

MAURICIO MIORI

**ANÁLISE DE VEÍCULOS AUTOMOTORES ATRAVÉS DA APLICAÇÃO
DAS TÉCNICAS DA METODOLOGIA DO VALOR**

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

São Paulo

2002

MAURICIO MIORI

**ANÁLISE DE VEÍCULOS AUTOMOTORES ATRAVÉS DA APLICAÇÃO
DAS TÉCNICAS DA METODOLOGIA DO VALOR**

Trabalho 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

2002/07/ENGENHARIA AUTOMOTIVA

fls.07

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA
TERMO DE JULGAMENTO
DE
TRABALHO FINAL DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Aos 27 dias do mês de setembro de 2002, às 16:00 horas, no Departamento de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, presente a Comissão Julgadora, integrada pelos Senhores Professores Doutores Marcelo Massarani, Orientador(a) do(a) candidato(a), José Reinaldo Silva e Mardel Bongiovanni de Conti, iniciou-se o Trabalho Final de Conclusão de Curso do(a) Sr(a). **MAURICIO MIORI**

Titulo do Trabalho Final de Conclusão de Curso: "ANÁLISE DE VEÍCULOS AUTOMOTORES ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DAS TÉCNICAS DA METODOLOGIA DO VALOR"

Concluída a arguição, procedeu-se ao julgamento na forma regulamentar, tendo a Comissão Julgadora considerado o(a) candidato(a):

- Prof.Dr. Marcelo Massarani..... (APROVADO)
- Prof.Dr. José Reinaldo Silva..... (APROVADO)
- Prof.Dr. Mardel Bongiovanni de Conti..... (APROVADO)

Para constar, é lavrado o presente termo, que vai assinado pela Comissão Julgadora e pela Coordenação do Mestrado Profissionalizante em Engenharia Automotiva.

São Paulo, 27 de setembro de 2002.
A COMISSÃO JULGADORA

(Handwritten signatures of Marcelo Massarani, José Reinaldo Silva, and Mardel Bongiovanni de Conti)

Coordenador:
Prof. Dr. Ronaldo de B. Salvagni

(Handwritten signature of Ronaldo de B. Salvagni)

Homologado pela C.P.G. em reunião realizada 18/11/02.

ME

Aos meus familiares, especialmente a minha esposa, meu filho e meus pais, os quais me fazem refletir o real valor da vida e cada vez mais aprecia-la.

A natureza por dar mostras incontáveis de simplicidade, coerência e harmonia.

Aos veículos automotores que fizeram dos meus estudos um modo de desenvolvimento técnico e humano.

AGRADECIMENTOS

Ao amigo e professor Dr. Marcelo Massarani pela amizade, apoio e diretrizes seguras.

A minha esposa pela generosidade e incentivo.

A todos que direta ou indiretamente ajudaram na execução deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho busca aumentar a capacidade de análise em veículos automotores através da aplicação das técnicas da Metodologia do Valor nos produtos e componentes. A preocupação do texto está centrada na elaboração de formas de acompanhamento das análises dos veículos através de planilhas para a coleta de dados visando o aprimoramento das informações obtidas, bem como na elaboração de um gerenciador de banco de dados, o qual, além da função de armazenar dados, também tem a função de facilitar a disseminação das informações. O texto apresenta também os resultados dos testes aplicados para a comprovação dos estudos desenvolvidos pelo autor buscando a aplicação da metodologia. Este texto também tem a pretensão de divulgar as técnicas da Metodologia do Valor dentro da organização incentivando o uso e sendo um agente de mudança cultural.

ABSTRACT

This report has the intention of improving the analysis capacity of automotive vehicles through application of Value Methodology techniques in products and components. The text is centered on the elaboration of ways of pursuing the vehicle analysis through data acquisition worksheet targeting the improvement of the collected information, as well as the elaboration of a database manager, which beyond storing the data, has the function to make easy the information dissemination. The report shows the tests results applied to confirm the studies developed by the author. This study has the intention in divulge the Value Methodology techniques in the organization, encourage its usage and be a cultural change agent.

SUMÁRIO

1	<i>CAPÍTULO - INTRODUÇÃO</i>	1
1.1	Objetivo	1
1.2	Escopo	1
1.3	O Processo Atual	2
1.4	Pontos fortes do sistema atual	7
1.5	Pontos fracos do sistema atual	8
1.6	Estado atual	10
2	<i>CAPÍTULO - METODOLOGIA DO VALOR</i>	16
2.1	Histórico.....	16
2.2	Definições	17
2.3	Entendendo a Metodologia do Valor	21
2.4	Redução de Custos x Engenharia do Valor	23
2.5	Analisando o ciclo de vida do produto	26
2.6	Aceleradores de resultados.....	29
2.7	Considerações sobre Metodologia do Valor.....	34
3	<i>CAPÍTULO - PROPOSTA</i>	36
3.1	A abrangência da proposta	36
3.2	Avaliando o veículo por funções.....	37
3.3	O atendimento as funções.....	38
3.4	Análise estática do veículo - a visão do cliente	48
3.5	Análise durante o processo de desmontagem do veículo	49
3.6	Coletando dados	51
3.7	A necessidade de classificar as observações	52
3.8	Classificando o desempenho.....	54
3.9	Classificando o custo	54
4	<i>CAPÍTULO - O ARMAZENAMENTO DE DADOS</i>	58
4.1	O gerenciamento das informações	58
4.2	Incluindo dados	58
4.3	Pesquisando e gerando relatórios.....	61
5	<i>CAPÍTULO - O PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO</i>	63
5.1	O início dos trabalhos.....	63
5.2	Desenvolvendo planilhas de suporte	63
5.3	Os primeiros testes	64

5.4	Buscando soluções	66
5.5	Aplicando a proposta de trabalho	68
5.6	Divulgando os resultados.....	69
6	<i>CAPÍTULO - CONSIDERAÇÕES FINAIS</i>	71
6.1	Conclusão.....	71
6.2	Recomendações futuras	73
7	<i>ANEXOS</i>	76
8	<i>LISTA DE REFERÊNCIAS</i>	98

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 : Relação entre crescimento, custo e lucro	12
Figura 02 : Etapas de um processo de Engenharia do Valor x redução de custo	25
Figura 03 : Redução de custos x etapas do ciclo de vida de um produto	27
Figura 04 : Perda do potencial conforme o grau de subdivisão do produto	28
Figura 05 : Planilha "Coleta de Dados" utilizada na análise dos veículos	52
Figura 06 : Tela de abertura do programa	59
Figura 07 : Tela para inclusão de dados	60
Figura 08 : Tela de inclusão de dados preenchida	60
Figura 09 : Tela para a geração de relatórios	61
Figura 10 : Tela contendo o relatório gerado pelo programa	62
Figura 11 : 1ª planilha elaborada para a coleta de dados	63
Figura 12 : 2ª planilha elaborada para a coleta de dados de veículos montados	64
Figura 13 : Modelo tradicional de análise de veículos	65
Figura 14 : Modelo utilizado na avaliação do veículo 01	65
Figura 15 : Análise do veículo 01 conforme nova sistemática	66
Figura 16 : Análise do veículo 02	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 : Exemplo de verbos	20
Tabela 02 : Exemplo de substantivos	20
Tabela 03 : Processo de redução de custo x Engenharia do Valor	23
Tabela 04 : Etapas no ciclo de vida de um produto	26
Tabela 05 : Notas atribuídas em função do investimento necessário	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CPCA : Campo de Provas da Cruz Alta da General Motors do Brasil.

VPPS : Vehicle Partitioning and Product Structure.

1 CAPÍTULO - INTRODUÇÃO

1.1 *Objetivo*

O objetivo do trabalho é a criação de uma sistemática para aprimorar a análise e avaliação de produtos, componentes e serviços correlacionados com a indústria automobilística, com o intuito de elevar o valor dos mesmos, atribuindo uma maior competitividade através do aumento do desempenho e redução de custos. Um fator a ser determinado deverá definir o valor competitivo.

A definição de um modo de classificação das observações feitas durante a análise dos veículos servirá como base para a determinação das prioridades para os estudos de implementação nos produtos, esta classificação também deverá ser levada em consideração na elaboração do trabalho, definindo uma sistemática para que as idéias sejam implementadas da forma mais positiva e incentivando a motivação do pessoal envolvido. Deve-se lembrar que toda a técnica a ser utilizada deverá prever seu uso em produtos, componentes e serviços já existentes como também em projetos futuros.

1.2 *Escopo*

O trabalho apresentado tem como função o entendimento da real situação dos trabalhos efetuados pela área de Engenharia do Valor & Teardown da General Motors do Brasil, tem também como objetivo a análise do material pesquisado sobre este tema, sua análise crítica e a criação de uma proposta de trabalho para a referida área com o intuito de melhorar os resultados obtidos durante as análises dos veículos quer na redução de custos, quer no incremento da qualidade como também na aplicação de novas tecnologias entre muitas outras onde pode-se atuar visando sempre o aumento da competitividade do produto final.

1.3 O Processo Atual

Os trabalhos realizados pela área de Engenharia do Valor & *Teardown* são divididos basicamente em duas atividades principais:

- Avaliação de veículos.
- Realização de *Workshop* de sistemas veiculares.

Deve-se ressaltar que a avaliação de veículos compreende duas etapas, a avaliação do veículo montado e do veículo desmontado.

1.3.1 A atual avaliação do veículo

O atual processo de avaliação de veículos no qual a área de Engenharia do Valor & *Teardown* está inserido, utiliza recursos que foram desenvolvidos através dos anos de sua existência, a qual remonta do ano de 1985, assim, muito do material utilizado pela área não contempla completamente a teoria desenvolvida e estudada para a aplicação da Metodologia do Valor.

A área de estudo tem a responsabilidade de avaliar os veículos fabricados pela própria General Motors como também de outras montadoras com o intuito de gerar propostas que visem a redução de custo, incremento da qualidade, desenvolvimento de tecnologia e outros atributos que possam contribuir para a melhoria do desempenho final do produto, aumentando assim sua competitividade nos mercados onde os produtos são vendidos.

Os veículos utilizados para avaliação podem ser oriundos de três tipos:

- Comprados pelo departamento.
- Emprestados por outras montadoras.
- Alugados.

Os veículos emprestados e alugados são avaliados estaticamente e posteriormente devolvidos, impossibilitando uma análise mais criteriosa, já os veículos comprados, após o término da avaliação estática, são avaliados pelo CPCA (Campo de Provas da Cruz Alta) e, terminado os testes, os mesmos são desmontados para uma avaliação mais detalhada e criteriosa.

A atividade de análise é efetuada com produtos correntes, ou seja, em produção podendo ser adquiridos no mercado local ou importados quando necessário. Os trabalhos também são efetuados em veículos de pré-série, quando da própria General Motors.

Todo o veículo em poder da área de Engenharia do Valor & *Teardown*, quer para avaliação estática ou para desmontagem, segue, independentemente se fabricado pela General Motors ou pela concorrência, um roteiro preestabelecido para que todos os requisitos possam ser analisados e contribuir, efetivamente, na composição do relatório final do mesmo.

Após o recebimento do veículo pela área de Engenharia do Valor & *Teardown*, o mesmo é submetido a uma avaliação estática para a verificação dos itens preestabelecidos a fim de analisar suas características como:

- Folgas entre as peças montadas, o que permite compreender a condição final de montagem do veículo, suas possíveis variações e a tecnologia aplicada no desenvolvimento e na montagem do mesmo.
- O esforço para a abertura e fechamento das portas do veículo, assim pode-se analisar todo o mecanismo de trava, as guarnições e suas respectivas pressões de fechamento.

- A pintura é um elemento de análise, assim verifica-se o processo de pintura, a qualidade da mesma traçando um comparativo com os demais veículos analisados.

A avaliação da qualidade final do veículo é realizada por uma área específica, a qual verifica as condições de montagem e funcionamento dentro de um critério predeterminado, executando também uma avaliação dinâmica com o veículo através de um circuito externo à empresa com o intuito de verificar o desempenho geral do mesmo em condições reais de uso.

Todas as informações colhidas geram um relatório descritivo por veículo contendo informações provenientes das análises efetuadas com os veículos da concorrência e da própria companhia, aumentando o conhecimento de toda a organização.

