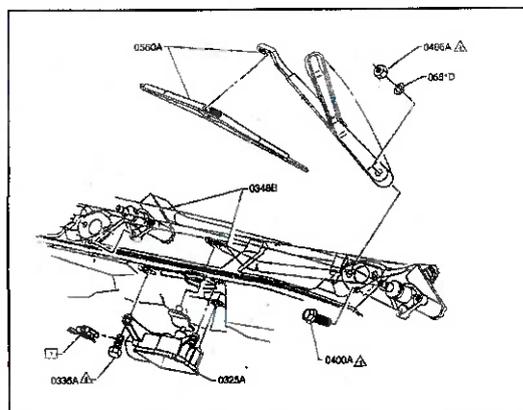


Figura 28 - SLPB – Motor, Liame, Braços, Palhetas, Chicote.

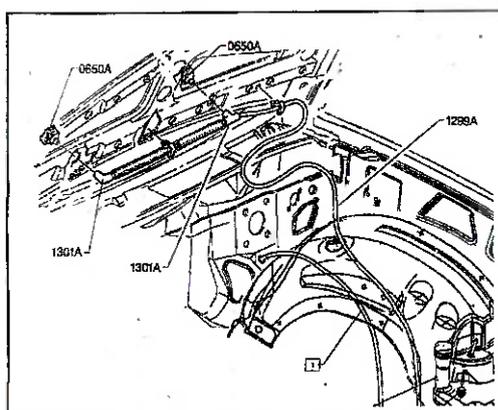


Figura 29 - SLPB – Reservatório, Mangueira, Esguichos.

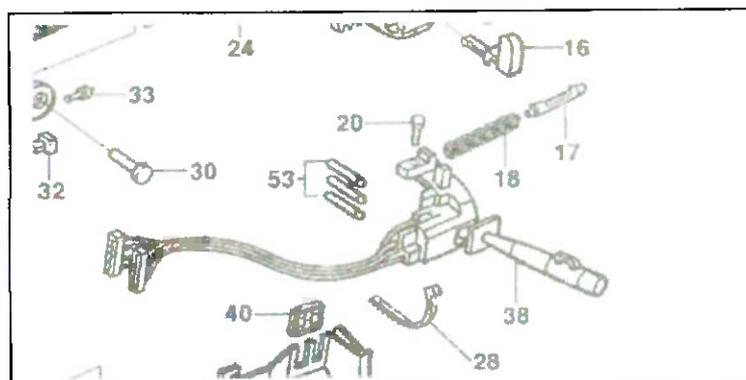


Figura 30 - SLPB – Interruptor de Acionamento (chave de coluna multifunção).

8.2.2 Lista de peças adiciona/ remove

Na lista de peças adiciona/ remove conforme figura 31, são apresentados todos os números de componentes ou peças do sistema com as informações que permitirão o correto estudo das funções, custeio e análise financeira. Este formulário como o do item 8.2 também já é consolidado pelo DOVP e sua utilização complementa as informações da proposta do formulário do item 8.2.3.

|  ENGENHARIA DE OTIMIZAÇÃO DO VALOR DO PRODUTO (FASE DE INFORMAÇÃO) | | | | | | | | | | PVO # 001/2002 Fls.:02/02 | |
|---|--------------------------------|-----|-----|--------|-----------|-----|-----------|-----|-----------------------|---------------------------------|--|
| NO.: | | | | | | | | | | PLATAFORMA: S10 | |
| # | DESCRIÇÃO | UPC | FNA | MODEL. | REMOVE | | ADICIONA | | PREÇO R\$ SEM ICMS | | |
| | | | | | NÚM. PEÇA | QDE | NÚM. PEÇA | QDE | | | |
| 1 | Interruptor de Acionamento | NA | NA | NA | 93364303 | 1 | NA | NA | 32,9548 | | |
| 2 | Motor do Limpador | NA | NA | NA | 93286092 | 1 | NA | NA | 28,0834 | | |
| 3 | Chicote | NA | NA | NA | 93331175 | 1 | NA | NA | 8,8916 | | |
| 4 | Braço LE | NA | NA | NA | 15043065 | 1 | NA | NA | 3,8573 | | |
| 5 | Braço LD | NA | NA | NA | 15043066 | 1 | NA | NA | 3,8573 | | |
| 6 | Liane do Motor do Limpador (1) | NA | NA | NA | 93230945 | 1 | NA | NA | 3,5720 | | |
| 7 | Palheta LE | NA | NA | NA | 15757007 | 1 | NA | NA | 2,9422 | | |
| 8 | Palheta LD | NA | NA | NA | 15757008 | 1 | NA | NA | 2,9422 | | |
| 9 | Reservatório do Limpador (2) | NA | NA | NA | 93283945 | 1 | NA | NA | 2,2094 | | |
| 10 | Esguicho do Limpador | NA | NA | NA | 15727144 | 2 | NA | NA | 1,1021 | | |
| 11 | Mangueira do Esguicho | NA | NA | NA | 93283943 | 1 | NA | NA | 0,6104 | | |
| 12 | Parafuso do Motor do Limpador | NA | NA | NA | 15974733 | 3 | NA | NA | 0,0772 | | |
| 13 | Parafuso do Liane | NA | NA | NA | 11515676 | 6 | NA | NA | 0,0373 | | |
| 14 | Porca do Reservatório | NA | NA | NA | 93251935 | 1 | NA | NA | 0,1235 | | |
| 15 | Porca dos Braços | NA | NA | NA | 11042153 | 2 | NA | NA | 0,0042 | | |
| 16 | Arruela de Pressão dos Braços | NA | NA | NA | 90274345 | 2 | NA | NA | 0,0036 | | |
| 17 | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | | |

Figura 31 – Lista de peças adiciona/ remove

8.2.3 Custo dos componentes

Na figura 32 são lançados os dados obtidos da figura 31, lista de peças adiciona/remove, com o objetivo de visualizar a distribuição dos custos dos componentes. Essa visualização é facilitada com o auxílio de um gráfico da figura 33. Neste gráfico, observa-se o custo dos componentes dispostos em ordem decrescente e também uma curva acumulativa que atinge o custo máximo do SLPB a R\$92,72.

Observa-se na figura 32 que o componente Braço LE (lado esquerdo) e Braço LD (lado direito) foram classificados respectivamente no campo “#” em 4a + 4b, enquanto o componente Palheta LE (lado esquerdo) e Palheta LD (lado direito), em 6a + 6b.

Considera-se então o agrupamento de componentes:

- $4a + 4b = \text{Braço Cj.}$;
- $6a + 6b = \text{Palheta Cj.}$

No componente Liame do Motor do Limitador está incluído o custo do item 11 (Parafuso do Liame na quantidade de 6 peças), para simplificação das análises.

No Reservatório do Limpador está incluído o custo do item 9 (Mangueira do esguicho na quantidade de 1 peça), para simplificação das análises.

A planilha da figura 32 foi um meio organizado de dispor os dados e recomenda-se a sua utilização em novos estudos de casos. O gráfico da figura 33 reorganiza os dados em ordem decrescente e serviu para uma visualização das funções e seus custos correspondentes.

|  | | ENGENHARIA DE OTIMIZAÇÃO DO VALOR DO PRODUTO (FASE DE INFORMAÇÃO - CUSTO DOS COMPONENTES) | | PVO # 001/2002 FIs.:01/01 | | |
|---|-----------|---|--------------------------|--|-----------------------------|---------------------------|
| IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO | | | | | | |
| Veículo | | Commodity | | Descrição | | |
| Comercial | | Elétrica/ Eletrônica | | Sistema Limpador de Para-brisa | | |
| # | Núm. Peça | Componente | Custo Unitário [\$] | Quantidade | Custo Componentes [\$] | Custo Acumulado [\$] |
| 1 | 93364303 | Interruptor de Acionamento | 32.9548 | 1 | 32.9548 | 32.9548 |
| 2 | 93286092 | Motor do Limpador | 28.0834 | 1 | 28.0834 | 61.0382 |
| 3 | 93331175 | Chicote | 8.8916 | 1 | 8.8916 | 69.9298 |
| 4a | 15043065 | Braço LE | 3.8573 | 1 | 3.8573 | 73.7870 |
| 4b | 15043066 | Braço LD | 3.8573 | 1 | 3.8573 | 77.6443 |
| 5 | 93230945 | Liane do Motor do Limpador (1) | 3.5720 | 1 | 3.7957 | 81.4400 |
| 6a | 15757007 | Palheta LE | 2.9422 | 1 | 2.9422 | 84.3822 |
| 6b | 15757008 | Palheta LD | 2.9422 | 1 | 2.9422 | 87.3243 |
| 7 | 93283945 | Reservatório do Limpador (2) | 2.2094 | 1 | 2.8198 | 90.1441 |
| 8 | 15727144 | Esguicho do Limpador | 1.1021 | 2 | 2.2042 | 92.3482 |
| 9 | 93283943 | Mangueira do Esguicho | 0.6104 | 1 | 0.2316 | 92.5798 |
| 10 | 15974733 | Parafuso do Motor do Limpador | 0.0772 | 3 | 0.2316 | 92.5798 |
| 11 | 11515676 | Parafuso do Liane | 0.0373 | 6 | 0.1235 | 92.5798 |
| 12 | 93251935 | Porca do Reservatório | 0.1235 | 1 | 0.1235 | 92.7034 |
| 13 | 11042153 | Porca dos Braços | 0.0042 | 2 | 0.0084 | 92.7117 |
| 14 | 90274345 | Arruela de Pressão dos Braços | 0.0036 | 2 | 0.0073 | 92.7190 |
| Total : | | | | | 92.7190 | |
| Total | | | | | | 92.7190 |
| (sem os componentes 9 e 11) : | | | | | | |

4a + 4b = Braço - C.I.
6a + 6b = Palheta - C.I.

(1) : Custo do componente inclui também o custo do item 11, parafusos * 6, quantidade.
(2) : Custo do componente inclui também o custo do item 9, mangueira * 1, quantidade.

Figura 32 - Planilha custo dos componentes

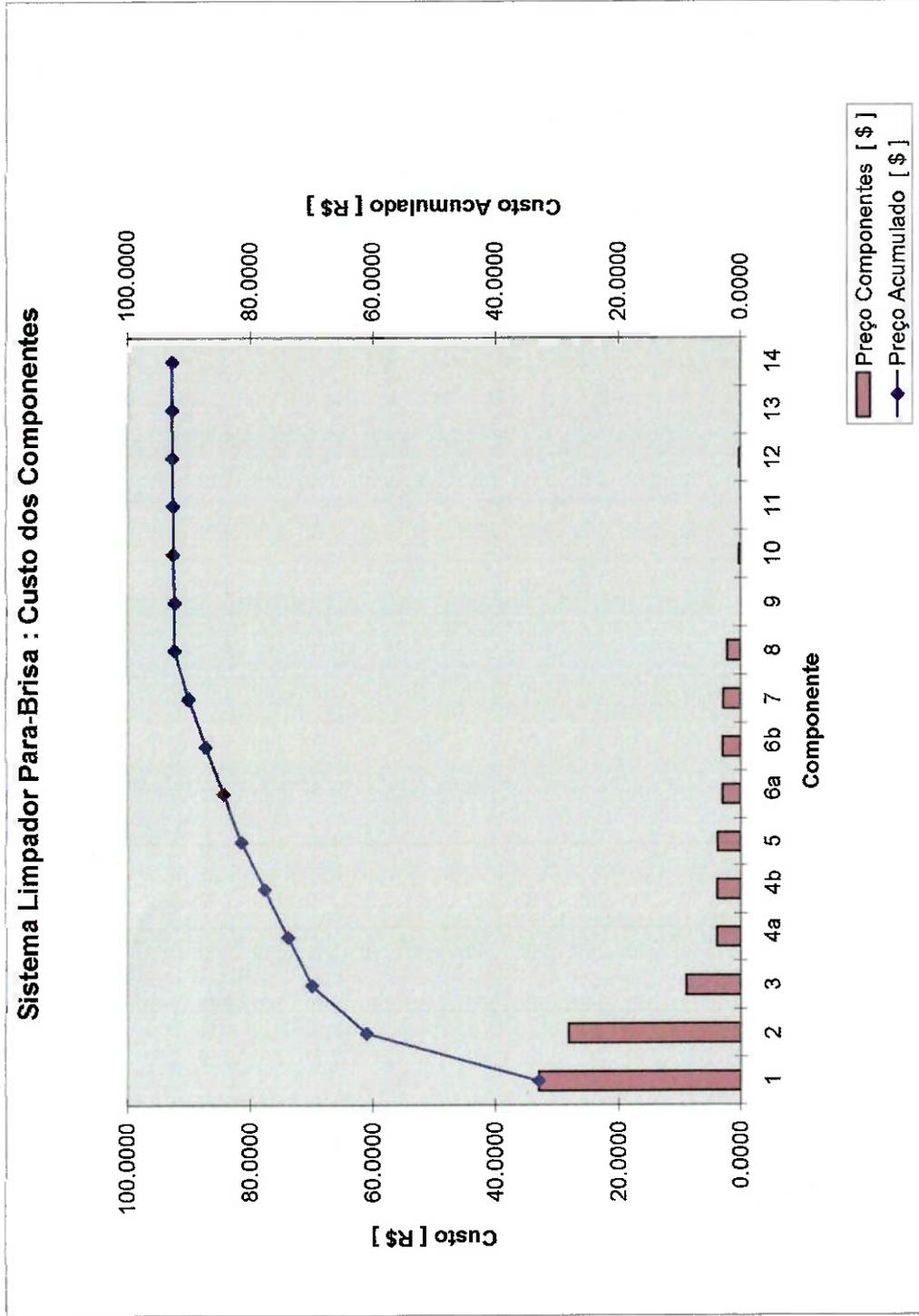


Figura 33 – Gráfico SLPB: Custo dos componentes

8.2.4 Análise das funções e valoração

Os campos da figura 34 foram preenchidos observando-se as etapas “O que é?”, “O que faz?”, “Custo”, “Agrupamento de Funções” e “Soma dos Custos”.