Terminada a avaliação estática, o veículo, no caso do mesmo ter sido comprado pela General Motors, é enviado ao CPCA onde são analisados todos os itens de performance, como desempenho do motor e transmissão, análise do sistema de freio, suspensão, nível de ruído, visibilidade, torção da carroceria entre muitos outros pontos.

As análises efetuadas pelo CPCA são importantes para que seja possível efetuar um comparativo entre a performance do veículo com as soluções técnicas aplicadas e verificadas após a desmontagem do mesmo. Terminada a avaliação dinâmica junto ao CPCA, o veículo está à disposição para entrar na fase de desmontagem, a qual é finalizada em um prazo médio de 25 dias úteis.

A desmontagem do veículo segue um cronograma estabelecido pela área de Engenharia do Valor & *Teardown*, a qual analisa a melhor forma de desmontagem, isto é, qual a melhor seqüência para a remoção das peças, uma vez que, durante a desmontagem já é efetuada uma análise preliminar do conjunto, como por exemplo as condições de montagem, acessibilidade dos componentes e outras inspeções visuais possíveis.

Terminada a desmontagem, todas as peças são cadastradas em um banco de dados, classificadas, pesadas e contadas. Estas informações acompanham a peça através de uma etiqueta para facilitar a identificação e futuras consultas.

As peças desmontadas são colocadas sobre mesas dispostas em forma de "U" com a carroceria do veículo ao centro, permitindo uma melhor visualização de todo o veículo, seus sub-sistemas e componentes, os quais estão dispostos em uma ordem predefinida seguindo o estabelecido no VPPS (Vehicle Partitioning and Product Structure), vide Anexo A, facilitando o entendimento do funcionamento e as interdependências dos sistemas.

A análise atualmente praticada é realizada com os componentes do veículo, montados ou desmontados, sem contudo efetuar uma análise das respectivas utilidades, assim, os componentes são exaustivamente analisados focando, principalmente, a redução de custos, como por exemplo na troca de material, na substituição da cor da matéria prima ou até mesmo através da remoção de itens que não interfiram na performance do veículo entre muitas outras formas.

A identificação de observações durante as análises de desmontagens também são muito utilizadas para o desenvolvimento de novos projetos ou para solução de problemas de qualidade identificados nos produtos em produção.

Após a desmontagem do veículo e terminada a análise dos componentes, os mesmos permanecem expostos na área por cerca de seis meses para consultas pelos departamentos de Engenharia, Manufatura, Marketing entre outros. Após esse período, os componentes, juntamente com a carroceria do veículo, são retirados e guardados em uma área própria podendo ser consultados por aproximadamente dois anos.

Todas as informações analisadas são descritas em um relatório que é distribuído para o Comitê Executivo da empresa. Este relatório contém especificações técnicas do produto, opcionais disponíveis, análise dos itens de qualidade entre outros.

Quando o veículo é desmontado, os resultados das análises são divididas em sub grupos obedecendo o descrito no VPPS, vide Anexo A, contendo um descritivo sobre as principais diferenças e inovações encontradas durante a análise além das observações identificadas.

Durante a desmontagem do veículo é comum o acompanhamento de engenheiros do produto, os quais são informados das atividades através da divulgação do cronograma de desmontagem, colaborando na identificação de oportunidades de melhoria. Nessa fase, discussões técnicas são comuns com o intuito de extrair as melhores propostas para o aprimoramento dos componentes ou sistemas do veículo.

1.3.2 Workshop

Outra atividade realizada em paralelo à desmontagem dos veículos é a realização de *Workshop* de determinados sistemas ou veículos.

Após a definição do objeto de estudo, podendo ser um sistema completo ou apenas componentes, um grupo de pessoas composto pelas áreas de Engenharia, Marketing, Planejamento do Produto, Vendas, Compras, Finanças entre outras, se reúnem na área de Engenharia do Valor & *Teardown* para a análise do sistema buscando propostas de melhoria.

A técnica utilizada é a da comparação, isto é, os componentes são dispostos em uma mesa juntamente com similares de outros veículos da concorrência para que todos possam comparar e analisar as diversas peças buscando a melhor alternativa.

A aplicação de *Brainstorming* [6] é fundamental para o sucesso no processo de geração de idéias que são anotadas em um painel e depois analisadas pelos especialistas.

Assim como no processo de análise dos veículos, o foco principal dos trabalhos está relacionado com a redução de custo, desta forma, muitas oportunidades de melhoria do produto passam despercebidas durante o processo de análise.

A análise das idéias geradas durante a comparação dos componentes é feita primeiramente junto à área financeira para a verificação da viabilidade econômica, ou seja, qual é a redução no custo que se pode conseguir e o investimento necessário para sua implementação, caso o retorno seja positivo, a proposta segue para análise técnica com a Engenharia de Produto.

Com a redução de custo estimada e a confirmação da viabilidade técnica, a idéia, aqui transformada em proposta, é classificada em uma ordem decrescente em função da redução de custo gerada.

Outros pontos analisados são o tempo de implementação da proposta com relação ao tempo de vida previsto do veículo no mercado para verificar o retorno econômico da implementação da mesma.

A implementação da proposta não é de responsabilidade da área de Engenharia do Valor & *Teardown*.

1.4 Pontos fortes do sistema atual

O sistema atual utilizado na análise de veículos pela área de Engenharia do Valor & *Teardown* gera bons resultados não apenas na quantidade de geração de idéias, mas também na disseminação de conceitos utilizados por diversos fabricantes de veículos, resultados estes listados :

- O sistema de avaliação atual propicia um conhecimento de todo o veículo através das desmontagens e avaliações efetuadas nos mesmos, melhorando o entendimento do funcionamento de cada componente, suas relações com o sistema em que está inserido e entre os demais sistemas que compõem o veículo.
- A análise dos veículos, sistemas e componentes através da técnica de comparação auxilia no entendimento das diversas alternativas para o cumprimento do desempenho desejado, como também na elaboração de propostas através da interação de duas ou mais idéias oriundas do processo de comparação.
- O relatório elaborado após a análise do veículo, gera uma visão geral do mesmo propiciando um entendimento detalhado dos sistemas e suas correlações como também uma análise da tendência para o desenvolvimento de uma determinada marca e dos conceitos do país de origem, como por exemplo, analisar como são os veículos produzidos por um determinado fabricante ou estudar a correlação de produtos de fabricantes de um mesmo país ou região.
- A distribuição dos relatórios através de cópia impressa permite que todos os diretores da empresa tenham acesso as informações do veículo analisado, este relatório serve também como base para consultas por qualquer pessoa interessada uma vez que existem cópias arquivadas na área de Engenharia do Valor & *Teardown*.
- A arquivamento das informações é realizado através da geração de arquivos eletrônicos em CD (*Compact Disc*), possibilitando uma fácil recuperação e disponibilização dos dados.

1.5 Pontos fracos do sistema atual

Apesar do sucesso da sistemática atualmente utilizada pela área de Engenharia do Valor & *Teardown*, alguns pontos ainda são passíveis de melhoria como segue :

- Toda a análise é efetuada com o veículo e não com as utilidades dos diversos sistemas ou componentes, assim, as informações obtidas e repassadas às áreas de interesse são relacionadas a um determinado veículo e não ao componente, além de que quase a totalidade das observações são referentes à redução de custo.
- As informações geradas não são padronizadas, é possível analisar diferentes veículos de diversas formas, assim os resultados não poderão ser comparados em um futuro próximo, uma vez que dois veículos iguais, analisados em tempo distintos, podem gerar relatórios diferentes.
- Todas as avaliações são direcionadas para um determinado produto, isto é, quando avalia-se um produto da concorrência do segmento “Popular”, as observações são direcionadas para os veículos pertencentes a este segmento, assim não é analisado o conceito da observação e sim sua possibilidade de aplicação nos veículos da mesma categoria.
- A análise de componentes de forma isolada, dificulta a aplicação de soluções inovadoras para o veículo em análise. Esta forma de trabalho também prejudica a visão da possibilidade de aplicação das observações para veículos de outras categorias.
- O relatório elaborado, por compreender o veículo como um todo, não gera informação suficiente para uma mudança cultural entre os responsáveis dos sistemas do veículo. Para a tomada de ações, seria necessário a consulta à diversos relatórios para uma formação de opinião.
- Outro problema enfrentado é que grande parte do projeto já é definido na matriz, assim muitas sugestões são barradas em nome do veículo globalizado.
- A dificuldade de implementação de uma observação verificada está, muitas vezes, relacionada com a falta de entendimento da utilidade desempenhada pelo componente.

- As propostas de redução de custo são, quase na sua totalidade, referentes a remoção de componentes ou na alteração de material, encontrando muitas opiniões contrárias à sua implementação.
- Por último, a forma de divulgação dos relatórios propicia uma demora acentuada no tempo de disseminação dos conceitos analisados, o envio de cópia em papel para apenas o corpo diretor da empresa acaba por criar vários níveis para a distribuição.

1.6 Estado atual

Atualmente as empresas têm grandes desafios para serem enfrentados, o mercado necessita de mais produtos, mais diversificados e também mais avançados tecnologicamente para que possam ser enquadrados nas normas de qualidade, segurança e, recentemente, de meio ambiente, além do aumento da competitividade do mercado e exigências dos consumidores.

A mesma tecnologia que melhora os produtos também reduz o tempo médio dos mesmos no mercado, assim, todos os gastos necessários para o desenvolvimento de um novo produto são repetidos em espaços de tempo cada vez menores [16].

Todas essas necessidades por si só fazem com que os produtos sejam mais caros, tornando-os menos competitivos em termos de preço final, enfraquecendo toda a estrutura da empresa.

Em virtude de tais fatos, uma das grandes necessidades das empresas é reduzir os custos, isto é, aumentar o valor dos produtos ou serviços [16].

A indústria automobilística tem um histórico de grandes mudanças culturais na sociedade, seus produtos influenciam vidas e proporcionam uma melhora na qualidade de vida, assim, são conhecidos, de longa data, verdadeiros duelos entre os

fabricantes para proporcionar produtos cada vez mais adequados às exigências dos clientes.

No começo da indústria automobilística, a disponibilidade de opção de cor do produto já era um diferencial que poderia ser um ganhador de pedido, passaram-se anos e a indústria investiu em estilos diferenciados, tecnologias novas foram apresentadas, itens de conforto incorporados, eficiência mecânica, desempenho, economia de combustível entre muitos outros aspectos que foram exaustivamente pesquisados e aplicados nos veículos, porém, atualmente todos os fabricantes têm acesso à mesma tecnologia, ao mesmo parque de fornecedores, nivelando a qualidade e performance dos produtos.

A entrada de diversos concorrentes fabricantes de veículos durante a história do automóvel e essa equivalência tecnológica somados a uma saturação dos principais mercados mundiais, levaram as empresas a buscar novas formas de sobrevivência.

Como em toda empresa, a administração se baseia em três palavras: custo, lucro e crescimento, sendo que estas palavras estão interligadas, assim para o alcance de uma delas, se faz necessário o atendimento das demais.

Para atender a função custo, é necessário que a empresa tenha um volume de produção crescente, o que é conhecido como volume de escala, assim, com um custo baixo e um alto volume, o lucro da empresa é maior e com mais lucro, a empresa pode investir mais, melhorar sua produtividade e aplicar técnicas para reduzir seus custos. Desta forma, verifica-se que os três quesitos, custo, lucro e crescimento, estão interligados, conforme demonstrado na Figura 01.

Deve-se lembrar que não bastam apenas o atendimento do exposto, outros fatores são importantes como o atendimento aos desejos do consumidor, preço final do produto entre muitos outros.

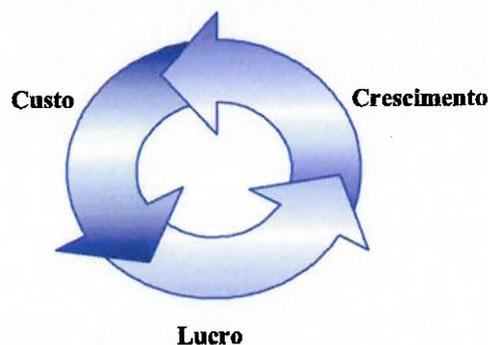


Figura 01 : Relação entre crescimento, custo e lucro.

Seguindo a linha de raciocínio das três etapas para o sucesso de uma empresa, pode-se verificar que o crescimento está restrito em função da demanda de mercado, o preço do produto é determinado pelo mercado, assim o lucro fica preso às variações do mesmo, desta forma o custo passou a ser um item com grande potencial para garantir um maior fôlego para as empresas.

Com esta análise, é fácil entender que o grande alvo das empresas atualmente está relacionado à redução de custos dos produtos e serviços.

A redução de custos não apresenta nenhum problema para sua implementação, porém deve-se ter em mente a seguinte questão:

- *Até que ponto um produto pode ser modificado e ainda continuar a ser aceito pelos seus consumidores? [26].*

O entendimento a esse questionamento permite uma melhor interpretação do que é importante para o consumidor referente aos produtos e serviços, quais são as características desejadas pelo mesmo para que se possa modificar o produto e mantê-lo competitivo no mercado.

Deve-se analisar que os clientes, independentemente se estes são os usuários finais dos automóveis, serviços ou de peças, buscam, no momento da aquisição,

determinadas características e, automaticamente, desprezam outras, sendo que este entendimento é o que permite o aprimoramento dos requisitos identificados pelos clientes como relevantes e remover ou reduzir aqueles identificados como irrelevantes, facilitando o processo de redução de custos ou desenvolvimento do produto.

O modelo atual de análise de veículos utilizado pela área de Engenharia do Valor & *Teardown* não possibilita o aproveitamento de todo o potencial da análise e do pessoal envolvido.

A atual situação, ou seja, a aplicação de análises visando a redução de custos demonstra os principais problemas encontrados e onde deve-se concentrar os esforços para buscar soluções.

O modelo atual não tem foco na utilidade dos componentes, apenas descreve o veículo em alguns tópicos preestabelecidos:

- Todas as informações não são agrupadas, são independentes, assim, no caso de pesquisa, deve-se verificar todos os relatórios elaborados, uma vez que os mesmos são efetuados por veículos.
- As avaliações realizadas buscam, quase que na totalidade, oportunidades de redução de custo.
- Dificuldade para o fornecimento de informações sobre um determinado componente ou sistema.

Visando reduzir os custos do produto, são necessárias novas atitudes aliadas a novas ferramentas e técnicas e mediante o exposto, ou seja, a falta de uma organização que busque melhores resultados dos veículos analisados como também um melhor entendimento das propostas geradas, deve ser usado uma nova abordagem nos

trabalhos executados pela área, dentre as quais destacamos a Metodologia do Valor como uma das mais eficientes quando analisado o valor do produto [16].

O trabalho busca, na aplicação das técnicas da Metodologia do Valor, soluções que possibilitem a extração de melhores resultados durante o processo de análise dos veículos.

A Metodologia do Valor utiliza técnicas que completam a análise atualmente efetuada nos veículos, a tecnologia da abordagem funcional, que é a verificação ao atendimento de funções preestabelecidas, possibilita um aumento do conhecimento do veículo.

O capítulo 2, explana a forma de como é possível a aplicação da Metodologia do Valor e suas variantes, auxilia também para uma melhor compreensão dos problemas já analisados propiciando a geração de idéias para a correção dos mesmos e a abertura de iniciativas para aprimorar os resultados das análises e extração de outras informações até então inexploradas.

Todo conhecimento alcançado sobre a Metodologia do Valor possibilitou a geração de uma proposta de trabalho, a qual está detalhada no capítulo 3, sendo que o principal objetivo foi o de elevar o conhecimento sobre os componentes dos veículos e coletar dados até então desconhecidos pela forma atual de trabalho, sendo que uma nova forma de classificar as observações verificadas está contida no mesmo capítulo.

No capítulo 4 é analisada a melhor forma de armazenamento dos dados coletados, as facilidades geradas através da utilização de um sistema padronizado e as formas propostas para a disseminação dos resultados além da agilidade propiciada pelo novo sistema.

A implementação das técnicas propostas necessitaram de muitos testes, os quais estão relatados no capítulo 5, os problemas enfrentados, as soluções apresentadas e

os resultados obtidos possibilitaram uma melhoria significativa nos trabalhos realizados pela área de Engenharia do Valor & *Teardown*.

No final do trabalho encontram-se as conclusões e as recomendações para o aprimoramento futuro dos resultados.

2 CAPÍTULO - METODOLOGIA DO VALOR

2.1 Histórico

As técnicas da Metodologia do Valor tiveram início durante a 2ª Guerra Mundial, especificamente nos Estados Unidos da América onde buscou-se a redução de custos através da pesquisa de novos materiais de custo mais baixo e mais abundante superando a falta de materiais que caracterizou a época do conflito [25].

Passada a guerra e regularizada a disponibilidade dos materiais especificados em projetos, iniciou-se um retorno às especificações originais dos produtos, porém percebeu-se que as soluções encontradas para diversos produtos no período da guerra foram capazes de manter o nível de satisfação dos consumidores apesar de reduzir drasticamente os custos produtivos [25].

No ano de 1947 a direção da *General Electric Company* convidou o engenheiro Lawrence D. Miles a sistematizar tais idéias e técnicas na forma de uma metodologia para ser amplamente difundida entre os profissionais daquela organização visando a continuidade do processo de redução de custos [25].

Após a sistematização das técnicas pela *General Electric Company* muitas outras empresas americanas adotaram essa prática, além de agências do governo americano e empresas de outros países, especialmente as japonesas que viram nessa técnica uma grande oportunidade de crescimento através da redução de custos de produção e desenvolvimento.

Para se ter uma idéia da importância da aplicação da Metodologia do Valor, em maio de 1977 o senado americano aprovou a resolução de número 172 tornando a aplicação da mesma obrigatória para todos os fornecimentos e serviços prestados ao governo americano [25].

Para uma melhor compreensão do que vem a ser esta técnica que propicia tantas vantagens para as empresas, deve-se entender e definir o conceito da Metodologia do Valor.

2.2 Definições

“Engenharia do Valor é a aplicação sistemática, consistente de um conjunto de técnicas, que identificam funções necessárias, estabelecem valores para as mesmas e desenvolvem alternativas para desempenha-las ao mínimo custo” (HELLER) [17].

“Engenharia do 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).

“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).

Durante a análise das definições algumas expressões podem gerar um ou mais sentidos na interpretação, portanto deve-se defini-las para um melhor entendimento da sistemática utilizada pela Metodologia do Valor.

2.2.1 Análise de Valor

A origem do programa tem como nome oficial Análise do Valor, assim tem a mesma definição que Engenharia do Valor porém sua atuação, no conceito moderno, é posterior ao início de produção ou funcionamento de um determinado produto ou serviço.

2.2.2 *Engenharia do Valor*

É definido como um esforço organizado para chegar a um valor ótimo em um produto, sistema ou serviço, provendo-o com as funções necessárias ao menor custo. Engenharia do Valor é uma metodologia, geralmente aplicada no período de projeto, ou seja, antes do início de produção ou de funcionamento do produto ou serviço.

2.2.3 *Função*

É a proposta ou objetivo de um produto, serviço ou parte dos mesmos, considerando suas características de performance e o motivo que o originou, sabendo-se que toda função tem que justificar sua existência.

Quando se definem funções, o ponto mais importante a ser considerado é que uma função é o objetivo de uma ação ou atividade. Para uma boa definição de funções deve-se ter em mente as seguintes questões [22]:

- O que realmente se está tentando fazer quando se desempenha a ação?
- O que torna necessário fazer isso?
- O que faz necessário o componente?

Para uma correta definição das funções, uma das técnicas mais amplamente aplicada é conhecida por técnica do "Verbo + Substantivo"[15], simples e objetiva, essa técnica permite um fácil entendimento do problema ou função a ser resolvido.

A técnica do "Verbo + Substantivo" é a melhor forma de se definir uma função ou problema, um 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) [26], a definição da função desempenhada com apenas duas palavras impede a associação de funções.

É conveniente adotar como norma que, ao empregar a técnica descrita acima, não sendo possível a descrição de modo preciso e completo uma dada função, é sinal de que um melhor entendimento do problema se faz necessário, uma nova avaliação das funções desempenhadas, objetivando um real conhecimento do problema e objetivos dos trabalhos.

É importante manter o ponto de vista do cliente quando da definição da função desempenhada.

Para um melhor entendimento da situação e aplicação da técnica descrita acima, pode-se estabelecer algumas questões adicionais na identificação das funções desempenhadas, como por exemplo:

- Qual a proposta?
- O que faz?
- Porque é requerido?
- O que o faz trabalhar?
- O que o faz vender?

As Tabelas 01 e 02 a seguir demonstram alguns exemplos de verbos e substantivos que podem ser utilizados na aplicação da técnica "Verbo + Substantivo".

Tabela 01 - Exemplo de verbos [15].

Absorver	Controlar	Esconder	Minimizar	Alternar
Atuar	Converter	Segurar	Modular	Satisfazer
Ajudar	Criar	Acender	Montar	Vedar
Permitir	Dirigir	Comunicar	Mover	Segurar
Ampliar	Facilitar	Impedir	Abrir	Proteger
Aplicar	Emitir	Induzir	Posicionar	Encurtar
Auxiliar	Enfatizar	Injetar	Preservar	Espaçar
Assegurar	Envolver	Instruir	Guardar	Padronizar
Evitar	Conter	Isolar	Promulgar	Conduzir
Mudar	Estabelecer	Interromper	Proteger	Apoiar
Fechar	Esbanjar	Limitar	Receber	Suspender
Coletar	Facilitar	Localizar	Retificar	Compassar
Aliviar / confortar	Fixar	Manter	Reduzir	Tolerar
Malhar	Filtrar	Maximizar	Repelir	Transferir
Resistir	Transmitir			

Tabela 02 - Exemplo de substantivos [15].

Acesso	Decoração	Mudança	Ruído	Tarefa
Estética	Densidade	Força	Odor	Tempo
Área	Dependência	Atrito	Oxidação	Torque
Cuidado	Deterioração	Calor	Pressão	Uniformidade
Catalisar	Direção	Potência	Proteção	Uso
Cromatização	Sujeira	Imagem	Radiação	Variação
Cor	Emissão	Informação	Reparação	Vibração
Corrosão	Energia	Desconto	Ferrugem	Voltagem
Corrente	Fluxo	Isolação	Estabilidade	Volume
Defeito	Fluído	Luz	Posição	Peso

A associação dos verbos e dos substantivos permite o entendimento do atendimento da função desempenhada.

2.2.4 *Desempenho*

É o conjunto de características de funcionamento ou propriedades de um determinado elemento que o fazem adequável a uma finalidade específica [25].

2.2.5 *Custo*

É a soma de material e mão de obra para produzir e ou manter um produto ou serviço pela sua vida, também deve-se entender que o custo não deve ser dado à parte ou conjunto comparado e sim distribuído entre as funções dos mesmos.

2.2.6 *Valor*

É o menor custo para a execução de uma função ou serviço no requerido tempo e lugar com a qualidade necessária. Pode-se definir como sendo um índice obtido através da divisão entre notas atribuídas ao desempenho adquirido e o custo para a implantação do mesmo.

Neste contexto, também é importante a compreensão do conceito qualidade como sendo o total e confiável atendimento das características de desempenho requeridas de um determinado item ou produto [25].

2.3 *Entendendo a Metodologia do Valor*

Toda a Metodologia do Valor é baseada em quatro componentes básicos [22], conforme segue:

- A abordagem funcional.
- O uso da criatividade e de técnicas para a geração de idéias.
- O esforço multidisciplinar.
- O reconhecimento e contorno dos bloqueios mentais.

A principal ferramenta quando da aplicação da Metodologia do Valor é a abordagem funcional o que leva a uma compreensão profunda a respeito do funcionamento de um produto e facilita o entendimento do que é importante para o consumidor final [26], pois trata do enfoque original da metodologia desenvolvida e extensivamente aplicado por Miles [21] consistindo na tarefa de se determinar a natureza essencial de uma finalidade, partindo do pressuposto que, para existir, todo objetivo ou ação tem ou teve, em um dado momento de sua existência, alguma finalidade [25].

Desta forma, a abordagem funcional analisa os produtos (componentes, serviços, entre outros) focando nos requisitos de projeto denominados funções, liberando o pensamento criativo dos bloqueios constituídos pela forma física e concepção de produtos já existentes [25], assim, procura-se definir o item estudado com base nas funções que este deve ou deveria desempenhar e não mais através de suas partes componentes [26].