O grupo analisou todos os componentes do sistema, definiu as funções através da técnica do verbo+substantivo e classificou as funções em Identificadora ou Agregada, Relevante ou Irrelevante, de Uso ou Estima.

As informações dos campos “O que è?” e “Custo”, foram obtidas diretamente da planilha da figura 32. O campo “%” indica a distribuição em porcentagem dos custos dos componentes.

No campo “Agrupamento de Funções” agrupou-se todas as funções iguais com os seus respectivos números de peças para que no campo “Soma dos Custos” fosse possível a colocação dos valores relativos de cada componente.

O item “%” do campo “Soma dos Custos” é determinado através da figura 36 (custo das funções) e somente após a elaboração do diagrama “FAST” (figura 35) foi possível verificar as funções de maior responsabilidade para o sistema e assim obteve-se o respectivo custo da função pelo somatório da multiplicação da parcela do componente.

Analisando a planilha da figura 34 concluí-se que o formulário proposto oferece uma visão geral das classificações de componentes e de funções para as próximas etapas do estudo.

| Veículo | | Commodity | Núm. Desenho | Descrição | | Procedência | | | | | | | | | | |
|---|-----------|----------------------------|--------------------|--------------------------------|---------|-------------|----------------------|---------|---------------------|------------------|------------------------|---------|----------------|-----------------|---|--------------------|
| Comercial | | Electric/Electronics | conforme figura 32 | Sistema Limpador de Para-brisa | | J | | | | | | | | | | |
| ENGENHARIA DE OTIMIZAÇÃO DO VALOR DO PRODUTO (FASE DE INFORMAÇÃO - ANÁLISE DAS FUNÇÕES E VALORAÇÃO) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Item | Núm. Peça | Componente | Verbo | Substantivo | FUNÇÕES | | Custo Unitário (R\$) | Qtd | Custo Compon. (R\$) | % | AGrupamento de Funções | | | SOMA DOS CUSTOS | | |
| | | | | | IA | RI | | | | | UE | Funções | Compon. (Núm.) | Custo (R\$) | % | Custo Função (R\$) |
| 1 | 15757007 | Palhetas (LE & LD) | Limpar | Para-brisa | I R U | 2.9422 | 1 | 2.9422 | 3.17 | 15757007 | 2.9422 | 70 | 2.0595 | | | |
| | 15757008 | Prover | Eelétrica | A R E | 2.9422 | 1 | 2.9422 | 3.17 | 15757008 | 2.9422 | 70 | 2.0595 | 5.2212 | | | |
| 2 | 15043065 | Braços (LE & LD) | Fixar | Palheta | A I U | 3.8573 | 1 | 3.8573 | 4.16 | 15727144 | 2.2042 | 50 | 1.1021 | | | |
| | 15043066 | Definir | Curso | A I U | 3.8573 | 1 | 3.8573 | 4.16 | Transm. Movimento | 93230945 | 3.7976 | 50 | 1.8988 | 1.8988 | | |
| 3 | 90274345 | Armação pressão braços | Fixar | Braço | A I U | 0.0036 | 2 | 0.0072 | 0.01 | 15043065 | 3.8573 | 50 | 1.9287 | 3.8573 | | |
| 4 | 11042153 | Porca braços | Fixar | Braço | A I U | 0.0042 | 2 | 0.0084 | 0.01 | 15043066 | 3.8573 | 50 | 1.9287 | 3.8573 | | |
| 5 | 93230945 | Líame motor limpador p/b | Transmitir | Movimento | A I U | 3.7976 | 1 | 3.7976 | 4.10 | 93230945 | 3.7976 | 50 | 1.8988 | 1.8988 | | |
| 6 | 11515676 | Parafuso liame | Transmitir | Esfreço | A I U | 0.0376 | 6 | 0.2256 | 0.24 | 93286092 | 28.0834 | 33 | 9.2675 | 9.2675 | | |
| | | | | | | | | | | 93286092 | 28.0834 | 33 | 9.2675 | 9.2675 | | |
| 7 | 93286092 | Motor do limpador | Acionar | Limpador | A R U | 28.0834 | 1 | 28.0834 | 30.29 | 93286092 | 28.0834 | 34 | 9.3484 | 27.1761 | | |
| | | | Gerar | Torque | A I U | 28.0834 | 1 | 28.0834 | 30.29 | 93364303 | 32.9548 | 40 | 13.1819 | 4.4458 | | |
| | | | Controlar | Velocidade | A I U | 28.0834 | 1 | 28.0834 | 30.29 | 93331175 | 8.8916 | 50 | 4.4458 | 22.4494 | | |
| 8 | 15974733 | Parafuso do motor limpador | Fixar | Motor | A I U | 0.0772 | 3 | 0.2316 | 0.25 | 93364303 | 32.9548 | 40 | 13.1819 | 22.4494 | | |
| 9 | 15727144 | Esguicho do limpador | Limpar | Para-brisa | I R U | 1.1021 | 2 | 2.2042 | 2.38 | 15727144 | 2.2042 | 50 | 1.1021 | 1.1021 | | |
| | | | Jogar | Água | A I U | 2.8198 | 1 | 2.8198 | 3.04 | 93283945 | 2.8198 | 50 | 1.4099 | 1.4099 | | |
| 10 | 93283945 | Reservatório do limpador | Armazenar | Água | A I U | 2.8198 | 1 | 2.8198 | 3.04 | 93283945 | 2.8198 | 50 | 1.4099 | 1.4099 | | |
| 11 | 93283943 | Mangueira do esguicho | Enviar | Água (bomba) | A I U | 0.6104 | 1 | 0.6104 | 0.65 | 93364303 | 32.9548 | 20 | 6.5910 | 11.0368 | | |
| | | | Fixar | Reservatório | A I U | 0.1235 | 1 | 0.1235 | 0.13 | 93331175 | 8.8916 | 50 | 4.4458 | 11.0368 | | |
| 12 | 93251935 | Porca reservatório | Acionar | Limpador | A R U | 0.1235 | 1 | 0.1235 | 0.13 | 15974733 | 0.2316 | 100 | 0.2316 | 0.2316 | | |
| | | | Acionar | Esguicho | A R U | 32.9548 | 1 | 32.9548 | 35.54 | 93251935 | 0.1235 | 100 | 0.1235 | 0.1235 | | |
| 13 | 93364303 | Interruptor acionamento | Controlar | Velocidade | A R U | 8.8916 | 1 | 8.8916 | 9.59 | 90274345 | 0.0072 | 100 | 0.0072 | 0.0186 | | |
| | | | Acionar | Limpador | A R U | 8.8916 | 1 | 8.8916 | 9.59 | 11042153 | 0.0084 | 100 | 0.0084 | 0.0186 | | |
| 14 | 93331175 | Chicote | Acionar | Esguicho | A R U | 2.9422 | 1 | 2.9422 | 3.17 | 15043065 | 3.8573 | 50 | 1.9287 | 3.8573 | | |
| | | | Acionar | Esguicho | A R U | 2.9422 | 1 | 2.9422 | 3.17 | 15043066 | 3.8573 | 50 | 1.9287 | 3.8573 | | |
| NOME: Roberto Vaccari E.U. | | | | | | | | | | TOTAL | 92.7211 | 100.00 | 92.7211 | 1.7653 | | |
| ASSINATURA: | | | | | | | | | | DATA: 05/07/2002 | TOTAL: | 92.7211 | 1.7653 | | | |

Figura 34 – Análise das funções e valoração

8.2.5 Técnica de análise funcional

A figura 35 apresenta a esquematização do diagrama “FAST” e como foi visto anteriormente, é um método lógico para a determinação das funções da figura 34, expondo visualmente o inter-relacionamento entre elas e favorecendo a compreensão do problema a ser solucionado.

As funções foram posicionadas da direita para a esquerda sempre com a pergunta “Por quê?” e logo em seguida a outra pergunta da esquerda para a direita para confirmação, “Como?”.

O caminho crítico é composto pelas funções: “acionar limpador”, “gerar torque”, “transmitir esforço” e “transmitir movimento”. Essas funções foram enumeradas respectivamente em 6, 5, 4 e 2 e foram organizadas para a função identificadora 1 “limpar pára-brisa”.

O escopo inicial do sistema foi definido como “prover energia” e o escopo de saída como “prover visibilidade”.

Com a elaboração do diagrama “FAST” houve um detalhamento da interação das funções e percebeu-se que outras combinações poderiam ser feitas independentemente da esquematização apresentada no exercício, além do mais o grupo obteve uma visão mais ampla das funções do produto.

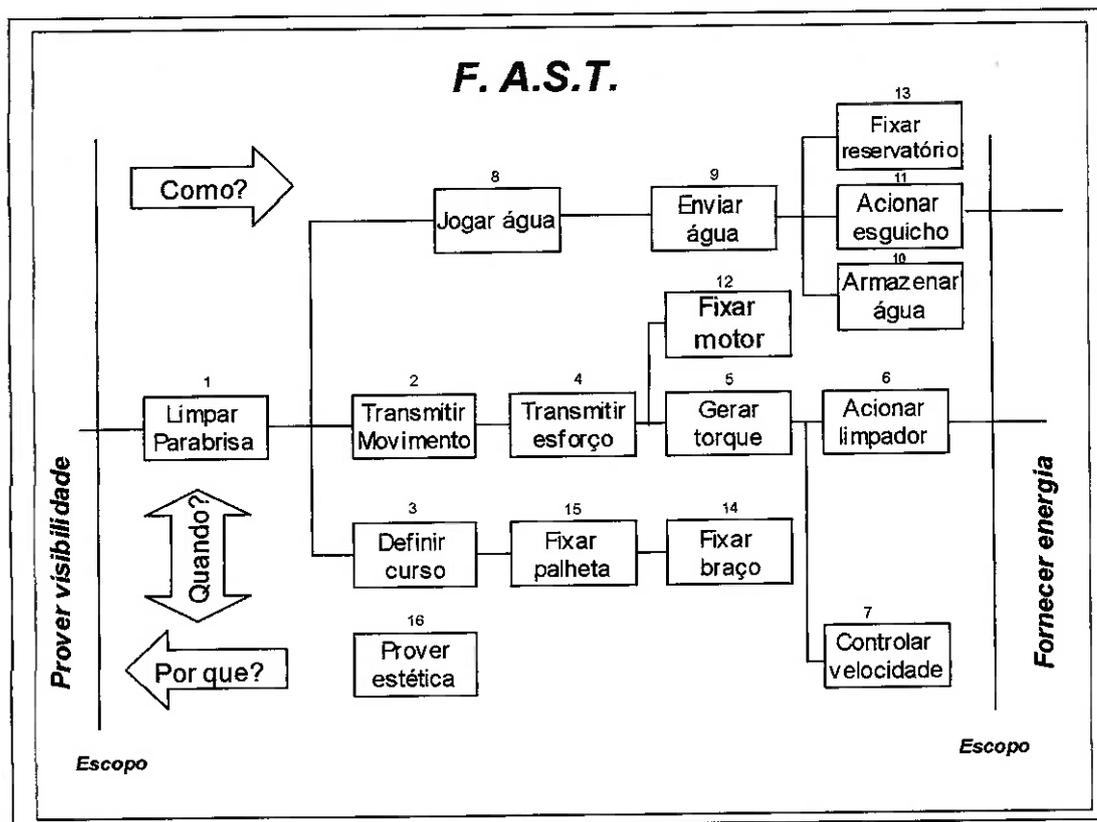


Figura 35 – Diagrama FAST

8.2.6 Custo das funções

A figura 36 apresenta o custeio das funções baseadas nos percentuais estabelecidos pelo grupo, após o estudo do relacionamento das funções com a análise do diagrama "FAST". Foi realizado o agrupamento de componentes por funções e transcreveu-se para o campo "Soma dos Custos" da figura 34.