A transformação de um produto em um conjunto de funções a serem atendidas rompe uma eventual restrição de que o produto deve obrigatoriamente ter a forma e configuração atual.

A base da análise funcional é uma tarefa simples, porém não fácil, pois requer habilidade, prática e consciência de que a definição deve ser o mais geral possível, ampliando as oportunidades para o pensamento criativo.

A aplicação da Metodologia do Valor não deve ser efetuada quando existem restrições para a liberdade de mudanças, não sendo, nestas situações, a melhor ferramenta para a implantação da mudança cultural [16].

Metodologia do Valor é uma filosofia, uma disciplina que necessita de mudanças culturais para se obter os resultados esperados, apesar da utilização de uma metodologia, o entendimento e a aplicação estão relacionados com as pessoas responsáveis pelo produto ou serviço.

2.4 *Redução de Custos x Engenharia do Valor*

A Engenharia do Valor foi consagrada por engenheiros na redução de custos de produtos permitindo novos pontos de vista de um problema, eliminando idéias preconcebidas da solução e liberando o pensamento criativo.

Quando se fala sobre Engenharia do Valor, a associação com redução de custo é imediata, porém pode-se observar que nem sempre existe uma relação entre as duas, principalmente avaliando-se a forma de aplicação da técnica da abordagem funcional.

Normalmente a especialidade das pessoas envolvidas com o produto, bem como o sistema que estão inseridos não tem a cultura de se preocupar com o todo, apenas com pequenas partes do produto ou serviço, o que acaba por criar potenciais itens nos quais são necessários trabalhos para correção e, muitas vezes, redução de custo, criando a associação referenciada acima.

Um quadro comparativo entre a atividade pura de redução de custo e Engenharia do Valor, demonstrado na Tabela 03, revela as diferenças contidas no processo e nem sempre vistas pelas pessoas que desempenham as atividades correlacionadas com o produto ou sistema.

Tabela 03 : Processo de redução de custo x Engenharia do Valor.

<i>Redução de Custo</i>	<i>Engenharia do Valor</i>
Valor = Custo	Valor = Desempenho / Custo
<i>Questões</i>	<i>Questões</i>
O que é?	O que é?
Como podemos fazer mais barato?	O que faz?
	O que deve fazer?
	Como podem as funções ter melhor desempenho com menor custo?

Conforme enfatiza Fowler [14], os métodos tradicionais de redução de custos, embora capazes de produzir economias, tratam-se de um arremedo da equipe responsável pelo projeto original do produto, pois não envolvem novos pontos de vista na solução de questões do projeto, apenas buscando novas respostas para as mesmas perguntas.

Pode-se observar que uma das grandes dificuldades está relacionada com a identificação do problema, ou seja, deve-se saber exatamente o que se está buscando de forma clara e objetiva através do estabelecimento de um foco para os trabalhos [16].

No caso da Metodologia do Valor, com a utilização da abordagem funcional, procura-se uma redefinição completa do problema, trabalhando-se com liberdade dentro dos limites preestabelecidos.

O resultado obtido será um produto *redefinido* e não simplesmente *aprimorado* conforme pode ser observado na Figura 02.

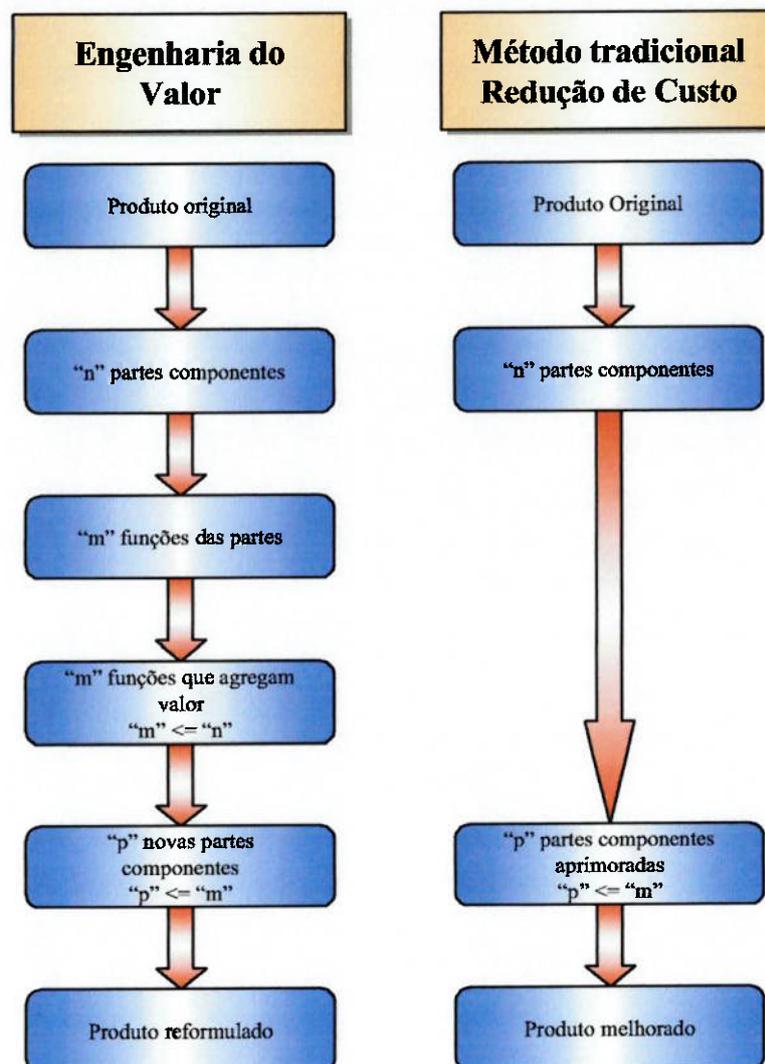


Figura 02 : Etapas de um processo de Engenharia do Valor x redução de custo [23].

A redefinição de produtos conforme a Metodologia do Valor quase sempre resulta em produtos ou serviços com menos partes, componentes ou sistemas, o que reduz todas as etapas de fabricação, montagem ou funcionamento dos mesmos aumentando o grau de qualidade através de operações mais simples e controladas.

Comprovando o aumento de qualidade dos produtos, pode-se analisar que para o funcionamento de um produto ou serviço, necessita-se que todas as etapas sejam cumpridas com a devida qualidade para o sucesso final.

Pela própria definição estatística de confiabilidade de sistemas é evidente que um sistema composto por um menor número de partes ou etapas terá maior confiabilidade, e, portanto, mais qualidade considerando o atendimento dos mesmos requisitos de desempenho [25].

2.5 *Analisando o ciclo de vida do produto*

A aplicação de Engenharia do Valor deve ser analisada em conjunto com o ciclo de vida do produto ou sistema para que seja possível verificar a viabilidade econômica da operação antes do início dos trabalhos.

As etapas do ciclo de vida de um produto estão descritas na Tabela 04.

Tabela 04 : Etapas do ciclo de vida de um produto [23].

A	Reconhecimento de uma necessidade.
B	Pesquisa e desenvolvimento procuram formas de atender às necessidades.
C	Protótipos são construídos e testados.
D	Um produto que possa ser produzido economicamente em grande escala é projetado, construído e testado.
E	O produto é produzido em grande escala.
F	O produto é vendido.
G	O produto é mantido e operado.
H	O produto é descontinuado.

Como pode-se observar, as primeiras etapas, isto é, de A até D, tratam da identificação de uma necessidade até o projeto de um produto e são nestas etapas onde o ganho com a aplicação da Metodologia do Valor é maior.

Quando é caracterizada uma necessidade por parte dos consumidores, deve-se transformá-la em função a ser desempenhada, buscando obter soluções ao menor custo.

Um dos principais problemas observados é que as necessidades identificadas não são transformadas em funções, assim, o foco volta-se para o produto onde muitas vezes, aplica-se conceitos já existentes sem a análise das alternativas possíveis para o desempenho da função desejada.

Quanto mais cedo for a aplicação da Metodologia do Valor, maiores serão os ganhos, uma vez que, passada cada fase, aumenta-se a necessidade de retrabalhos no projeto voltando-se, muitas vezes, a etapa inicial de identificação da necessidade, chegando a ser economicamente inviável dependendo da etapa atual do projeto do produto ou serviço, conforme visualizado na Figura 03.

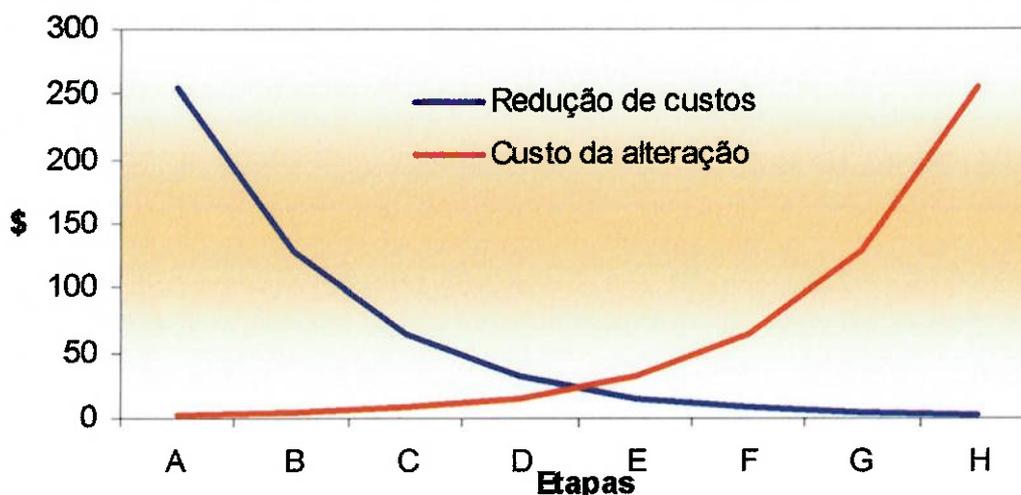


Figura 03 : Redução de custos x etapas do ciclo de vida de um produto [25].

Além disso, a medida que o produto é desenvolvido, testado e produzido, aumentam as restrições às alterações das pessoas envolvidas, isto dificulta o uso da abordagem funcional da Metodologia do Valor e as possíveis reduções de custos são prejudicadas [23].

Pode-se entender que a Metodologia do Valor é uma função de suporte quando do desenvolvimento e aprimoramento de um determinado produto ou serviço [16].

O objetivo da Metodologia do Valor é determinar a forma mais econômica de desempenhar a função do produto ou componente. Analisando, primeiramente, as funções de subconjuntos e componentes, compromete-se automaticamente com o uso do conceito do próprio subconjunto ou do componente, reduzindo-se as oportunidades de redução de custo como é possível verificar na Figura 04.

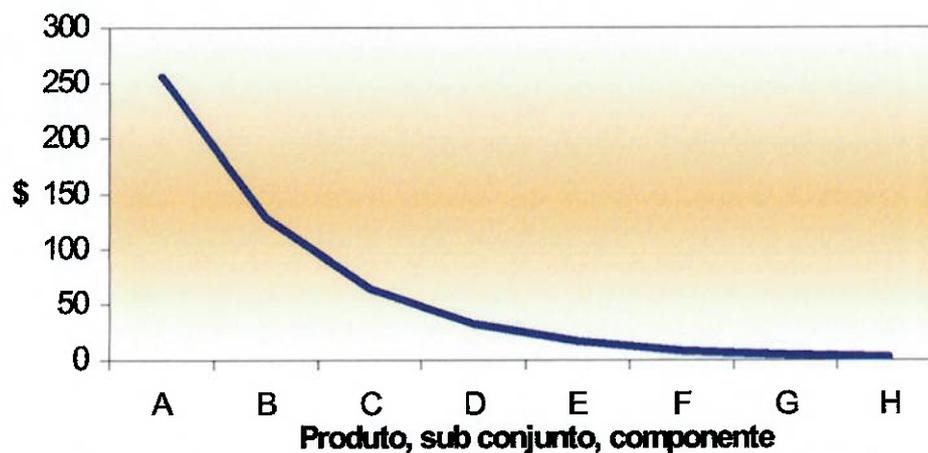


Figura 04 : Perda do potencial conforme o grau de subdivisão do produto [25].

A maior vantagem da abordagem funcional é que as alternativas para desempenhar as funções não são restritas, porém quanto mais o produto é aceito como ele é, mais restritas são as alternativas [23].