A figura 37 mostra o gráfico "custo x função", apresentando os valores acumulados. A figura 38 reorganiza o gráfico da figura 37 em ordem decrescente. Os gráficos possibilitam a verificação das funções de maiores custos e é uma maneira prática para a apresentação dos resultados.

A planilha da figura 36 também foi um meio organizado de dispor os dados e recomenda-se tanto a sua utilização quanto à utilização dos gráficos em novos estudos de casos.

|  | | ENGENHARIA DE OTIMIZAÇÃO DO VALOR DO PRODUTO (FASE DE INFORMAÇÃO - CUSTO DAS FUNÇÕES) | | | PVO # 001/2002 Fb.:01/01 | |
|---|----------------------|---|--------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|--|
| IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO | | | | | | |
| Veículo | Commodity | | | Descrição | | |
| Comercial | Elétrica/ Eletrônica | | | Sistema Limpador de Para-brisa | | |
| Item | Função | Agrupamento de Componentes por Função | Técnica das Percentagens | Custo da função [R\$] | Custo da função Acum. [R\$] | |
| 1 | Limpar Para-Brisa | 6a + 6b 8 | 70% 50% | 5,2211 | 5,2211 | |
| 2 | Transmitir Movimento | 5 | 50% | 1,8978 | 7,1189 | |
| 3 | Definir Curso | 4a + 4b | 50% | 3,8573 | 10,9762 | |
| 4 | Transmitir Esforço | 5 | 50% | 1,8978 | 12,8741 | |
| 5 | Gerar Torque | 2 | 33% | 9,2675 | 22,1416 | |
| 6 | Acionar Limpador | 2 | 34% | 27,1761 | 49,3176 | |
| | | 1 | 40% | | | |
| | | 3 | 50% | | | |
| 7 | Controlar Velocidade | 2 | 33% | 22,4494 | 71,7671 | |
| | | 1 | 40% | | | |
| 8 | Jogar Água | 8 | 50% | 1,1021 | 72,8691 | |
| 9 | Enviar Água | 7 | 50% | 1,4099 | 74,2790 | |
| 10 | Armarzenar Água | 7 | 50% | 1,4099 | 75,6889 | |
| 11 | Acionar Esguicho | 1 | 20% | 11,0368 | 86,7257 | |
| | | 3 | 50% | | | |
| 12 | Fixar Motor | 10 | 100% | 0,2316 | 86,9573 | |
| 13 | Fixar Reservatório | 12 | 100% | 0,1235 | 87,0808 | |
| 14 | Fixar Braço | 13 | 100% | 0,0156 | 87,0964 | |
| | | 14 | 100% | | | |
| 15 | Fixar Palheta | 4a + 4b | 50% | 3,8573 | 90,9537 | |
| 16 | Prover Estética | 6a + 6b | 30% | 1,7653 | 92,7190 | |
| | | | | Total : | 92,7190 | |

6a + 6b = Braço - C/JLE

7a + 7b = Braço - C/I.LD

(1) : Conforme definição das funções do Sistema Limpador de Para-Brisa, figura 34.

(2) : Custo conforme distribuição dos componentes afetados e de suas respectivas percentagens (método das percentagens)

Figura 36 – Planilha SLPB: Custo das funções

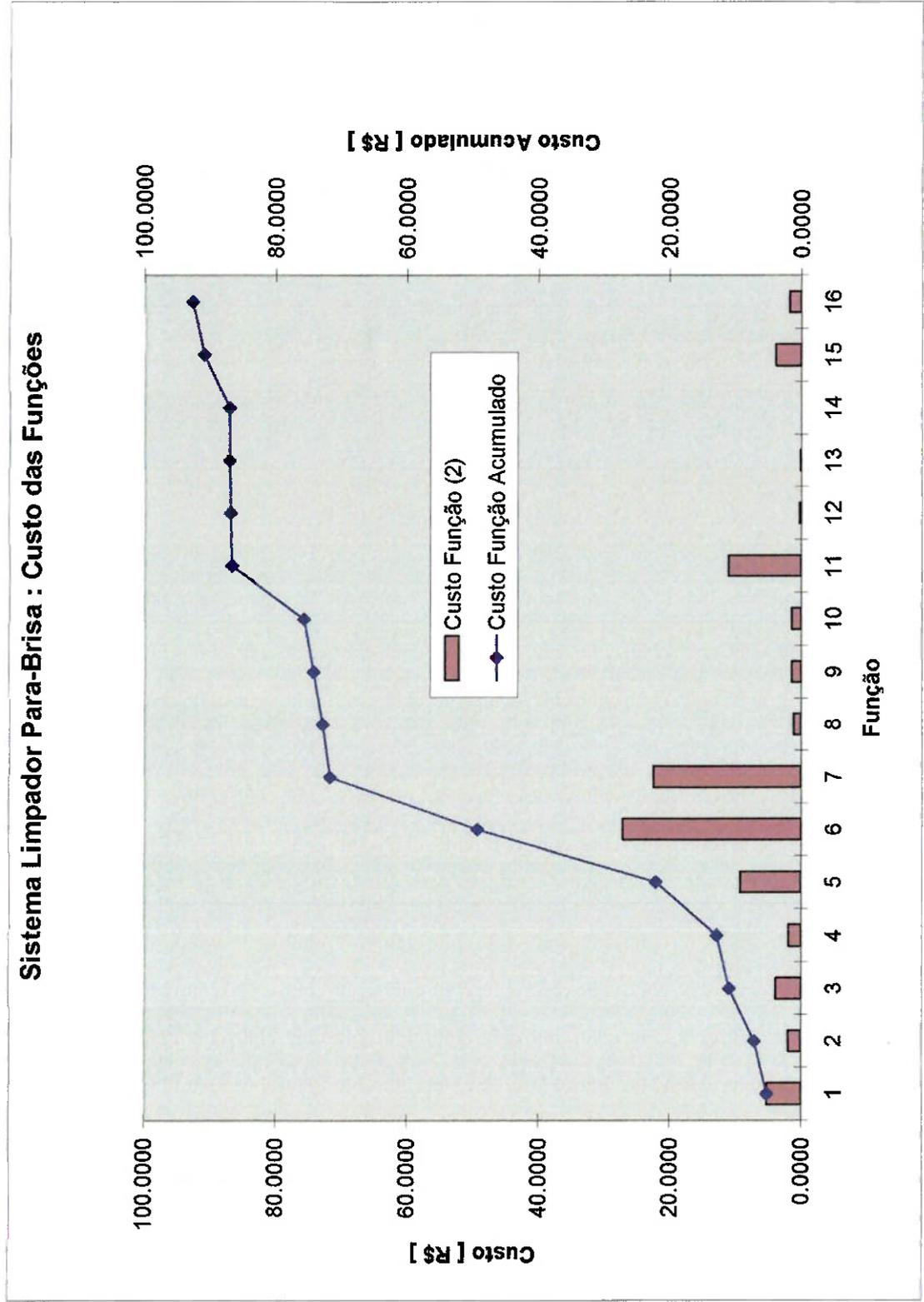


Figura 37 – Gráfico SLPB: Custo das funções

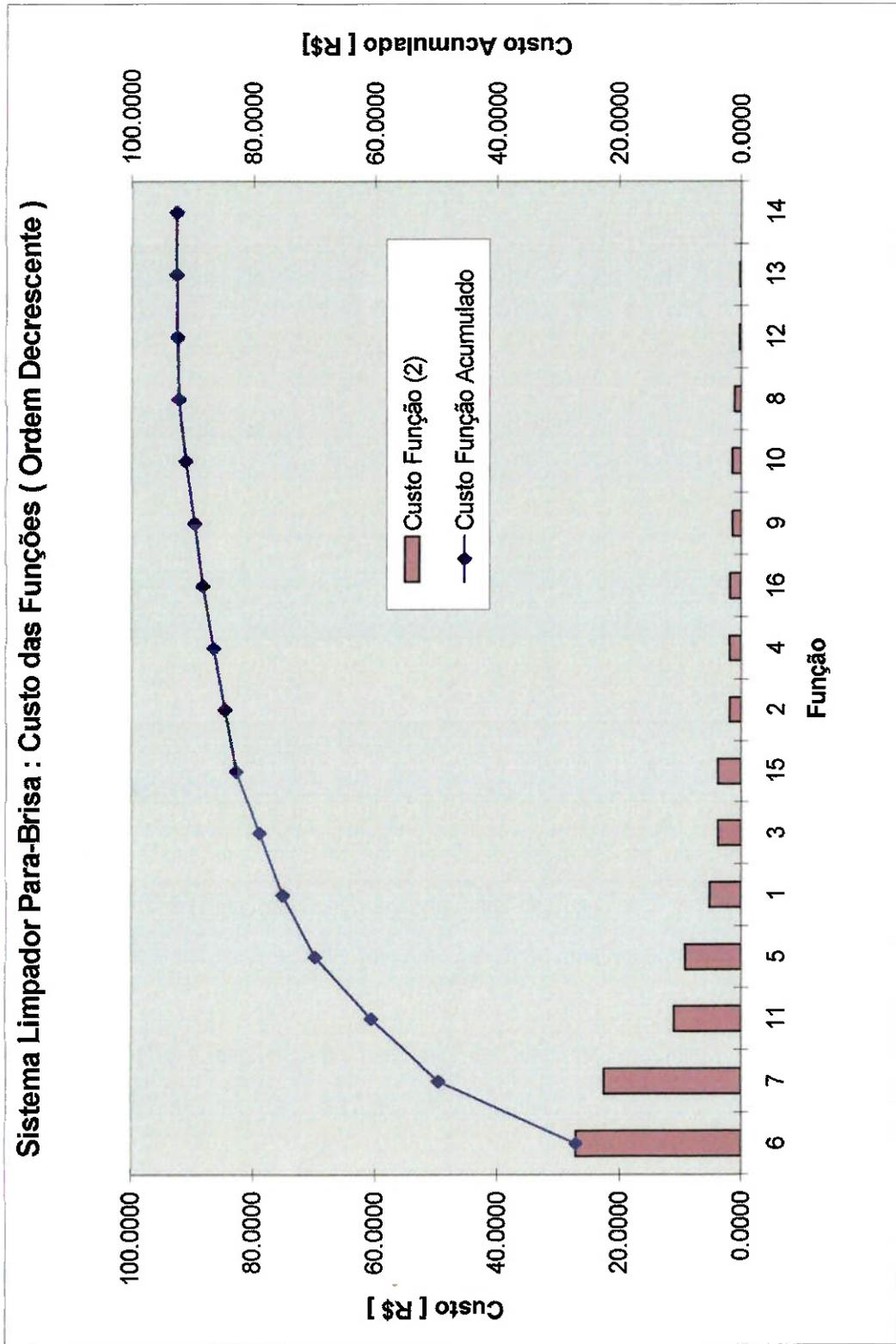


Figura 38 – Gráfico SLPB: Custo das funções em ordem decrescente

8.3 Fase de Especulação (Criatividade)

8.3.1 Definição dos objetivos

Para garantir que a definição dos objetivos estivesse bem clara para o time, foi aplicada uma técnica de cinco perguntas, conforme o quadro da figura 39 [20]. Cada pergunta foi respondida baseando-se nos requisitos mostrados nas descrições dos campos do formulário da figura 18.

Percebeu-se que para cada objetivo proposto tínhamos um resultado diferente, portanto a correta definição do objetivo do estudo teve que estar clara para todos os integrantes do grupo.

| | | |
|---|---|--|
|  | <p align="center">ENGENHARIA DE OTIMIZAÇÃO DO VALOR DO PRODUTO (FASE DE ESPECULAÇÃO – CRIATIVIDADE - DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS)</p> | <p align="center">PVO # 001/2002 Fls.:01/01</p> |
| <p>1. O quê exatamente eu quero conseguir?</p> | <p>RESPOSTA: Gerar alternativas mais econômicas ao desempenho das funções que realmente são necessárias.</p> | |
| <p>2. Em que circunstância se insere tal objetivo?</p> | <p>RESPOSTA: Desenvolver junto ao grupo de trabalho uma proposta de Gerenciamento do Valor de um SLPB para Otimização do Valor do Produto.</p> | |
| <p>3. Como especificamente se processa tal objetivo?</p> | <p>RESPOSTA: Reduzindo o número de componentes do sistema e comparando o sistema atual com outras plataformas cujos os sistemas são mais econômicos. Com essa comparação estima-se obter uma proposta de redução de custos de no mínimo 20% do custo do sistema.</p> | |
| <p>4. Quais são as restrições à consecução do objetivo proposto?</p> | <p>RESPOSTA: Caso as fronteiras do SLPB não estejam pré-estabelecidas, corre-se o risco do trabalho efetuado não ser representativo, devido ao relacionamento com outros sistemas.</p> | |
| <p>5. Buscar alternativas através do objetivo do objetivo.</p> | <p>RESPOSTA: Otimizar o valor do produto, aumentando a margem de lucro para a empresa. Abordar o estudo levando em consideração outros fatores relevantes, tais como materiais empregados, processos de fabricação e logística.</p> | |

Figura 39 – Definição dos objetivos

8.3.2 Geração de alternativas

As funções alternativas consideradas foram somente as 6, 7, 11 e 5, conforme o gráfico da figura 38, pois foram as que apresentaram os maiores custos. Portanto, os componentes mostrados no quadro da figura 41, são os que afetam estas funções. A figura 40 apresenta uma lista de geração de alternativa(s).

O formulário da figura 40 ajudou o grupo na enumeração das possíveis alternativas para a tomada de decisão da melhor alternativa.

| Veículo | | Commodity | Núm. Peça | Núm. Desenho | Descrição | Procedência |
|----------------|---|-------------------------|---------------|--------------|---|------------------|
| Comerciais | | Elétrica/ Eletrônica | Conf. Fig. 31 | NA | Sistema Limpador do Para-brisa | J |
| IDÉIAS | | | | COMENTÁRIOS | | |
| Núm. | Descrição | | | Núm. | Descrição | |
| 1 | As funções alternativas consideradas foram somente as funções 6, 7, 11 e 5 da figura 38, pois foram as que representaram os maiores custos. | | | 1 | Portanto, os componentes que desempenham essa funções devem ser trabalhados para uma proposta viável. | |
| 2 | Utilizar um interruptor de acionamento simples, que não seja multifunção. | | | 2 | Idéia viável. Existe "benchmarking" favorável. Contudo, as delimitações com outros sistemas devem ser avaliadas e viabilizadas. | |
| 3 | O projeto pode ser alterado para simplificar o desempenho da função? | | | 3 | Sim, porém uma viabilidade técnica econômica e financeira deve ser realizada para verificar investimentos. | |
| 4 | Existe a possibilidade dos componentes serem intercambiáveis entre as plataformas em estudo ? | | | 4 | Não, será necessário adaptações e verificações de rota de chicote e reposicionamento de furos e suportes das chapas. | |
| 5 | Utilizar materias alternativos e economicamente mais vantajosos para os componentes em estudo | | | 5 | É possível, porém fica como recomendação para a fase de viabilidade técnica para a implementação das alternativas das funções. | |
| 6 | As especificações técnicas e tolerâncias de projeto estão sendo atendidas? | | | 6 | Sim, contudo um estudo mais aprofundado deve ser realizado pelos engenheiros para verificarem se existe excesso de desempenho. | |
| NOME: PVO TEAM | | | | ASSINATURA: | | DATA: 10/07/2002 |

Figura 40 – Geração de idéias

8.3.3 Alternativas de componentes

A planilha da figura 41 mostra as alternativas para SLPB para os projetos alternativos A, B e C somente para aquelas funções consideradas de maiores custos (6, 7, 11 e 5). O gráfico da figura 42 apresenta um comparativo de distribuição decrescente dos custos das funções dos projetos alternativos A, B e C. Esta planilha mostrou-se prática na apresentação dos resultados da comparação dos projetos A, B e C e recomenda-se a sua utilização para outros trabalhos.

|  | | ENGENHARIA DE OTIMIZAÇÃO DO VALOR DO PRODUTO (FASE DE ESPECULAÇÃO - CRIATIVIDADE - ALTERNATIVA DE COMPONENTES) | | | | PVO # 001/2002 Fis.:01/01 | |
|---|----------------------|--|--------------------------------|------------|-------------------------------------|--|--|
| IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO | | | | | | | |
| Veículo | Commodity | | Descrição | | | | |
| Comercial | Elétrica/ Eletrônica | | Sistema Limpador de Pára-brisa | | | | |
| # | PN | Componente | Custo Componente [\$] | Quantidade | Custo Componente Ajustado [\$] | Custo Acumulado [\$] | |
| 1A | 24462970 | Módulo | 28.3432 | 1 | 28.3432 | 28.3432 | |
| 2A | 93319823 | Limpador - CJ | 14.9474 | 1 | 14.9474 | 43.2905 | |
| 3A | 09185415 | Interruptor de Acionamento | 2.2165 | 1 | 2.2165 | 45.5070 | |
| 4A | 90414477 | Relé - CJ | 0.7204 | 1 | 0.7204 | 46.2274 | |
| 5A | 13100504 | Relé - CJ | 0.7204 | 1 | 0.7204 | 46.9477 | |
| 1B | 24450202 | Limpador - CJ | 8.2425 | 1 | 8.2425 | 8.2425 | |
| 2B | 91136113 | Relé - CJ - Multitimer | 7.2867 | 1 | 7.2867 | 15.5292 | |
| 3B | 90560991 | Interruptor de Acionamento | 1.9163 | 1 | 1.9163 | 17.4455 | |
| 1C | 22107719 | Motor | 25.7619 | 1 | 25.7619 | 25.7619 | |
| 2C | 90243394 | Interruptor | 1.9579 | 1 | 1.9579 | 27.7198 | |
| 3C | 90069864 | Rele 1 | 1.8101 | 1 | 1.8101 | 29.5299 | |
| A : Projeto A | | | 46.9477 | | 46.9477 | | |
| B : Projeto B | | | 17.4455 | | 17.4455 | | |
| C : Projeto C | | | 29.5299 | | 29.5299 | | |

Figura 41 – Planilha alternativa de componentes

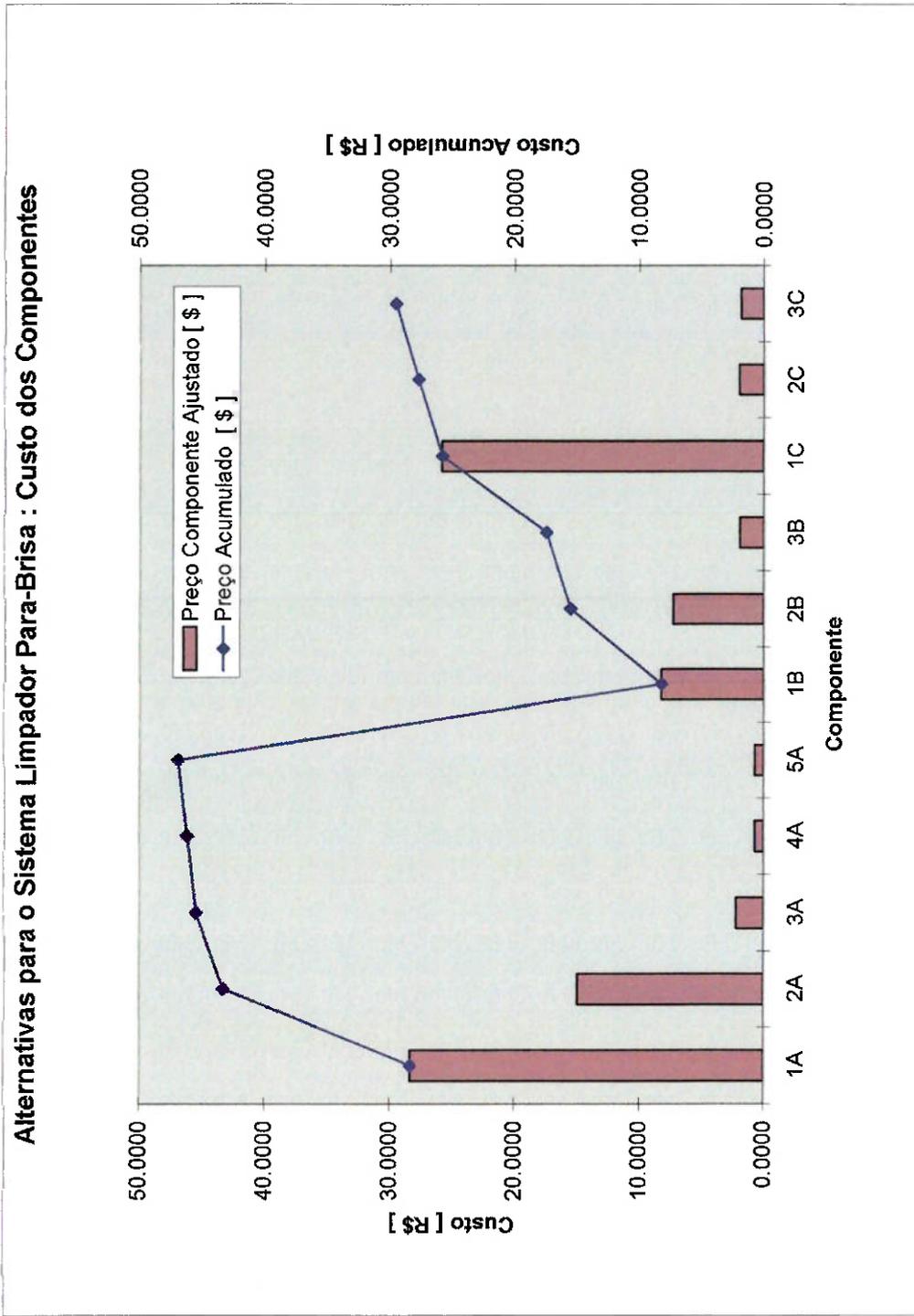


Figura 42 – Gráfico alternativas de Componentes

8.3.4 Alternativas de funções

Na figura 43 procede-se como realizado na figura 36 com relação aos projetos alternativos A, B e C. O gráfico da figura 44 apresenta alternativas do SLPB para os custos das funções enquanto o gráfico da figura 45 reorganiza esses valores em ordem decrescente. Esta planilha e os gráficos fornecem uma maneira organizada para elaboração do custeio das funções dos projetos alternativos A, B e C.