Quando são aplicados os conceitos da Metodologia do Valor, é conveniente lembrar que para a obtenção de bons resultados, deve-se primeiramente, definir qual é o objetivo final do trabalho antes do início do mesmo, tornando-o mais fácil e dentro da linha de raciocínio, para tanto, é importante ter extremo cuidado na identificação do problema, observando para que não haja influências pessoais nessa identificação.

O sucesso da Metodologia do Valor está na correta identificação da função, avaliação da solução identificada e utilização da criatividade para a busca de novas alternativas.

Quando é exercido o uso da criatividade verifica-se que o uso do emocional e do irracional são mais importantes que o intelectual e racional uma vez que os dois primeiros aumentam a probabilidade de sucesso na solução de problemas [16].

Para exercitar o uso da criatividade na solução de problemas, basta utilizar o seguinte questionamento:

- *Em que outro lugar eu poderia usar isto?*

Algumas técnicas podem ser utilizadas com o objetivo de aprimorar os resultados como:

- Comparações entre produtos similares.
- Lista de atributos.
- Análise morfológica.

Deve-se sempre atentar para as funções equivalentes de diferentes componentes.

2.6 *Aceleradores de resultados*

Conforme Miles [21], o sucesso da aplicação de um processo de análise funcional é caracterizado pela eliminação de custos desnecessários e depende diretamente da aplicação de técnicas que identificarão esses custos, removendo obstáculos e fornecendo um caminho para a implementação das alternativas escolhidas.

Um sistema que minimiza os custos é mais importante que controlar custos não atingidos, uma vez que a maior dificuldade não é apenas conhecer os custos e sim identificar as funções responsáveis por ele [16].

A análise técnica e de custo em uma proposta de mudança tornam a decisão objetiva comparando-se com a decisão subjetiva ou até mesmo intuitiva [16].

Miles [21] desenvolveu um grupo de técnicas, no total de 13, que podem abreviar o tempo decorrido até a obtenção de resultados, estas técnicas podem ser utilizadas separadamente ou agrupadas dependendo do trabalho que está sendo desenvolvido e bem descritas por Csillag [6].

Evitar generalidades concentrando-se no específico.

Uma definição inadequada do problema dificulta sua abordagem e reduz as condições de poder trabalhá-los eficazmente. 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 que se deseja atingir, reconhecendo uma generalidade quando existir e dividir a situação em partes quando possível.

Conseguir todos os custos disponíveis.

É fundamental o conhecimento de todos os custos envolvidos no produto como materiais, processos, serviços entre outros, para que seja possível identificar excesso de dinheiro gasto para uma determinada função e analisar alternativas para a redução de custos. Em vista dos sistemas contábeis existentes, é comum a indisponibilidade de dados precisos e localizados de custos. A obtenção dos custos envolvidos é uma tarefa trabalhosa, onde normalmente é necessário um trabalho “de campo” junto à fornecedores e prestadores de serviço para que se possa conseguir informações utilizáveis.

Usar informações da melhor fonte.

Toda a informação utilizada deve ser de fonte confiável, para evitar mal entendidos que freqüentemente são a causa de baixo valor em produtos e processos.

Desestruturar, criar e refinar.

Esta técnica é utilizada para atingir três objetivos:

- Eliminar o bloqueio constituído pelo componente físico, permitindo assim alargar o problema convenientemente.
- Conduzir o raciocínio para considerações básicas.
- Fornecer um mecanismo para construir o que é necessário conforme essas considerações básicas.

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.

Em seguida deve-se refinar as idéias geradas na fase criativa, desenvolvendo uma nova abordagem que satisfaça os requisitos de desempenho e custo.

Usar criatividade.

Pode-se efetuar a abordagem sobre a criatividade através de duas técnicas [27]:

- Estabelecer pensamento positivo.
- Desenvolver idéias criativas.

Deve-se sempre lançar mão do pensamento criativo e de técnicas que auxiliem a geração de idéias que servem como base para alternativas de solução do problema.

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.

Para contornar os bloqueios, devem ser injetadas informações corretas adicionais da maneira adequada e no momento correto [21].

Recorrer a especialistas quando necessário.

Uma vez estabelecido claramente o que deve ser realizado e portanto, as funções que devem ser desempenhadas, é necessário obter informações completas e atualizadas tecnologicamente para gerar alternativas antes da decisão. Essa é a única forma de garantir o desempenho dessas funções pela forma mais confiável e de menor custo [21].

Verificar o custo das tolerâncias principais.

Normalmente a tendência de um projetista é de utilizar tolerâncias mais severas de modo a garantir o funcionamento, montagem ou a intercambialidade de seu produto desejado em uma produção seriada. Deve-se questionar o seguinte:

- É necessário ter as tolerâncias como especificadas?
- Que outro projeto, se existir, utilizaria tolerâncias mais flexíveis?
- Os meios de se garantir as tolerâncias são as mais econômicas?

Utilizar produtos de linha disponíveis nos fornecedores.

O projeto de um novo produto sempre visa o atendimento a uma determinada função, porém cada função principal é desempenhada por meio de um conjunto de sub funções, cada uma possuindo uma série de componentes.

Os componentes de um produto devem ser, sempre que possível, padronizados ou pertencentes a uma linha normal de um fornecedor. Deve-se evitar "*reinventar a roda*" quando se necessita de um componente para desempenhar uma sub função.

Utilizar e pagar pelo conhecimento de fornecedores especializados.

Para evitar custos desnecessários, uma das melhores soluções é procurar empresas que detêm o conhecimento especializado da matéria prima e dos processos de manufatura dos componentes necessários identificados no projeto.

Para localizar os melhores fornecedores, o procedimento deve iniciar com as respostas às questões abaixo:

- Que funções são requeridas?
- Quais processos podem contribuir?
- Quais fornecedores existem em cada área?

Utilizar processos especializados.

Os processos de manufatura existentes, em geral, desempenham uma das duas finalidades abaixo:

- Funções que não podem ser desempenhadas de outra forma.
- Funções desempenhadas de outra maneira igualmente bem, porém a custo muito menor.

Outro dado interessante é que nem todas as funções são ainda suficientemente conhecidas pelos projetistas de produtos.

Um processo especializado realizado hoje torna-se um processo normal amanhã, assim, conforme Miles [21], um processo especializado é aquele que propicia o desempenho confiável da função requerida a um custo significativamente menor.

Custos podem ser reduzidos na produção seriada de um determinado componente, desenvolvendo-se ferramentas específicas e otimizando-se o processo de fabricação.

O uso da técnica de processos especiais requer algumas etapas:

- Reconhecer que determinado processo poderia desempenhar certas funções por custo muito menor. Esse processo pode existir, porém ainda não foi divulgado, pode estar sendo desenvolvido, ou ainda poderia ser desenvolvido.
- Estimular ações que aumentem o interesse entre os detentores de competência na especialidade, nas funções em questão.
- Alocar esforços e tempo necessários.

Utilizar normas aplicáveis.

A utilização de normas torna possível o emprego adequado de partes de produtos padronizados, como parafusos, molas entre outros além de evitar padrões com especificações adicionais ao necessário.

Usar o critério : "Eu gastaria meu dinheiro dessa maneira?".

Constitui uma regra de bom senso que qualquer pessoa utiliza para avaliar suas despesas, definidas conforme segue:

- Limitação da quantia gasta.
- Tentativa de assegurar ao máximo as funções de uso e de aparência.
- Expectativa de obtenção das funções dentro de limites razoáveis.
- Estabelecimento claro de alternativas.
- Comparação dos valores relativos de uso e de estima com seus custos relativos.

2.7 Considerações sobre Metodologia do Valor

A aplicação da Metodologia do Valor no desenvolvimento de um produto terá melhores resultados durante as etapas iniciais de concepção. Infelizmente as urgências do mercado levam o foco do trabalho no produto a ser fabricado e não na necessidade a ser atendida (função a ser desempenhada). Quanto mais cedo no ciclo

de vida de um produto for utilizada Metodologia do Valor, maiores serão as reduções de custos obtidas.

Como observado, o objetivo dos trabalhos é uma necessidade para o sucesso da Metodologia do Valor e sendo a mesma uma ferramenta educativa para os engenheiros [16], pode-se concluir o quanto essa técnica pode ser útil em um processo de mudança cultural da empresa, tendo como resultado produtos e processos melhor direcionados ao cliente final.

3 CAPÍTULO - PROPOSTA

3.1 A abrangência da proposta

O baixo número de publicações sobre aplicações da Metodologia do Valor nos últimos anos, sinaliza um provável esquecimento desta técnica, motivando a demonstração da utilidade da mesma na redução de custos de um produto ressaltando sua flexibilidade e regras baseadas no bom senso.

O trabalho busca a melhoria dos resultados de avaliação dos veículos durante as duas primeiras fases em que os mesmos estão disponíveis para avaliação pela área de Engenharia do Valor & *Teardown*, conforme abaixo:

- 1ª. fase - na avaliação estática do veículo.
- 2ª. fase - durante o processo de desmontagem do veículo.

Ambas as fases acima citadas deverão ser analisadas segundo uma abordagem funcional do produto em questão, apesar das diferenças encontradas quando da análise decorrente do processo no qual se encontra o veículo, pode-se utilizar uma mesma base de comparação a fim de gerar um banco de dados que possa disponibilizar as observações verificadas.

A opção pela abordagem funcional através de funções preestabelecidas está inserida na busca de maiores informações para a comparação de veículos concorrentes de um mesmo segmento ou não, podendo ser o resultado interpretado como soluções encontradas pela concorrência para o desempenho da função avaliada.

O resultado da análise do veículo, ou seja, as observações para o atendimento das funções preestabelecidas seguindo a abordagem funcional, serão classificadas através do índice de valor obtido no processo de análise, de modo que seja possível identificar quais as observações que terão maior impacto sobre o valor do produto.

Como já explanado, valor é a razão entre o desempenho obtido e o custo de implementação. Apenas estes dois quesitos serão a base para a determinação do valor da observação.

3.2 Avaliando o veículo por funções

O grande desafio desta proposta de trabalho é a mudança cultural da forma de análise de um veículo, quer esteja ele montado ou desmontado.

A análise atual busca, quase que na sua totalidade, alternativas para a redução de custos, não observando muitas vezes, o atendimento de várias outras funções desempenhadas por diversos componentes do veículo.

O veículo é analisado individualmente ou simplesmente comparado com componentes existentes, não tendo nenhum padrão para o auxílio dos trabalhos, dificultando a visualização de novas formas de atendimento a um determinado requisito e propiciando a geração de resultados de diferentes formas e focos impossibilitando, muitas vezes, a comparação dos resultados entre os diversos veículos analisados.

A análise através da abordagem funcional busca resgatar o que realmente é necessário em um veículo e como a função é atendida para satisfazer uma exigência definida em projeto ou esperada pelos clientes.

O trabalho propõe a análise do veículo através de funções preestabelecidas buscando a padronização durante a coleta de informações. Estas informações deverão estar disponíveis em um banco de dados, onde pode-se consultar todo e qualquer componente e verificar o seu atendimento as funções desempenhadas.

A análise através da abordagem funcional permite também, aumentar o escopo de análise dos veículos, buscando novas informações ainda não analisadas e elevando o conhecimento geral sobre determinado veículo ou fabricante.

Quando da elaboração das funções através da técnica "Verbo + Substantivo", deve-se ter em mente os conceitos, os quais já foram definidos anteriormente, para entender que função é a proposta ou objetivo de um produto ou operação, considerando suas características de performance.

Da abordagem funcional é lembrado que toda função tem que justificar sua existência, desta forma, é necessário utilizar esta definição no momento da elaboração do material de padronização para a coleta de informações.

Durante a análise, é possível verificar que um mesmo componente pode atender várias funções, desta forma, deve-se classifica-lo com quantas funções forem necessárias de forma a entender seu real funcionamento, este fato e outros estão detalhados no descritivo coleta de dados.

A classificação ao atendimento das funções através de nota resultante da divisão das notas atribuídas ao desempenho e custo, deve ser feita para um melhor entendimento da função desempenhada, identificando a aplicação de esforços no componente correto ou não.

3.3 O atendimento as funções

Visualizando um melhor resultado do processo de análise do veículo, se faz necessário a determinação de um objetivo antes do início dos trabalhos, desta forma, deve-se estabelecer algumas funções para garantir que todos os componentes do veículo sejam analisados.