| GM BRASIL | | ENGENHARIA DE OTIMIZAÇÃO DO VALOR DO PRODUTO FASE DE ESPECULAÇÃO - CRIATIVIDADE - ALTERNATIVA DE FUNÇÕES | | | PVO # 001/2002 Fls.:01/01 | |
|--------------------------|----------------------|---|--------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------|
| IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO | | | | | | |
| Veículo | Commodity | | | Descrição | | |
| Comercial | Elétrica/ Eletrônica | | | Sistema Limpador de Pára-brisa | | |
| # | Função | Componentes que afetam custo / função [porcentagem %] (1) | | Custo Função (2) | Custo Função Total (2) | Custo Função Acumulado |
| 6A | Acionar Limpador | 1A (3) | 10% | 2,8343 | 16,2278 | 16,2278 |
| | | 2A | 50% | 7,4737 | | |
| | | 3A | 34% | 0,7536 | | |
| | | 4A | 50% | 0,3602 | | |
| | | 5A | 50% | 0,3602 | | |
| | Chicote (4) | 50% | 4,4458 | | | |
| 7A | Controlar Velocidade | 1A (3) | 10% | 2,8343 | 4,2861 | 20,5139 |
| | | 3A | 33% | 0,7314 | | |
| | | 4A | 50% | 0,3602 | | |
| | | 5A | 50% | 0,3602 | | |
| 11A | Acionar Esguicho | 3A | 33% | 0,7314 | 5,1772 | 25,6911 |
| | | Chicote (4) | 50% | 4,4458 | | |
| 5A | Gerar Torque | 2A | 50% | 7,4737 | 7,4737 | 33,1648 |
| 6B | Acionar Limpador | 1B | 50% | 4,1213 | 10,3116 | 10,3116 |
| | | 2B (5) | 15% | 1,0930 | | |
| | | 3B | 34% | 0,6516 | | |
| | | Chicote (4) | 50% | 4,4458 | | |
| 7B | Controlar Velocidade | 2B (5) | 15% | 1,0930 | 3,0093 | 13,3209 |
| | | 3B | 33% | 1,9163 | | |
| 11B | Acionar Esguicho | 3B | 33% | 0,6324 | 5,0782 | 18,3991 |
| | | Chicote (4) | 50% | 4,4458 | | |
| 5B | Gerar Torque | 1B | 50% | 4,1213 | 4,1213 | 22,5204 |
| 6C | Acionar Limpador | 1C | 50% | 12,8810 | 18,8975 | 18,8975 |
| | | 2C | 34% | 0,6657 | | |
| | | 3C | 50% | 0,9051 | | |
| | | Chicote (4) | 50% | 4,4458 | | |
| 7C | Controlar Velocidade | 2C | 33% | 0,6461 | 1,5512 | 20,4487 |
| | | 3C | 50% | 0,9051 | | |
| 11C | Acionar Esguicho | 2C | 33% | 0,6461 | 5,0919 | 25,5406 |
| | | Chicote (4) | 50% | 4,4458 | | |
| 5C | Gerar Torque | 1C | 50% | 12,8810 | 12,8810 | 38,4215 |

(1) : Conforme definição dos componentes do Sistema Limpador de Para-Brisa, figura 41.
(2) : Custo conforme distribuição dos componentes afetados e de suas respectivas porcentagens (método das porcentagens).
(3) : Considerando somente uma parcela do custo total do módulo 1A, pois ele controla outras funções no veículo.
(4) : Considerando o mesmo custo de chicotes do veículo comercial base para estas alternativas.
(5) : Considerando somente uma parcela do custo total do multímetro 2B, pois ele controla outras funções no veículo.

Figura 43 – Alternativas das funções

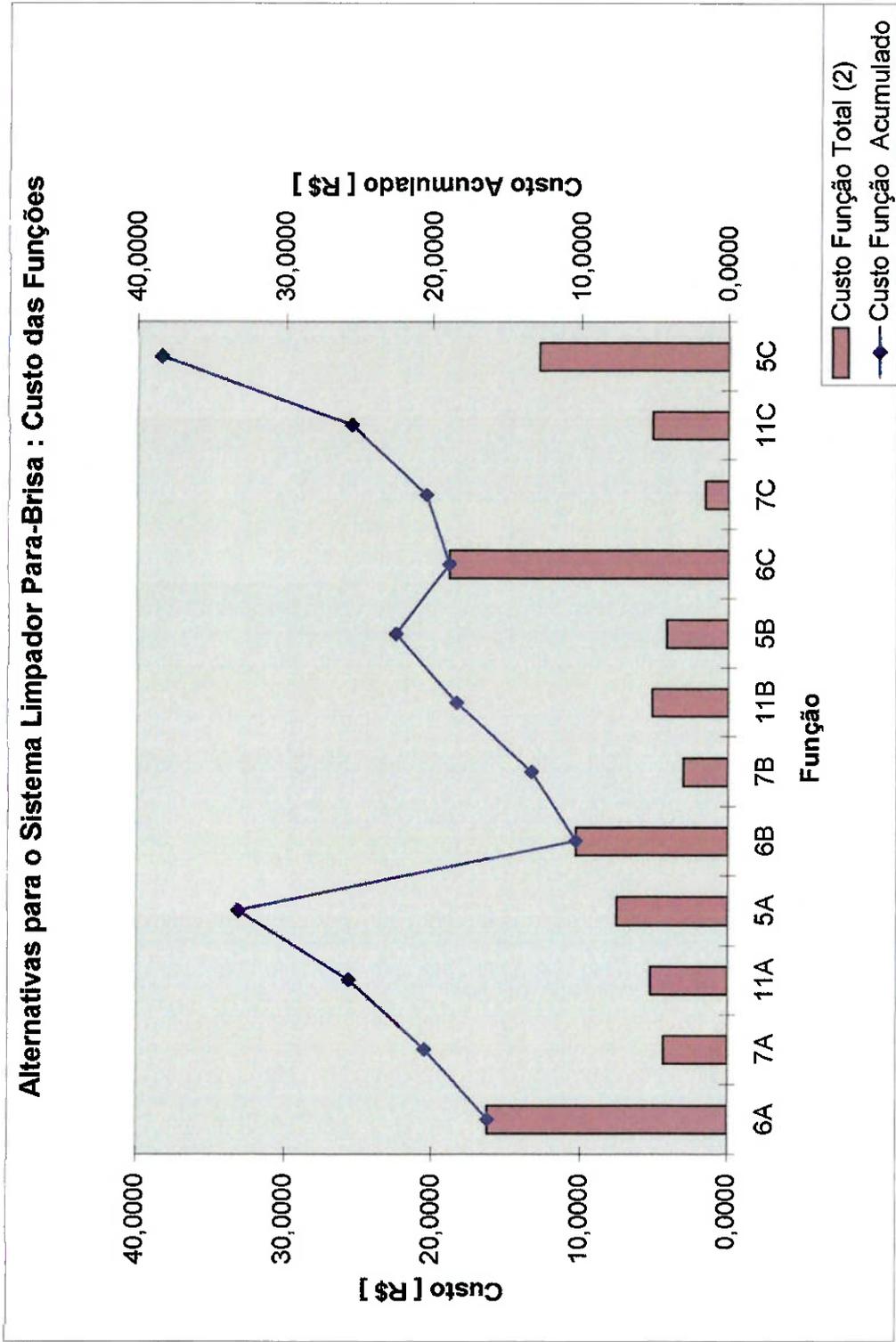


Figura 44 – Gráfico alternativas SLPB: Custo das funções

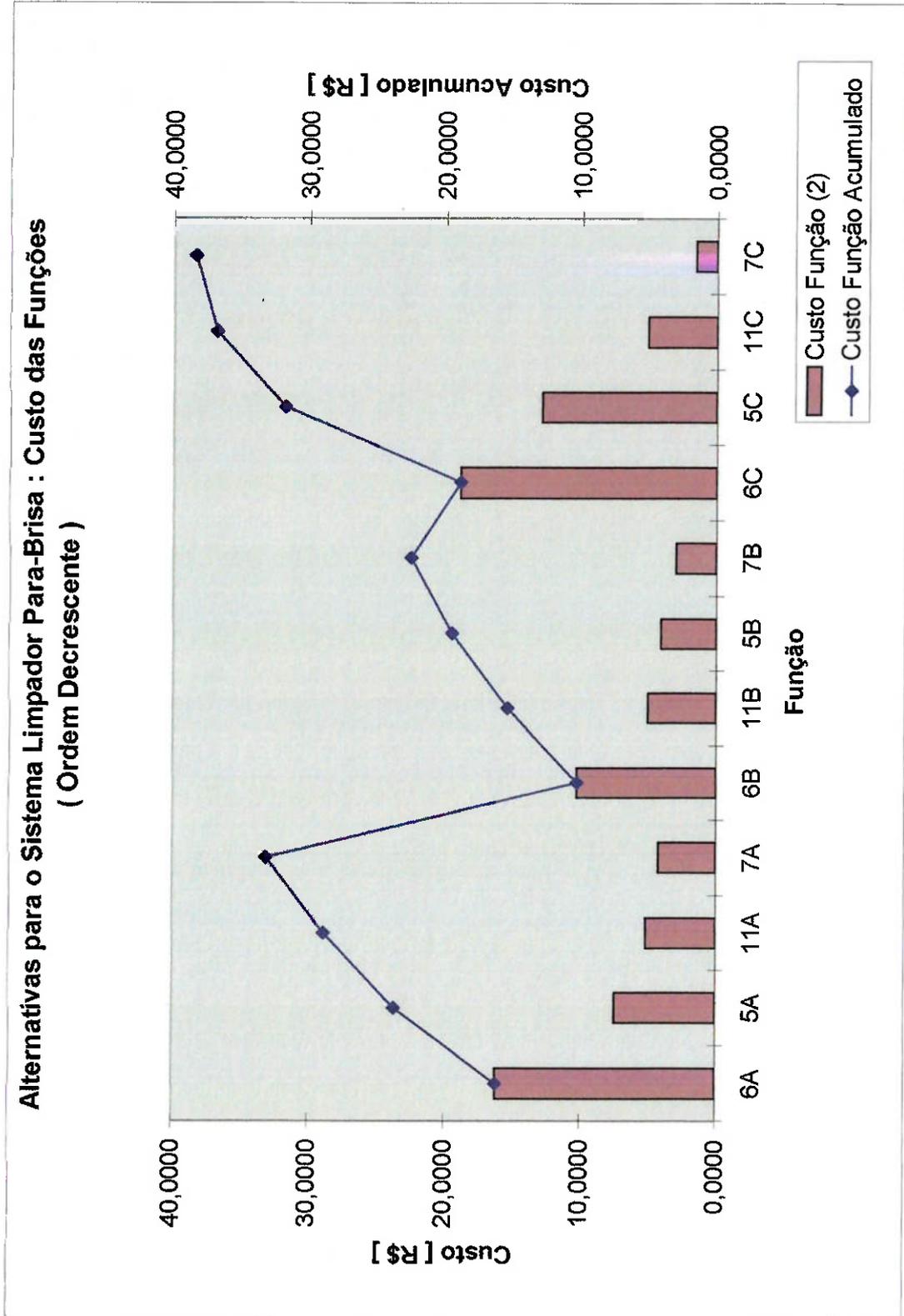


Figura 45 – Gráfico alternativas SLPB: Custo das funções em ordem decrescente

8.4 Fase de Avaliação

8.4.1 Avaliação das alternativas

A figura 46 apresenta as alternativas que foram comparadas entre as vantagens e as desvantagens e grupo, baseado em informações técnicas, econômicas e mercadológicas, recomendou as melhores alternativas. Este formulário é recomendado pela sua simplicidade e facilidade na avaliação dos resultados, concluindo-se sobre a alternativa mais adequada para o presente estudo.

| GM DPM/BR | | ENGENHARIA DE OTIMIZAÇÃO DO VALOR DO PRODUTO (FASE DE AVALIAÇÃO) | | | | PVO # 001/2002 Fls.:01/01 | | |
|--------------------------|--|---|---------------------------------------|--------------------------------|-------------|---------------------------------|-----------|---------|
| IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO | | | | | | | | |
| Veículo | Commodity | Núm. Peça | Núm. Desenho | Descrição | | Procedência | | |
| S10 | Elétrica/ Eletrônica | Conf. Fig.11 | NA | Sistema Limpador de Pára-brisa | | J | | |
| IDÉIAS SELECIONADAS | | VANTAGEM | | X | DESvantAGEM | | AVALIAÇÃO | |
| Núm. | Descrição | | Descrição | | | Descrição | | Válvel? |
| 1 | Para a função 6 – Acionar Limpador Utilizar um interruptor de acionamento simples, que não seja multifunção. | | Simplicidade de Funções a Baixo Custo | | X | Perda de Opcionais | | SIM |
| 2 | Para a função 7 – Controlar Velocidade: Eliminar esta função do componente motor do limpador, pois foi observado que esta função não é feita pelos respectivos motores nos projetos alternativos. | | Simplicidade de Funções a Baixo Custo | | X | Perda de Opcionais | | SIM |
| 3 | | | | | X | | | |
| 4 | | | | | X | | | |
| 5 | | | | | X | | | |
| 6 | | | | | X | | | |
| 7 | | | | | X | | | |
| 8 | | | | | X | | | |
| 9 | | | | | X | | | |
| 10 | | | | | X | | | |
| 11 | | | | | X | | | |
| 12 | | | | | X | | | |
| 13 | | | | | X | | | |
| 14 | | | | | X | | | |
| 15 | | | | | X | | | |
| 16 | | | | | X | | | |
| NOME: PVO TEAM | | | | ASSINATURA: | | DATA: __/__/__ | | |

Figura 46 – Avaliação das alternativas.