A análise através da abordagem funcional busca a identificação de soluções que atendam às funções preestabelecidas, desta forma, pode-se identificar diversas formas de atendimento a uma mesma função por diferentes tipos de veículos ou marcas.

Na apresentação deste trabalho, foram identificadas algumas funções que atendem as necessidades do estudo, ou seja, com o veículo montado ou desmontado.

Essas funções são a base do estudo deste trabalho como também dos testes realizados para a confirmação da proposta teórica. Para a definição das funções, foi usado o bom senso, sendo primeiramente identificado quais eram as necessidades dos clientes finais do produto, sua expectativas e como poderiam ser atendidas. Para completar o quadro, algumas funções foram identificadas através do conhecimento técnico, da necessidade de informação para o aprimoramento do produto quer para a redução de custo, incremento da qualidade ou qualquer outra função necessária visando a geração de funções para o atendimento dos ideais da proposta.

- Função gerar espaço.

Esta função busca a identificação de soluções criativas que contribuam efetivamente para o aumento do espaço aproveitado do veículo quer para o compartimento do motor, quer para os passageiros, quer para o transporte de carga. O objetivo da função gerar espaço é entender como é possível aumentar o aproveitamento do espaço do veículo, isto, muita vezes, não se faz com o aumento das dimensões do veículo. O *lay-out* de componentes, o agrupamento de funções em um único componente, a utilização de espaços em locais não aproveitados para, como exemplo, fixar módulos, passagem de chicotes elétricos, criação de porta objetos entre outros, caracterizam esta função.

- Função reduzir peso.

A função reduzir peso pode ser observada em quase todos os componentes do veículo, nos materiais empregados, espessuras aplicadas e também nos desenhos dos mesmos, assim, esta função pode e deve ser verificada com o veículo montado e também desmontado. A redução de peso atualmente é uma das funções mais buscadas quando do desenvolvimento de um veículo e é fácil de se entender o porque. Com menor peso o veículo irá precisar de menos potência para ter um

mesmo desempenho, desta forma, pode-se utilizar geradores de potência de menor capacidade e tamanho, reduzindo os custos de fabricação e melhorando os índices de emissões no meio ambiente. Já nos veículos utilitários e de carga, a redução de peso propicia um melhor aproveitamento do veículo para o transporte de carga, aumentando o potencial de lucro com o veículo.

- Função aumentar desempenho.

Cabe neste quesito a observação de atributos que efetivamente aumentem o desempenho dos componentes, sistemas ou o veículo como um todo. A função aumentar desempenho está, primeiramente, relacionada com os números de velocidade máxima, aceleração e retomada de velocidade, porém quando melhor avaliado, pode-se concluir que aumentar desempenho é mais que isto, a utilização de novas soluções para a melhoria dos índices de emissões podem e devem ser enquadrados em aumento de desempenho, bem como, observar soluções no sistema de freio, na suspensão, transmissão e até mesmo em componentes como o banco dos passageiros e motorista podem propiciar um melhor funcionamento do mesmos.

- Função facilitar manufatura.

A manufatura deve ser entendida como todas as etapas de produção e montagem de componentes ou do próprio veículo, desta forma, todos os componentes passam pelo crivo desta função, desde a verificação do ferramental utilizado para produção de um componente, sua complexidade como raios negativos de estampagem e dificuldades de extração de um molde plástico, como também as fixações dos componentes e seus diversos tipos. A avaliação deve também ser estendida para a montagem de componentes onde pode-se identificar o acabamento das peças, as folgas entre as mesmas e características que facilitem o processo de montagem, como por exemplo, furos de passagem, réguas guia entre muitos outros. A análise do veículo montado permite a observação dos resultados finais do processo de montagem, como por exemplo o *lay-out* de componentes, onde pode-se citar o sistema de escapamento que demonstra em qual etapa da linha de montagem é efetuada esta operação, permitindo

visualizar os tipos de equipamentos necessários para sua montagem, logística adotada para transporte de componentes entre muitos outros fatores que influenciam no processo de manufatura e montagem do veículo e seus componentes.

- Função facilitar manutenção.

Deve-se entender a função facilitar manutenção como sendo a facilidade na intervenção de forma corretiva ou preventiva no veículo para a recuperação de suas características técnicas projetadas e desejáveis. Muitas vezes esta função é deixada em segundo plano durante o desenvolvimento de um componente ou veículo, porém, com a atual competição no mercado automobilístico, toda e qualquer vantagem pode ser um ganhador de pedido. Analisando desta forma, a função acima descrita ganha importância uma vez que o mau projeto no quesito manutenção pode causar desperdício de tempo durante a intervenção corretiva ou preventiva do veículo, assim manutenções de componentes simples como a troca de óleo, filtros de óleo, ar e combustível ou até mesmo a troca de pneus passam a ser considerados nesta avaliação. Outros tipos de manutenção ou acesso a componentes devem ser analisados já que podem aumentar o tempo de reparo e conseqüentemente o custo desta manutenção.

- Função reduzir custo.

Em praticamente todos os componentes de um veículo é possível a identificação de idéias para a redução de custo na sua fabricação, montagem entre outros, porém a grande dificuldade é a diferenciação do que é aplicação de redução de custo com o que é característica do produto. Pontos de fixação, materiais utilizados, desenho das peças, ferramentas utilizadas, processo de pintura entre muitos devem ser analisados conforme esta função. Muitas vezes a identificação de oportunidades de redução de custo através da comparação de veículos gera propostas de remoção de componentes, a forma mais rápida e eficaz de redução de custos, porém, é necessário antes de tudo, entender qual a função desempenhada pelo componente e quais são as outras formas de atendimento da função preestabelecida. A remoção de um componente pode,

muitas vezes, ser percebida pelo cliente final do produto, gerando insatisfação com o veículo. Esta função é um dos fundamentos da aplicação da Metodologia do Valor e um dos mais importantes no processo de análise do veículo quer esteja montado ou desmontado.

- Função assegurar qualidade.

A função assegurar qualidade deve ser entendida como sendo soluções que possam contribuir para o incremento do desempenho do produto para resolver problemas de projeto, de montagem ou de operação. Qualidade é o índice de confiabilidade de desempenho do produto atendendo o previsto em projeto. Outra forma onde a qualidade está inserida para o sucesso do resultado de um veículo é a durabilidade de componentes, durante a análise, podendo ser identificadas oportunidades de melhoria da durabilidade através de soluções de projeto como materiais, tipos de fixação, posicionamento de componentes entre muitos outros. Nesta análise podem ser observadas soluções que simplifiquem o funcionamento de sub-sistemas ou do próprio veículo aumentando a qualidade do mesmo, tipos de fixações que podem reduzir a probabilidade de soltura de componentes gerando ruídos ou falhas do sistema.

- Função aumentar qualidade percebida (cliente).

Qualidade e qualidade percebida são duas formas distintas de análise. Qualidade percebida deve ser interpretada como sendo os olhos do cliente, o que é realmente importante para o mesmo quando da observação de um veículo no ato da compra e durante seu uso como sendo um bem de consumo com forte apelo emocional, no caso de veículos de passageiro, ou forte apelo racional nos veículos utilitários ou carga. Durante a avaliação focada em qualidade percebida, o acabamento, interno e externo, está entre um dos tópicos de maior destaque, a harmonia de linhas, cores utilizadas, impressão e conforto visual bem como qualidade de montagem fazem alguns exemplos de como pode-se atender esta função.

- Função otimizar “GAP” - (folga entre componentes).

GAP deve ser entendido como sendo a folga decorrente da montagem de dois ou mais componentes. Durante o processo de análise ao atendimento da função otimizar GAP, é necessário observar a utilização de tecnologia para a satisfação da função, exemplificado com a utilização de réguas guias para garantir a perfeita montagem de dois ou mais componentes ou sistemas que garantam o atendimento à função. Como é sabido, toda a folga deve ser especificada em projeto, porém quanto menor essas folgas, melhor será a impressão visual da montagem ou o desempenho de um sistema no caso de conjuntos mecânicos.

- Função melhorar material.

A proposta desta função, melhorar material, está estreitamente ligada a fontes alternativas no emprego do material, ou seja, para uma mesma aplicação de um determinado componente pode-se utilizar materiais diferentes como por exemplo polímeros no lugar de aço, tendo a preocupação com algumas características do ponto de vista técnico. Outra observação importante que deve ser melhor analisada durante a desmontagem do veículo é a composição do material dos componentes, identificando a inclusão de materiais no elemento base com o intuito de obter uma melhor performance do componente ou sua redução de custo, ligando esta função a diversas outras.

- Função padronizar componentes.

Esta função busca alternativas para a utilização dos mesmos componentes em dois ou mais veículos de diferentes níveis de acabamento ou modelos totalmente distintos. Um dos grandes desafios das montadoras atualmente é oferecer produtos diferenciados para os clientes, esta necessidade seria simples de ser atendida não fosse o alto índice de proliferação de componentes decorrente desse processo, assim a compensação para esses altos custos seria a adoção de itens comuns a diferentes plataformas de veículos. A comunização de componentes deve ser observada nas

duas etapas de análise do veículo, montado e desmontado, observando os itens que não são visualizados pelo cliente conforme a função qualidade percebida. Essa observação é importante pois muitos itens de aparência comunizados podem representar para o cliente que veículos de diferentes segmentos contém os mesmos componentes, depreciando o veículo de um nível superior, lembrando que muitas compras de veículos de passageiros são emocionais. Quando trata-se de veículo utilitário ou de carga, a comunização de componentes é de extrema importância já que para a manutenção de frotas, a utilização de componentes comuns reduz os gastos de estocagem. Deve-se lembrar que a redução do número de componentes através da comunização traz um ganho de qualidade uma vez que o aumento do número de componentes fabricados viabiliza a introdução de equipamentos modernos da linha de montagem além da aplicação de ferramentas de qualidade que podem contribuir na melhoria final do produto como também na redução de custos. Um desafio a mais na análise desta função está ligado ao fato que a experiência na análise de outros veículos do mesmo fabricante é de extrema importância para o conhecimento de possíveis itens comunizados entre diversas plataformas.

- Função aplicar tecnologia.

A função aplicar tecnologia deve ser entendida como a forma de prover componentes ou veículos com soluções que aprimorem o desempenho ou manufatura dos mesmos. A tecnologia é muitas vezes confundida com altos custos de fabricação, esta informação está totalmente equivocada quando realizada a análise funcional de componentes ou veículos. Pode-se exemplificar a aplicação de tecnologia com o componente tanque de combustível. Anos atrás esse componente era fabricado em chapa metálica geralmente estampado em duas partes e soldado. Atualmente muitos fabricantes optam pela manufatura do tanque em polímero, a princípio afirma-se que o tanque tem um custo maior já que exige moldes de injeção de alto custo, cintas de fixação entre outros que aumentam o custo do mesmo, porém, a possibilidade de injeção em plástico auxilia em muito na facilidade de desenho da peça podendo ter um perfil totalmente irregular e assimétrico, moldando-se ao desenho do assoalho do veículo, aumentando o valor do componente. No caso da fabricação em chapa

metálica, seriam necessárias várias etapas de estampagem aumentando em muito os custos de ferramental. Muitos outros exemplos podem ser dados demonstrando que a aplicação de tecnologia reduz o custo final do componente ou veículo, porém existe a aplicação de tecnologia pura que realmente aumenta os custos de fabricação como carroceria em alumínio, sistema de entretenimento dos ocupantes entre muitos outros.

- Função gerar conforto.

O conforto é uma das coisas mais apreciadas pelas pessoas uma vez que gera bem estar, assim, a função gerar conforto deve ser analisada de duas formas, apesar de serem na grande maioria análises subjetivas. A primeira análise deve ser relacionada com os itens que o cliente pode sentir de imediato e saber sua origem como comandos com baixos esforços para operação, ar condicionado automático e individual, esforços para abertura e fechamento das portas entre outros. A segunda forma de análise deve ser centrada em itens que o cliente não percebe de imediato e não sabe a origem mas irão ajudar na satisfação do cliente durante o uso do veículo como espuma acoplada ao tecido do banco, motores de baixa vibração entre muitos outros

- Função prover ergonomia.