8.5 Fase de Planejamento

8.5.1 Planejamento de atividades/ cronograma

A figura 23 apresenta um modelo para o planejamento de atividades/ cronograma e deverá ser testada em trabalhos futuros, pois não foi aplicada neste Trabalho de Conclusão de Curso.

8.6 Fase de Recomendação & Implementação

8.6.1 Recomendações e conclusões do estudo de caso

As recomendações não levam em consideração o estudo completo de uma alteração, bem como os sistemas e componentes que interagem com os Sistemas Limpador de Pára-Brisa. como exemplo as peças metálicas em que os componentes do SLPB são fixados. Para um estudo completo uma análise técnico-econômica-financeira deve ser realizada.

Através do estudo de caso proposto nesse Trabalho de Conclusão de Curso, o Gerenciamento do Valor se deu através da identificação das funções do SLPB e conseqüentemente num aprimoramento do conhecimento desse produto com o desenvolvimento de um plano de trabalho, constituindo-se assim, em organização e sistematização.

Pode-se observar que algumas das funções do SLPB tiveram uma variação em seus custos e um resumo com as suas respectivas classificações por ordem decrescente de custo é mostrado na tabela 7.

As funções 6 “acionar limpador” e 7 “controlar velocidade” do veículo “comercial” se mostram com custos maiores com relação às alternativas dos projetos alternativos A,B e C. **Portanto, as recomendações são:**

Para a função 6 – “acionar limpador”:

- Utilizar um interruptor de acionamento simples, que não seja multifunção. Para os veículos “comerciais” o interruptor multifunção aciona oito velocidades do motor do limpador de pára-brisa (5 velocidades intermitentes,

1 acionamento manual e 2 velocidades contínuas) e os interruptores dos projetos alternativos A, B e C da GMB comandam três (1 velocidade intermitente e 2 velocidades contínuas). O “benchmarking” Ford Ranger comanda quatro (1 velocidade intermitente e 3 velocidades contínuas).

Tabela 7 - Resumo da variação de custo das funções entre o veículo “comercial” e os projetos alternativos A, B e C da GMB.

| VEÍCULO/ PROJ. ALTERNATIVO | FUNÇÃO 6 – Acionar Limpador. 7– Controlar Velocidade. 11– Acionar Esguicho. 5 – Gerar torque. | CUSTO (ordem decrescente) |
|-----------------------------------|--|-------------------------------------|
| Comercial | 6 | 27,1761 |
| | 7 | 22,4494 |
| | 11 | 11,0368 |
| | 5 | 9,2675 |
| Projeto A | 6A | 16,2278 |
| | 5A | 7,4737 |
| | 11A | 5,1772 |
| | 7A | 4,2861 |
| Projeto B | 6B | 10,3116 |
| | 11B | 5,0782 |
| | 5B | 4,1213 |
| | 7B | 3,0093 |
| Projeto C | 6C | 18,8975 |
| | 5C | 12,8810 |
| | 11C | 5,0919 |
| | 7C | 1,5512 |

As expectativas de **Redução de Custos** que poderiam ser alcançadas de acordo com as recomendações são de aproximadamente **94 %** do custo total do componente interruptor do veículo comercial, ou seja, o custo do componente deste veículo é de **R\$ 32,95** (figura 32 ou 34) enquanto para os veículos de passageiros é de **R\$ 2,00** em média (figura 41). Estas expectativas foram consideradas supondo-se que as peças fossem intercambiáveis o que na prática muitas vezes não acontece, sendo necessários projetos específicos para implementação das propostas. Nestes casos, as expectativas de redução de custos podem chegar a índices de **50% a 70%** do custo inicial do componente interruptor para o veículo comercial.

Para a função 7 – “controlar velocidade”:

- Eliminar esta função do componente motor do limpador, pois foi observado que esta função não é feita pelos respectivos motores nos projetos alternativos. A função controlar velocidade está diretamente associada ao motor para os veículos “comerciais”. Isto significa que existe algum controle eletrônico dentro do motor, pois os controles eletrônicos para os projetos alternativos são feitos ou por reles ou por módulos. Geralmente, controles eletrônicos são mais seguros e baratos quando montados em ambientes menos hostis, ou seja, dentro da cabina dos veículos. Provavelmente um motor do limpador com controle eletrônico interno possui um custo mais elevado.

As expectativas de **Redução de Custos** que poderiam ser alcançadas de acordo com as recomendações são de **50 %** do custo total do componente motor do lavador do veículo comercial, ou seja, o custo do componente deste veículo é de **R\$ 28,08** (figura 32 ou 34) enquanto para os veículos de passageiros é de **R\$ 17,00** em média (figura 41). Estas expectativas foram consideradas supondo-se uma simples troca de componentes o que na prática muitas vezes não acontece. Nestes casos, as expectativas de redução de custos podem chegar a índices de **20% a 30 %**, pois serão necessários outros componentes no veículo para substituir o motor do limpador.

8.6.2 Comentários finais do estudo de caso

Através do estudo de caso proposto nesse Trabalho de Conclusão de Curso, algumas considerações devem ser tomadas.

- O desenvolvimento do estudo de caso comprova a necessidade de um plano de trabalho determinado para o Gerenciamento do Valor, pois o plano de trabalho proposto com suas fases colaborou para que as etapas do estudo fossem realizadas de maneira organizada e progressiva, sendo que quando necessário foram repassadas idéias e alguns conceitos foram re-estruturados da melhor maneira:

- O Gerenciamento do Valor se deu através da identificação das funções do Sistema Limpador do Pára-Brisa (SLPB) e conseqüentemente num aprimoramento do conhecimento desse produto;
- Com uma proposta inicial de tentar otimizar (aumentar) seu valor, mantendo-se a performance e a qualidade, o SLPB dos “comerciais” foi comparado com três SLPBs dos veículos de passageiros, cuja função identificadora era a mesma em todos, porém sem as funções irrelevantes que o SLPB dos “comerciais” apresenta. Estas funções adicionais representam também custos adicionais e como se verifica existe um grande potencial para “redução de custos”;
- Nota-se que as alternativas encontradas são apenas um começo e que para um processo real de alteração do sistema estudado, a Fase de Recomendação & Implementação deve ser realizada para obtenção da viabilidade técnico-econômica-financeira.

8.6.3 Acompanhamento do engenheiro de implementação

A figura 24 mostra um modelo para a Fase de Recomendação & Implementação e deverá ser testada em trabalhos futuros, pois esta fase não foi aplicada neste Trabalho de Conclusão de Curso. Contudo, tanto o item 8.5.1 quanto o item 8.6.3 estão implementados com sucesso na GMB.

9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

9.1 Conclusões

Lembrando que o objetivo desse Trabalho de Conclusão de Curso é incentivar a aplicação do Gerenciamento do Valor e desenvolver um plano de trabalho baseado na literatura, adaptando-o, através de um estudo de caso e mostrando que uma vez preservada ou mesmo ampliada a qualidade e como consequência, reduzindo o custo do produto, conclui-se que o uso dessa metodologia resulta no aumento do valor do produto. Portanto, pode-se afirmar que os objetivos foram atingidos tanto para o incentivo da aplicação do Gerenciamento do Valor quanto para a proposta de implementação de um plano de trabalho na Engenharia de Produtos da GMB.

9.1.1 Vantagens:

As vantagens da aplicação do Gerenciamento do Valor são apresentadas como segue:

- O desenvolvimento do plano de trabalho proposto para o Gerenciamento do Valor pode agregar valor ao DOVP, pois se observa um plano de trabalho da área sendo utilizado próximo daqueles apresentados na literatura, fato este que justifica muitas vezes a utilização ou adaptação do próprio formulário do Departamento neste estudo;
- O plano de trabalho proporciona um enfoque sistemático do problema onde todas as informações são levadas em consideração através do cumprimento dos passos pertencentes a cada fase o que possibilita a geração, seleção e escolha da melhor alternativa. Essa organização gera agilidade na aprovação e implementação de propostas de otimização do valor de produtos.
- O plano de trabalho proporciona um consenso das melhores propostas, através da qualidade de comunicação do time de trabalho;
- Observa-se a estimulação do pensamento criativo em verificar as funções de peças ou componentes para propor alternativas que possibilitem o desempenho das mesmas funções a custos mais econômicos. Com isso, as

comparações com produtos concorrentes passam a ser consideradas sobre um outro ponto de vista;

- Verifica-se que muitos engenheiros já passaram por treinamentos anteriores sobre análise funcional e aplicam parcialmente a metodologia em suas atividades de trabalho. O fato de uma nova abordagem do Gerenciamento do Valor para os engenheiros, aliado a política da empresa para a otimização do valor do produto, causa um aspecto positivo para a disseminação da proposta desse Trabalho de Conclusão de Curso;
- A disseminação da cultura do Gerenciamento do Valor na Engenharia de Produtos proporcionará aos fornecedores a migração para a metodologia em questão, sendo incentivados a reforçar o trabalho de parceria com a GMB;
- A implementação de um processo racional de análise com técnicas e procedimentos que possibilitam objetividade e segurança nas mudanças, transmitem aos engenheiros e gerentes a tranquilidade necessária nas decisões e agregam uma atitude simpática quanto ao processo criativo que a metodologia exige de todos;
- Após a fase inicial de qualquer programa de redução de custos que é a eliminação dos desperdícios, uma saída é a aplicação do Gerenciamento do Valor visando novas alternativas no desempenho das funções;
- A GMB possui exemplos de sucesso com programas anteriores de Análise do Valor, onde os engenheiros eram treinados na metodologia e os trabalhos eram apresentados e avaliados com reais possibilidades de implementação;

9.1.2 Desvantagens:

A seguir serão descritas as desvantagens na aplicação do Gerenciamento do Valor:

- A repreensão ao erro mostra um forte inibidor da criatividade, principalmente de alguns engenheiros que discordam do uso da metodologia;
- A obtenção de informações torna-se difícil principalmente quando é necessário que haja interação com os fornecedores, pois os fatores comerciais e tecnológicos envolvidos nas negociações ainda são restritivos;

- O Gerenciamento do Valor requer um tempo de planejamento e análise maior em relação a outras metodologias, visto que alguns critérios necessitam ser alcançados antes de passar para as próximas fases;
- Para a implementação da cultura do Gerenciamento do Valor é necessário um grupo treinado para constante orientação no desenvolvimento dos trabalhos;
- A metodologia pode não ter efeito se as fronteiras de análises não forem bem estabelecidas no início dos estudos, pois os componentes são interligados e dependem do funcionamento do sistema, portanto a atenção deve ser voltada para produtos ou conjuntos fechados onde as fronteiras podem ser facilmente delineadas.
- O Gerenciamento do Valor, muitas vezes, é considerado como uma eficiente técnica de redução de custos, sendo que o seu objetivo principal é apresentar técnicas de melhoramento do valor, dos quais os custos são um dos vários benefícios que a metodologia pode apresentar. Este fato pode contribuir para restringir a sua utilização devido às associações realizadas entre redução de custos e perda de qualidade do produto.

9.2 Recomendações

- O sucesso da disseminação e implementação da metodologia do Gerenciamento do Valor depende diretamente do apoio e incentivo dado pelo comitê executivo da empresa aos diretores responsáveis pela sua aplicação. Recomenda-se a confirmação desses incentivos para uma contínua otimização do valor do produto.
- Algumas etapas do plano de trabalho não foram testadas e outras na prática podem ser flexibilizadas, porém recomenda-se a seqüência do plano de trabalho indicado neste Trabalho de Conclusão de Curso para novos estudos de casos visando a consolidação e implementação final;
- Um processo de treinamento na Engenharia de Produtos deve ser implementado e acompanhado para a disseminação das técnicas e procedimentos do Gerenciamento do Valor;

9.2.1 Trabalhos futuros

- Recomenda-se a implementação de uma técnica de matriz funcional [35] que permita descrever e comparar o conceito de produtos por um estudo genérico de funções. Esta técnica seria adequada para o projeto e custeio de novos produtos principalmente aqueles que ainda estão na fase de concepção. Com isso, a visualização em gráficos com zonas de valor otimizados beneficiariam a tomada de decisão gerencial e estudos para trabalhos futuros.

ANEXOS

ANEXO A - Aplicação na seqüência interrogativa no estudo do método:

Operações

1. Qual é o propósito da operação?
2. O resultado obtido pela operação é necessário? Nesse caso, o que faz isto necessário?
3. A operação é necessária porque a operação prévia não foi executada corretamente?
4. A operação é instituída para corrigir uma condição que já havia sido corrigida de outra maneira?
5. Se a operação está sendo conduzida para melhorar a aparência, o custo adicional dará condições de vendas extra?
6. O propósito da operação pode ser obtido de outro modo?
7. O fornecedor do material pode executar a operação mais economicamente?
8. A operação está sendo executada para satisfazer as exigências de todos os usuários do produto, ou está sendo feita para satisfazer a exigência de poucos usuários?
9. Uma operação subsequente pode eliminar a necessidade da anterior?
10. A operação está sendo executada como resultado de uma rotina?
11. A operação foi estabelecida para reduzir o custo de uma operação prévia, ou uma operação subsequente?
12. A operação foi adicionada pelo departamento de vendas como uma característica especial?
13. A peça pode ser comprada a um custo mais baixo?
14. Adicionando-se uma operação posterior faria com que outra operação se tornasse mais fácil de executar?
15. Há outro modo para executar a operação e ainda manter os mesmos resultados?
16. Se a operação foi estabelecida para corrigir uma dificuldade subsequente, é possível que a operação corretiva seja mais cara que a própria dificuldade?
17. Alguma condição mudou desde que a operação foi acrescentada ao processo?

Projeto

1. O Projeto pode ser mudado para simplificar ou eliminar a operação?
2. O Projeto da peça é satisfatório para o desempenho na manufatura?
3. Resultados equivalentes podem ser obtidos mudando-se o projeto e assim reduzindo-se custos?

4. Uma peça padrão pode ser substituída?
5. Uma mudança no projeto significaria em melhores condições de vendas, em um mercado maior?
6. Uma peça padrão pode ser modificada para fazer o trabalho?
7. É possível melhorar a aparência da peça sem interferir com sua utilidade?
8. Um custo adicional causado pela melhoria da aparência e maior utilidade seria compensado pelo aumento do negócio?
9. O produto tem a melhor aparência e utilidade no mercado ao preço?

Requisitos de Inspeção

1. Quais são as exigências de inspeção para esta operação?
2. Todos os envolvidos sabem exatamente quais são os requisitos?
3. Quais são os detalhes de inspeção das operações prévias e seguintes?
4. A mudança dos requisitos desta operação tornaria mais fácil de executar?
5. A mudança dos requisitos desta operação a faria mais simples?
6. As tolerâncias, desvios, acabamentos e outros requisitos de norma são realmente necessários?
7. As normas podem ser elevadas para melhorar qualidade sem custo desnecessário?
8. Utilizando normas mais abertas, reduziriam os custos consideravelmente?
9. A qualidade do produto acabado pode ser melhorada de qualquer forma sobre a norma presente?
10. Como as normas para esta operação/ produto se equivalem a normas de produtos semelhantes?
11. A qualidade pode ser melhorada usando novos processos?
12. As mesmas normas são necessárias para todos os clientes?
13. Uma mudança nas normas e nos requisitos de inspeção aumentará o retrabalho e despesa na operação, venda ou campo?
14. As tolerâncias usadas na prática são as mesmas do desenho?
15. Chegou-se a um acordo por todos os envolvidos sobre o que constitui qualidade aceitável?
16. Quais são as causas principais de rejeições para esta peça?
17. O padrão de qualidade é definitivamente fixado, ou é uma questão de julgamento individual?

Manuseio de Materiais

1. O tempo gasto trazendo o material para o posto de trabalho e removendo-o é maior em relação ao tempo de manuseio no posto de trabalho?
2. Se não, o manuseio do material poderia ser feito pelos operadores para prover um descanso através da mudança de ocupação?
3. Deveria ser usado transporte manual, elétrico ou empilhadeira?
4. Deveriam ser projetados prateleiras especiais, recipientes ou pacotes para permitir a manipulação de material com facilidade e sem dano?
5. Aonde materiais entrantes e de partida deveriam ser localizados na área de trabalho?
6. Um transportador é justificado, e nesse caso, qual o tipo seria mais adequado para o trabalho?
7. Os postos de trabalho para passos progressivos da operação podem ser movidos para mais perto e o problema de manipulação de material superado por prioridades?
8. O material pode ser empurrado de operador a operador ao longo das estações?
9. O material pode ser despachado de um ponto central por meio de um transportador?
10. O tamanho do recipiente é adequado para a quantidade de material transportado?
11. O material pode ser trazido a um ponto de inspeção central por meio de um transportador?
12. Um recipiente pode ser projetado para tornar o material mais acessível?
13. Um recipiente poderia ser colocado no posto de trabalho sem remover o material?
14. Um levantador elétrico ou de ar ou qualquer outro dispositivo de levantamento poderia ser usado com vantagem?
15. Se uma empilhadeira for usada, o serviço é rápido e preciso?
16. Um trator-reboque pode ser usado? O trator ou uma linha aérea poderia ser usada para substituir um transportador?
17. A gravidade pode ser utilizada começando a primeira operação a um nível mais alto?
18. Calhas podem ser usadas para apanhar o material e carregá-lo para recipientes?
19. Gráficos de processos com o fluxo poderiam ajudar na resolução de problemas de fluxo e manuseio de materiais?
20. O armazenamento é eficientemente localizado?
21. A estação de carga e descarga está localizada na região central?
22. Transportadores podem ser usados para transporte de chão para chão?

23. Recipientes de material portáteis podem ser usados nos postos de trabalho?
24. Uma peça acabada pode ser disposta facilmente?
25. Uma plataforma giratória eliminaria andar?
26. Matéria-prima entrante pode ser entregue no primeiro posto de trabalho para reduzir excesso de manuseio?
27. Operações poderiam ser combinadas em um único posto de trabalho para reduzir excesso de manuseio?
28. Um recipiente de tamanho padrão poderia eliminar a operação de pesagem?
29. Um elevador hidráulico eliminaria um serviço de guindaste?
30. O operador poderia entregar peças para o próximo posto de trabalho quando estivessem disponíveis?
31. Os recipientes são uniformes para permitir empilhar e eliminar uso excessivo de espaço de chão?
32. O material poderia ser comprado em um tamanho mais conveniente para o manuseio?
33. Sinais, i.e. luzes, sinos etc., notificando homens que mais material é requerido, evitaria atrasos?
34. Uma melhor programação eliminaria gargalos?
35. Um melhor planejamento eliminaria gargalos de guindaste?
36. O local de armazenamento e estoque pode ser alterado para reduzir o manuseio e transporte?

Análise do Processo

1. A operação analisada pode ser combinada com outra operação ou eliminada?
2. Pode ser separado e as várias partes da operação somadas a outras operações?
3. Pode uma parte da operação que é executada, ser completamente mais eficiente como uma operação separada?
4. A seqüência de operações é a melhor possível, ou a mudança da seqüência melhoraria a operação?
5. A operação poderia ser feita em outro departamento para economizar o custo de manuseio?
6. Um estudo conciso da operação deveria ser feito por meio de um quadro de fluxo de processo?
7. Se a operação é mudada, que efeito teria nas outras operações? No produto acabado?
8. Se um método diferente de produzir a peça pode ser usado, isso justificaria todo o trabalho e atividade envolvidos?

9. A operação e inspeção podem ser combinadas?
10. O trabalho é inspecionado a seu ponto mais crítico, ou quando é completado?
11. Um formulário de inspeção eliminaria desperdício, refugo ou despesa?

Material

1. O material que está sendo usado realmente é o mais satisfatório para o trabalho?
2. Um material mais barato poderia ser utilizado e ainda desempenhar satisfatoriamente?
3. Poderia ser utilizado um material com dimensões menores?
4. O material é comprado em uma condição satisfatória para uso?
5. O fornecedor poderia executar trabalho adicional no material que melhoraria o uso e diminuiria o desperdício?
6. O material é suficientemente limpo?
7. O material é comprado em quantias e tamanhos que dão o máximo rendimento e a mínima perda?
8. O material é aproveitado da melhor maneira possível para o processamento?
9. Os materiais usados com relação aos processos de óleos, água, ácidos, pintura, gás, ar comprimido, eletricidade, e o uso são controlados e economizados?
10. Como o custo de material se compara com o custo da mão-de-obra?
11. O projeto pode ser mudado para eliminar o excesso de perda e refugo e material?
12. O número de materiais usados pode ser reduzido através de comunização?
13. A peça poderia ser feita de material refugado?
14. Materiais plásticos podem ser utilizados?
15. O fornecedor do material está executando operações nas quais não são necessárias para o processo?
16. Materiais extrudados podem ser utilizados?
17. Se o material fosse de um grau mais consistente, um melhor controle do processo poderia ser estabelecido?
18. Uma peça fabricada pode ser substituída em vez de um fundido para economizar custos padrão?
19. A atividade é suficientemente baixa para garantir isto?
20. O material é isento de extremidades afiadas e rebarbas?
21. Que efeito tem o armazenamento no material?
22. Uma inspeção mais cuidadosa de materiais entrantes poderia diminuir dificuldades que são encontradas agora na produção?

Disposição do Local de Trabalho

1. Como o trabalho é disposto ao operador?
2. As coisas são tão bem controladas que o operador nunca está sem um trabalho?
3. Como o operador recebe as instruções?
4. Como o material é obtido?
5. Como são liberados os desenhos e as ferramentas?
6. Há um controle da hora? Nesse caso, como são conferidos os tempos que começam e terminam o trabalho?
7. Há muitas possibilidades para atrasos na sala de desenhos, almoxarifado e no escritório?
8. A disposição do local de trabalho prova eficiência, e pode ser melhorado?
9. O material é corretamente posicionado?
10. Se a operação está sendo executada continuamente, quanto tempo é desperdiçado no começo e no fim do turno, através de operações preliminares e limpeza?
11. Planejamento de ferramentas são elaborados para evitar atrasos?
12. Como o fornecimento de material é repostado?
13. Transportadores poderiam ser usadas?
15. Guias ou pinos poderiam ser usados para posicionar a peça?
16. O que deve ser feito para completar a operação e disponibilizar o equipamento?
17. Como o lugar de trabalho deveria ser completamente limpo?

Ferramentas e Equipamentos

1. Um transportadores pode ser projetado para ser usado por mais de um trabalhador?
2. O volume é suficiente para justificar "tolls" especializados altamente desenvolvidos e instalações?
3. Uma revista pode ser usado?
4. O transportador poderia ser feito de material mais leve, ou assim projetado com economia de material para permitir um manuseio mais fácil?
5. Há outros dispositivos que podem ser adaptados a este trabalho?
7. O projeto do transportador está correto?
8. Um ferramental de custo mais barato diminuiria a qualidade?
9. O transportador foi projetado para permitir máxima economia de movimento?
10. A peça pode ser rapidamente inserida e removida dos transportadores?

11. Um ação rápida, com um mecanismo de acionamento por came é desejável para acionar o transportador?
12. Ejetores podem ser instalados no dispositivo para remoção automática da peça quando o dispositivo está aberto?
13. Todos os operadores são providos das mesmas ferramentas?
14. Se trabalho preciso for necessário, são providos próprias medidas e outros instrumentos de medidas?
15. O equipamento de madeira em uso está em boa condição e as bancas de trabalho livres de lascas?