A função prover ergonomia pode ser identificada como sendo a utilização ou combinação de funções em componentes de modo a reduzir a movimentação do corpo para acionamento ou uso dos mesmos. Um projeto ergonômico prevê que o motorista ou ocupantes, depois de bem posicionados, não necessitem movimentar o corpo para o acionamento de qualquer sistema ou componente pertinente ao veículo. Para exemplificar pode-se ter em mente que um projeto ergonômico deve propiciar facilidade para a condução do veículo, assim, o ajuste da posição do banco deve colocar o motorista em uma posição confortável, os comandos do veículo como interruptores elétricos, ajustes da coluna de direção, posição da alavanca do freio de

emergência entre outros devem estar situados de modo que permita um fácil manuseio.

- Função otimizar consumo.

A observação da função otimizar consumo refere-se a todo e qualquer material que é consumido durante a fabricação ou uso do veículo. A palavra consumo geralmente está, nos meios automotivos, relacionada com o combustível, assim sempre são observadas apenas sugestões que reduzem o consumo de combustível o que está perfeitamente correto, porém ainda é muito pouco. Algumas dúvidas podem surgir principalmente quando tratado de redução de consumo durante a fabricação do veículo. Para elimina-las, pode-se citar a não aplicação de verniz nas partes do veículo onde serão cobertas por algum tipo de acabamento como o painel interno das portas, o compartimento do motor e porta malas entre muitos outros. Com o uso do veículo, o mais perceptível é o consumo de combustível, porém pode-se identificar soluções que possam reduzir o consumo de óleo lubrificante, das pastilhas de freio, de pneus entre muitos outros, desta forma, é possível entender que otimizar consumo pode ser representativo para a empresa e para o consumidor final o qual terá um custo operacional menor, principalmente analisando veículos utilitários ou de carga.

- Função transportar carga.

O transporte de carga deve ser entendido como a forma de se transportar qualquer objeto em qualquer tipo de veículo, não estando restrito a veículos utilitários ou de carga já que veículos de passageiros também transportam cargas. A função transportar carga busca identificar formas para a fixação de carga dentro do veículo bem como a adequação do compartimento para o transporte. Pequenos porta objetos espalhados dentro do veículo devem ser identificados, localizando-os e definindo suas formas de fixação e detalhes necessários. Atualmente, os clientes buscam flexibilidade nos veículos e estas configurações além de atraírem os olhares dos mesmos, aproveitam os espaços não utilizados nos veículos.

- Função reduzir esforço.

Toda operação de um veículo exige algum tipo de esforço, sendo esses esforços mensuráveis, pode-se analisa-los de forma a buscar alternativas para a redução do mesmo aumentando a satisfação do cliente final. Esta função, reduzir esforço, deve ser analisada com o veículo montado como a função qualidade percebida, analisando o veículo conforme os olhos dos clientes. A observação pode ser efetuada em todos os componentes que exigem esforço para operação como por exemplo interruptores, maçanetas para abertura das portas e vidros, pedais de freio, embreagem e acelerador entre muitos outros. Algumas vezes a redução de esforço se faz através de um sistema, como por exemplo, o acionamento da embreagem o qual é feito através de um sistema hidráulico. Alguns componentes que atendem a função especificada podem e devem ser melhor explorados quando da desmontagem do veículo, assim a análise se torna complementar a primeira efetuada com o veículo montado.

- Função minimizar ruído.

A função minimizar ruído deve ser entendida como todas as formas que previnam ou corrijam a possibilidade de geração de ruído interno e externo ao veículo. Algumas sugestões podem ser observadas com o veículo ainda montado como por exemplo a aplicação de isoladores do capo do motor e no painel *dash* ou outros tipos de isolamento dos diversos compartimentos. Ainda com o veículo montado, verifica-se diversas soluções que buscam a redução do nível de ruído gerado por componentes mecânicos, como a confecção do cárter do motor em alumínio, tampa de válvulas em material plástico e até mesmo o sistema de aceleração do motor através de comando elétrico ao invés do convencional cabo, o qual pode gerar ruído com o passar do tempo. Com o veículo desmontado muitas outras formas de redução de ruído podem ser observadas como a adoção de barreiras acústicas aplicadas no assoalho do veículo, a conformação do carpete e suas diversas camadas entre muitos outros componentes, porém um outro item muito importante para minimizar ruído é a verificação do tipo e forma de fixação dos componentes internos e externos, essas observações devem propiciar um melhor entendimento das eventuais reclamações

por parte dos consumidores sobre ruídos internos dos veículos e fornecer idéias para a correção dos mesmos. Outra fonte de ruído que é gerada com o veículo em movimento e em altas velocidades é o vento e soluções que amenizem este efeito devem ser muito bem observadas.

- Função maximizar segurança.

A segurança pode ser dividida em duas formas, a ativa e a passiva. A ativa refere-se aos sistema que o veículo necessita para o uso normal, isto pode ser exemplificado como o sistema de freio, de direção entre outros, já na passiva estão os itens que complementam a ativa como, sistema ABS (*Anti-Lock Brake System*) de freio, aplicação de *Air Bag* entre outros. O atendimento a função pode ser feito com o veículo montado e desmontado, apenas diferenciando o nível de detalhamento. Com o veículo montado pode-se observar o sistema de freio, sua composição e forma de atuação como circuito, válvulas, o sistema de direção, de suspensão, os cintos de segurança, bancos entre muitos outros. Com o veículo desmontado, pode-se verificar pontos estruturais da carroceria, ancoragem de componentes, detalhes dos componentes do sistema de freio, direção e suspensão, pontos de fixação dos sistemas mecânicos, sistema elétrico entre muitos outros. A segurança é um dos itens fundamentais para os atuais veículos, legislações obrigam que todos atendam a um mínimo especificado e portanto esta função tem um alto custo sobre os projetos dos mesmos. Desta forma, a correta coleta de informações sobre como os veículos concorrentes atendem este quesito podem gerar uma economia muito grande no desenvolvimento de novos produtos ou no aperfeiçoamento dos já existentes.

3.4 *Análise estática do veículo - a visão do cliente*

A primeira fase do veículo, dentro das atividades da área de Engenharia do Valor & *Teardown*, é a análise estática do mesmo através de comparativos com outros veículos do segmento ou até mesmo isoladamente.

A análise estática do veículo deve ser feita tendo em mente a visão dos clientes, ou seja, o que os clientes verificariam durante o processo de compra ou uso do veículo, quais os principais itens percebidos, as principais vantagens frente os veículos concorrentes.

Deve-se aplicar a abordagem funcional visando a identificação de como as funções são atendidas, desta forma, pode-se ir além da percepção do cliente e descobrir novas formas de atender uma mesma função.

Vale ressaltar que através da abordagem funcional, a forma de identificação das observações é aprimorada e com a classificação das mesmas através de uma nota atribuída, pode-se visualizar quais são as melhores observações a serem implementadas nos veículos, ultrapassando, muitas vezes, as expectativas dos clientes finais.

A grande vantagem da utilização da abordagem funcional nesta etapa de análise é a utilização de um grande campo de funções cobrindo, praticamente, todos os tipos de usuários dos veículos, ressaltando as vantagens dos veículos e trabalhando nas desvantagens identificadas para transforma-las em vantagens.

3.5 Análise durante o processo de desmontagem do veículo

Durante o processo de desmontagem do veículo, o procedimento a ser seguido é o mesmo definido para a análise estática, porém tendo como foco os componentes, permitindo atentar para as funções desempenhadas por estes.

Nesta etapa de análise, os resultados devem gerar um ganho para a empresa, uma vez que muitos dos componentes analisados não são perceptíveis aos clientes, assim, a possibilidade da verificação de observações que propiciem redução de custo são grandes.

Para a desmontagem do veículo, deve-se executar o caminho inverso da montagem do mesmo, assim algumas funções podem ser melhor entendidas e interpretadas quando da análise das peças ou sistemas como a montagem, a acessibilidade a componentes entre muitos outros.

Após a desmontagem dos componentes, estes são identificados, pesados e quantificados sendo, posteriormente, dispostos em mesas permitindo uma total visão e manuseio com o intuito de facilitar os trabalhos de análise.

A disposição das peças segue a ordem de classificação conforme descrito no VPPS, vide Anexo A, uma vez que, a integração dos sistemas, muito bem determinada por esta forma de classificação, permite um melhor entendimento do atendimento das funções especificadas.

Observando a teoria da abordagem funcional e sua aplicação em veículos montados e desmontados, pode surgir a equívoca idéia que é possível a duplicação do trabalho realizado, que com a análise do veículo montado, tem-se as mesmas informações quando da desmontagem.

Na análise do veículo montado, verifica-se basicamente o atendimento das funções que são perceptíveis aos clientes finais do produto, apesar de que muitos não tem conhecimento técnico suficiente para diferenciar uma função de outra, porém em todos os casos não se busca o aprofundando na identificação de funções não perceptíveis aos clientes.

Quando da análise de um veículo desmontado, verifica-se a identificação de características do veículo que até então não eram possíveis de serem vistas, assim pode-se ter mais liberdade de trabalho e exercer a criatividade na busca de soluções inovadoras nos componentes, desde que atendam as funções pré-determinadas.

A análise do veículo desmontado permite que vários componentes do veículo possam ser analisados, componentes estes que os clientes não tem acesso por motivo de não

estarem visíveis, desta forma, qualquer modificação implementada, desde que atenda a qualidade especificada, não é perceptível ao cliente.

Como verificado, a análise do veículo montado é complementada pela análise do veículo desmontado, sempre através da abordagem funcional.

Este resultado permite extrair um maior número de informações do veículo e alimentar do banco de dados que conterà inúmeras sugestões para o atendimento de funções.

3.6 Coletando dados

Com o uso da abordagem funcional para a avaliação de veículos através de funções preestabelecidas, foi detectado a necessidade do uso de uma forma de registro dessas funções bem como facilitar a anotação das observações identificadas nos veículos analisados.

Depois de alguns estudos, ficou claro que a planilha para anotação e registro das observações devia conter campos que contemplassem a descrição da observação, o componente foco da análise e qual ou quais funções essa descrição e componente atendiam.

A identificação do componente deve seguir a orientação do VPPS, vide Anexo A o qual descreve todos os componentes de um automóvel.

A planilha denominada "Coleta de Dados", apresentada através da Figura 05, mostrou-se extremamente útil nos testes realizados, demonstrando facilidade no entendimento e uso, possibilitando que durante as anotações, o usuário possa orientar-se em quais funções a observação se enquadra.

Outra vantagem da utilização da planilha elaborada está na flexibilidade de uso, pode-se utiliza-la em qualquer local ou ocasião, auxiliando inclusive em análises

efetuadas fora do local de trabalho como por exemplo em salões nacionais e internacionais de exposições de automóveis.

A utilização da planilha também facilitou a inclusão dos dados no programa de armazenamento de dados.

Veículo :

Descrição	Função																		
	Espaço - Gerar	Peso - reduzir	Desempenho - Aumentar	Manufatura - Facilitar	Manutenção - Facilitar	Custo - Reduzir	Qualidade - Assegurar	Qualidade Percebida - Aumentar	GAP - Melhorar	Material - Melhorar	Componentes - Padronizar	Tecnologia - Aplicar	Conforto - Gerar	Ergonomia - Prover	Consumo - Maximizar	Carga - Transportar	Esforço - Reduzir	Ruído - Minimizar	Segurança - Maximizar

Figura 05 : Planilha "Coleta de Dados" utilizada na análise dos veículos.

O preenchimento de valores para determinar a nota e compor a classificação da observação não foi levado em consideração para a elaboração da planilha exposta.

A classificação exige tempo para a análise e ponderação para a obtenção de bons resultados. Levando-se em conta que, na maioria das vezes, a disponibilidade do veículo é pequena, portanto com pouco tempo para a análise, objetivou-se a elaboração de uma ferramenta que permita um fácil manuseio e rapidez nas anotações gerando um resultado confiável e satisfatório.

3.7 A necessidade de classificar as observações

O aprimoramento das informações coletadas obtidas através das análises dos veículos, transforma o veículo em um grande número de informações, porém,

necessita-se ir além e buscar uma forma de classifica-las, visando criar uma ordem de prioridades para o início dos estudos ou na implantação dos mesmos.