Condições de Trabalho

1. A iluminação é suficiente ao longo do dia?
2. A luminosidade excessiva foi eliminada do lugar de trabalho?
3. A própria temperatura para conforto é provido a toda hora; se não, ventiladores ou aquecedores podem ser usados?
4. A instalação de equipamento de condicionado é justificada?
5. A fumaça e sujeira podem ser removidas por sistemas de exaustão?
6. Existe fornecimento de água e está localizado perto?
8. Os fatores de segurança estão sendo levados em consideração?
9. O pavimento oferece segurança?
10. O operador foi ensinado trabalhar seguramente?
11. A roupa é satisfatória de um ponto de vista de segurança?
12. A planta apresenta um próximo e em ordem aparecimento a toda hora?
13. Como a quantia de material acabado é contada?
14. Há um cheque definido entre pedaços registrados e pedaços pagaram?
15. Contadores automáticos podem ser usados?
16. Que trabalho escritural é requerido de operadores por encher cartões a tempo, requisições materiais e o igual?
17. Como trabalho defeituoso é controlado?
18. O que está sendo analisado o tamanho de lote econômico para o trabalho?
19. São mantidos registros adequados no desempenho de operadores?
20. São apresentados os empregados novos corretamente aos ambientes deles/delas e eles recebem instrução suficiente?
21. Quando os trabalhadores não alcançam um padrão de desempenho que os detalhes são dentro investigado?

22. São encorajadas sugestões de trabalhadores?
23. Os trabalhadores realmente entendem o plano de incentivo debaixo do qual eles trabalham?
24. Um real interesse é desenvolvido entre os trabalhadores no produto?
25. A operação está sendo executada pela própria classe de labute?
26. É fisicamente o operador servido para o trabalho.
27. A planta está indevidamente fria em inverno, ou sufocante em verão, especialmente na primeira manhã da semana?

ANEXO B – Lista de verificação para Fase de Planejamento

| Number | Description |
|--------|---|
| 1 | Special requirements |
| 2 | Styling and appearance affected ? |
| 3 | Ergonomic considerations (Accessibility / Sharp Corners avoidance) |
| 4 | Material (Specifications / Thickness / Performance / Corrosion / Finishing, etc) |
| 5 | Component technical specification notes for the drawing |
| 6 | Parts proliferation analysis |
| 7 | Dynamic requirements (Displacement / Loads, etc) |
| 8 | Interfaces with other design groups checked ? |
| 9 | FMVSS / GMUTS / Export requirements, etc (Safety & Regulations aspects considered) |
| 10 | Durability requirements |
| 11 | Performance requirements |
| 12 | Drafting work scheduled ? |
| 13 | Clearances - Product & Tool / Interferences |
| 14 | Dimensional requirements (Datums / Tolerances / KPC's / PMP's) |
| 15 | Structural Integrity |
| 16 | Design Check / Design Review conducted ? |
| 17 | Load Path / Sequence / Assembly process |
| 18 | Service & Tools requirements / Serviceability / Interchangeability |
| 19 | Options considered ? |
| 20 | Release dates defined |
| 21 | Prototype Build Schedule / Samples availability |
| 22 | Error-proofing |
| 23 | Sketches |
| 24 | Assembly Breakdown |
| 25 | Ref. Part Numbers (similar to...) |
| 26 | Sight lines |
| 27 | Human Factors Considerations |
| 28 | Lab Tests |
| 29 | Vehicle Development Input |
| 30 | Thermal / Environmental Considerations |
| 31 | Acoustics / Insulation / Sealing (Squeak & Rattle) |
| 32 | Mass |
| 33 | Assembling & Fittings checked ? |
| 34 | Manufacturing Process Requirements - Molded (Blow; Injection-Die Pull & Draft Angle) – Stamping / Extrusion / Die-Cut / Casting / DFM-DFA Report |
| 35 | Comparison with competition models (BENCHMARKING) |
| 36 | Component Definition: Location / Orientation / Routing Strategy |
| 37 | Component Definition: Size (Diameter, Area, Length, Capacity) |
| 38 | Component Definition: Strength / Feel / Effort / Force |
| 39 | Component Definition: OPIS |
| 40 | Component Definition: Final S.P.E. surface |
| 41 | Component definition: Electrical Mechanization |
| 42 | Attachment Strategy: Fastener (Mechanical, Snap, Weld, Bond-Type/Qty, Str. Sealers, Torque, Fittings) |

- 43 Attachment Strategy: Part Numbers (Approved Fastener List)
- 44 Interfaces: Typical Sections
- 45 Interfaces Key Contacts (Engineers / Designers / Styling / Sources)
- 46 Interfaces: Interface Control Documents & Sketches
- 47 Interfaces: Background Part Numbers
- 48 Interfaces: Vendor drawing or math data
- 49 Features affected (approval at bubble up phase)
- 50 Owner Manual affected
- 51 Repair manual affected
- 52 Changes at GMB Assembly Process (feasibility in bubble up phase)
- 53 Part involved in a past or present field complaint
- 54 Change affects interface with another component
- 55 Imported part affected
- 56 Rig test required
- 57 Special tests required (four post, etc.)
- 58 S&R affected. Require S&R test procedure
- 59 PDM affected
- 60 New Program affected
- 61 Car fleet exposure recommended
- 62 Exported vehicles affected. Inform Export Engineering
- 63 P&A affected. Inform P&A release group.
- 64 Structural analysis recommended
- 65 Interchangeability affected. New part number required
- 66 Plant Commitment
- 67 Legal Requirements (CONTRAN)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABREU, R. C. L. **Análise de valor** : um caminho criativo para a otimização dos custos e do uso dos recursos. Rio de Janeiro : Qualitymark, 1995.
- [2] ALLORA, F., **Engenharia de custos técnicos**. s.l. : Pioneira , 1985.
- [3] BREKEL, A V. D. Pareto and good VE. In: SAVE PROCEEDINGS., 1971 v.6. p.287.
- [4] CSILLAG, J. M. **Análise do valor** : metodologia do valor, engenharia do valor, Gerenciamento do valor, redução de custos, racionalização administrativa. 2. ed. São Paulo : Atlas, 1986.
- [5] CSILLAG, J. M.. **Análise do valor** : metodologia do valor, engenharia do valor, gerenciamento do valor, redução de custos, racionalização administrativa. 3. ed. São Paulo : Atlas, 1991.
- [6] CURY, R. M. **Modelo para seleção de materiais em projetos de produtos industriais**. Florianópolis , 1993. 110 p. Dissertação (Mestrado) Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina.
- [7] DE BONO, E. **Lateral thinking**. London : Penguin Books, 1990.
- [8] DIETER. G. E. **Engineering design, a materials and processing approach**. 2 ed. New York : McGraw-Hill, 1991. 721p.
- [9] FANGE, E. K. V. **Criatividade profissional**. 4. ed. São Paulo : IBRASA, 1973. 254p.

ACESSO ON-LINE

- [10] FAYEK, R. A. Activity-based job costing for integrating estimating, scheduling, and cost control. **Cost Engineering**, Morgantown, ag. 2001. Disponível em: <<http://proquest.umi.com>>Acesso em: 9maio2002.
- [11] FERREIRA, A. B. H. de. **Novo dicionário da língua portuguesa**. Rio de Janeiro : Nova Fronteira, 1975. 1517p.

- [12] FOWLER, T. C. **Forward to the basics: create-by-function.** In: SAVE PROCEEDINGS, Dayton Ohio, 1994.
- [13] GREVE, W. J.; WILSON, W. F. **Value engineering in manufacturing.** New Jersey : ASTME , 1967.
- [14] MARQUES JUNIOR, José (trad.). **Administração da produção.** São Paulo : Atlas, 1981.
- [15] HARRIS, L. R.; IKOVENKO, S.; ZAAL J. G. Accelerate technical & commercial advancement using computer-aided innovation (CAI) and value engineering (VE) In: SAE INTERNATIONAL CONGRESS AND EXPOSITION, Detroit, Michigan, 1998. **Papers.** Warrendale, PA : Sae, 1998. (Paper 981180)
- [16] HELLER, E. D. **Value management: value engineering and cost reduction.** Menlo Park, California : Addison-Wesley . 1971.
- [17] JURAN, J. M. **Juran on leadership for quality, an executive handbook.** New York : The Free press, 1989. 373p.
- [18] KUGLIANSKAS, I. Estratégia empresarial para a compressão do ciclo de vida de projeto: engenharia simultânea e técnicas associadas. In. SIMPÓSIO DE GESTÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 18. São Paulo, 1994. **Anais.** São Paulo : USP/NPGCT/FIA/PACTO, 1994. p. 853-872.
- [19] MASSARANI, Marcelo.; MATTOS, F. C. de. Aumento da rigidez à torção de um monoposto de fórmula chevrolet usando a engenharia do valor. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA, 9., São Paulo, 1997. **SIMEA '97.** São Paulo : s.ed., 1997.
- [20] MASSARANI, Marcelo; Mattos, F. C. de. **Apostila de curso de mestrado profissionalizante : engenharia do valor.** São Paulo : EPUSP, 2001.
- [21] MATTOS, F. C. de; MASSARANI, Marcelo. Engenharia do valor como instrumento de qualidade no desenvolvimento de produtos Mecânicos. In:

SIMPÓSIO DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA, 9., São Paulo, 1997. **Anais.**
São Paulo, AEA, 1997. p.401-411

- [23] MATTOS, F. C. de; MASSARANI, M. Reformulação do projeto de produtos mecânicos através de técnicas de análise e engenharia do valor (AV/EV). In: INTERNATIONAL MOBILITY TECHNOLOGY CONFERENCE AND EXHIBIT, 6., São Paulo, 1997. **SAE Brasil' 97.** São Paulo : Sae, 1997. (Paper. 973080P)
- [24] MATTOS, F. C. de; MASSARANI, M. A engenharia de valor no desenvolvimento contínuo de produtos. In: INTERNATIONAL MOBILITY TECHNOLOGY CONFERENCE AND EXHIBIT, 7., São Paulo, 1998. **SAE Brasil' 98.** São Paulo : Sae, 1998. (Paper ,982953P)

ACESSO ON-LINE

- [25] MCDUFF R. C., Value engineering perspectives on cost engineering. **Cost Engineering;** Morgantown, ago. 2001. Disponível em: <<http://proquest.umi.com>> Acesso em: 9maio2002.
- [26] MILES, L. D., **Techniques of value analysis and engineering.** 2. ed. New York : McGraw-Hill Book, 1972.
- [27] BLANDY, Lauro Santos (trad.) **Administração da produção.** São Paulo : McGraw-Hill, 1987.
- [28] MOREIRA, D. A, **Administração da produção e operações.** São Paulo : Pioneira. 1993.
- [29] PALADINI, E. P.. **Gestão da qualidade no processo:** a qualidade na produção de bens e serviços. São Paulo : Atlas, 1995.
- [30] PEREIRA FILHO, R.R. **Análise do valor** : melhoria contínua. São Paulo : Nobel, 1994.
- [31] PORTER, M. E. **Estratégia competitiva.** Rio de Janeiro : Editora Campus, 1988.

- [32] POSSAMAI, O. **Projeto de produto**. Joinville : Associação Comercial e Industrial de Joinville, 1986. 109p.

ACESSO ON-LINE

- [33] SAMI – systematic analytic methods innovations : value engineering and simplification analysis. Disponível em: <www.ee.uwa.edu.au/~ccroft/eom446/lecc1.html> Acesso em: 23maio2002.

- [34] SCHNEIDER, H. M. Colaborando através da engenharia simultânea para a inovação. In. SIMPÓSIO DE GESTÃO E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 18., São Paulo, 1994. **Anais**. São Paulo : USP/NPGCT/FIA/PACTO, 1994. p. 959-970.

- [35] SHILLITO, L. M.; DE MARLE, D. J. **Value: its measurement design & management**. s.l. : Wiley, 1939.

ACESSO ON-LINE

- [36] SOUZA, J. P. de. A contribuição da metodologia de análise de valor e engenharia de valor para o projeto do produto. **Caderno de Administração**, Maringá, v. 7, n.3, p.17-34, jul/dez.1999. Disponível em: <<http://www.dad.uem.br/caderno7-3/artigos/artigo1.html>> Acesso em 28mai.2002.

- [37] TABORDA, G. C. Leadership, teamwork, and empowerment future management trends. **Cost Engineering**, Morgantown, out. 2000. Disponível em: <<http://proquest.umi.com>> Acesso em: 9maio2002.

- [38] WEISMAN, H. **Basic technical reporting**. New Jersey : s.ed., 1996.