A classificação sugerida deve tomar como base o índice de valor de cada observação identificada e, lembrando um pouco dos conceitos já explanados no capítulo 2 sobre Metodologia do Valor, valor pode ser definido como sendo o menor custo para a execução de uma função ou serviço no requerido tempo e lugar com a qualidade necessária. Podemos definir o índice de valor como sendo o resultado da divisão das notas atribuídas ao desempenho adquirido sobre o custo de implementação.

Relembrando um pouco mais pode-se definir desempenho como sendo o conjunto de características de funcionamento ou propriedades de um determinado elemento que o fazem adequável a uma finalidade específica [24] e custo como sendo a soma de material e mão de obra para produzir e ou manter um produto ou serviço pela sua vida, entendendo que o custo não deve ser dado à parte ou conjunto comparado e sim distribuído entre as funções dos mesmos.

Todas as observações anotadas no processo de análise do veículo e registradas na planilha "Coleta de Dados", ver Figura 05, devem ser transportadas para o banco de dados o qual gerencia todas as informações mantendo todos os detalhes das observações e aprimorado com a determinação da classificação do valor de forma a gerar um índice de prioridades por função desempenhada.

Para a classificação das observações, deve-se submete-las a duas notas, uma referente ao desempenho adquirido e atribuído ao componente exclusivamente pela ação da observação contemplando a função desempenhada e outra para o custo da modificação ou implementação, não esquecendo da possível redução de custo gerada.

A classificação das observações será dada através do índice do valor da mesma, que é o resultado da divisão do incremento do desempenho pelo custo de implantação ou da redução de custo gerada.

3.8 *Classificando o desempenho*

Pode-se observar que a atribuição de nota para o quesito desempenho passa a ser, na maioria dos casos, de cunho subjetivo, isto é, deve-se tomar como base o conhecimento técnico da sugestão bem como a experiência adquirida pelos responsáveis em analisar a observação. Uma forma de aprimorar a nota atribuída é analisando o item através da formação de um grupo o qual deve procurar um consenso estabelecendo a nota para o desempenho adquirido em relação ao acréscimo na função do componente.

Durante a análise do veículo número 01, foi observado que para o atendimento da função aplicar tecnologia, o veículo analisado possuía um diferencial na construção do turbocompressor do motor.

Definido o componente objeto de estudo, código 10.01.07.05.01 conforme Anexo B, buscou-se a identificação do motivo do ganho de desempenho. A análise concluiu que a utilização de palhetas variáveis aumentava o desempenho final do componente e consequentemente do motor.

A determinação da nota foi atribuída através da comparação de um modelo sem esse recurso, assim, concluiu-se que o desempenho acrescido gerou um ganho significativo no torque do motor em baixos regimes de rotação, ganho este totalmente em decorrência da aplicação do citado componente.

A nota considerada foi de comum acordo entre três profissionais da área, chegando a um valor de 08 (oito) em uma escala máxima de 10 (dez).

3.9 *Classificando o custo*

A segunda nota deve ser atribuída ao custo para implementação da observação analisada, assim, deve-se atentar que o custo não refere-se apenas ao próprio

componente com a adição da função desempenhada mas também os custos necessários para as modificações de projeto, de ferramental, adequação da linha de produção entre outros.

Quanto a avaliação dos custos, deve-se ter em mente que podem ser criadas regras para o estabelecimento das notas conforme a necessidade ou realidade da empresa.

Uma primeira sugestão, pode ser definida como o custo necessário para o desenvolvimento e implantação da proposta com relação ao desempenho esperado, assim, para uma modificação que melhore o desempenho significativamente com um baixo custo de implementação pode-se estabelecer uma nota baixa, caso o custo de implementação seja alto, a nota aumentaria. Este tipo de avaliação torna-se subjetiva, nos mesmos moldes da classificação do desempenho, porém permite uma rápida classificação permitindo uma visualização clara do potencial da observação.

Este tipo de classificação de custos foi utilizado na análise do veículo 01 e tomando como base o caso descrito na análise de desempenho, a análise do custo da implementação do componente turbocompressor foi dividido em 5 etapas:

- As modificações necessárias no componente.
- A disponibilização da tecnologia.
- As mudanças necessárias no produto.
- As mudanças necessárias na linha de montagem.
- O preço final da peça.

O mesmo grupo de profissionais foram os responsáveis pela atribuição da nota de custo, assim, avaliando-se as 5 etapas, concluiu-se o seguinte:

- As modificações no componente exigiam grande investimento uma vez que o sistema de monitoração das palhetas passou a ser eletrônico, servos mecanismos foram incluídos bem como as mudanças estruturais necessárias.

- A tecnologia necessária é totalmente dominada, portando este item praticamente anula o item acima.
- A adoção desse componente não implicaria em mudanças significativas no veículo, assim os custos estariam ligados ao componente e não as modificações no produto.
- Não seriam necessárias mudanças na linha de montagem do veículo uma vez que o componente é agregado ao motor e este é posteriormente montado no veículo.
- O preço final da peça teve um acréscimo considerável devido a incorporação da tecnologia de palhetas variáveis.

Com estes dados, o grupo pôde determinar uma nota para o custo de implementação da observação. A nota atribuída foi 05 (cinco).

Com as duas notas, o índice de valor pode ser calculado. Como sua definição é obtida através da divisão do desempenho sobre o custo, o valor da observação é 1,60, índice esse que será a base para a classificação da mesma.

Uma outra sugestão para a atribuição de notas referentes ao custo, seria através da determinação de valores de custo preestabelecidos, isto é, até uma determinada faixa, tem-se uma determinada nota, mudando-se a faixa de custo muda-se a nota conforme exemplificado na Tabela 05.

Deve-se atentar para efetuar uma classificação por ordem de prioridade sempre comparando observações de uma mesma função, caso contrário poderá ocorrer que algumas observações com bom potencial para a função especificada fiquem com uma classificação baixa perante outras mais fáceis de implantar.

Tabela 05 : Notas atribuídas em função do investimento necessário.

Investimento necessário	Nota
0,00 – 10.000,00	1
10.001,00 – 20.000,00	2
20.001,00 – 30.000,00	3
30.001,00 – 40.000,00	4
40.001,00 – 50.000,00	5
50.001,00 – 60.000,00	6
60.001,00 – 70.000,00	7
70.001,00 – 80.000,00	8
80.001,00 – 90.000,00	9
Acima de 90.001,00	10

Para a avaliação deste trabalho, sugere-se a adoção de notas que variam de 1 (um) até 10 (dez), eliminando-se a nota 0 (zero) pois leva a um resultado não aceitável.

Algumas observações, principalmente relativas a acabamentos internos, necessitam de investimentos pequenos quando comparados a mudanças estruturais ou itens mecânicos como motores, transmissão, carroceria entre outros, desta forma pode-se ter observações com índice de valor baixo porém não menos importantes, daí a necessidade da observação acima. Deve-se lembrar que as observações com maior necessidade de investimento são, geralmente, as que alavancam o progresso tecnológico do veículo, como tecnologia, peso, segurança entre outros.

4 CAPÍTULO - O ARMAZENAMENTO DE DADOS

4.1 *O gerenciamento das informações*

A transformação do veículo analisado, através da abordagem funcional, em banco de dados de observações para atendimento às funções preestabelecidas, necessita igualmente da criação de um sistema de gerenciamento.

A proposta, a qual busca a geração de dados, também depende da forma de armazenamento das observações geradas e a sua disponibilização para toda a empresa, desta forma, criou-se um programa para o gerenciamento de dados.

Este programa baseia-se na alimentação de dados dos veículos analisados, os quais foram colhidos com o uso da planilha “Coleta de Dados”, ver Figura 05, baseada no componente e na função atendida.

4.2 *Incluindo dados*

O programa desenvolvido e conhecido como "Gerenciamento de Informações" foi elaborado visando a facilidade de operação e manutenção.

Desta forma, as possibilidades oferecidas resumem-se a inclusão de dados, pesquisa e elaboração de relatórios, conforme a Figura 06.

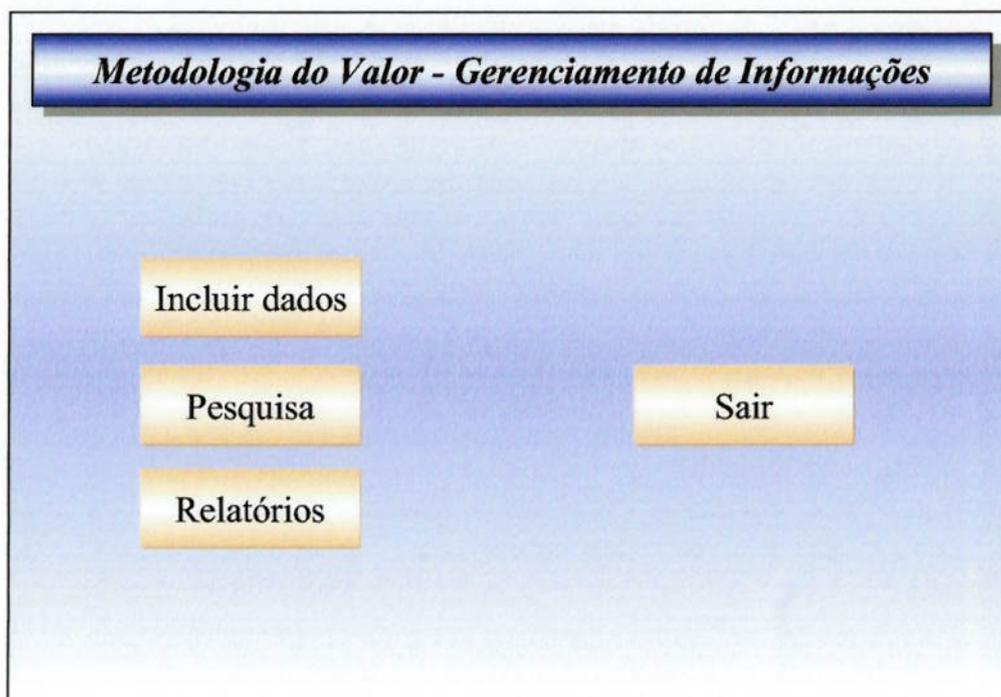


Figura 06 : Tela de abertura do programa.

Para a inclusão de dados, outra tela será aberta, conforme a Figura 07, para que todas as informações necessárias sejam incluídas, como a função desempenhada, o componente, a descrição da observação e o veículo de referência, existindo outro campo auxiliar para a colocação da foto da função atendida. Nesta mesma planilha pode-se classificar a observação conforme explanado anteriormente.

A base para a alimentação desta tela do programa de gerenciamento de informações é a planilha "Coleta de Dados", pode-se traçar uma correlação e observar que a tela de inclusão de dados é na verdade uma continuação da planilha, depois de identificada a observação, o componente, o veículo de referência e as funções atendidas, inclui-se a classificação de desempenho e de custo para a formação do índice do valor. A inclusão opcional da foto para melhor ilustrar é aconselhável para aumentar o entendimento.

Metodologia do Valor - Gerenciamento de Informações

Incluir dados

Função

Componente

Descrição

Referência

Foto

Classificação

Desempenho

Custo

Valor

Figura 07 : Tela para inclusão de dados.

Na Figura 08, encontra-se uma tela de inclusão preenchida para a verificação da facilidade da inclusão de dados.

Metodologia do Valor - Gerenciamento de Informações

Incluir dados

Função

Componente

Descrição

Referência



Classificação

Desempenho

Custo

Valor

Figura 08 : Tela de inclusão de dados preenchida.

4.3 Pesquisando e gerando relatórios

Para a elaboração do programa de gerenciamento de dados, dois itens são importantes:

- O conhecimento da função desempenhada.
- O componente no qual a observação está inserida, vide Anexo B.

Estes elementos serão a base da geração do relatório sobre as observações analisadas e classificadas conforme o valor das mesmas, função desempenhada e componente atendido.

A tela para escolha do tipo de relatório é demonstrada na Figura 09, sendo que uma das vantagens do programa é a possibilidade de geração de relatórios através da associação de funções.

The image shows a software interface window titled "Metodologia do Valor - Gerenciamento de Informações". At the top center is a green button labeled "Relatórios". Below it are five horizontal dropdown menus. The first menu is labeled "Componente", and the next three are labeled "Função". The fifth menu is labeled "Veículo". Each dropdown menu has a small downward-pointing arrow icon on its right side. At the bottom center of the window is a blue button labeled "Gerar relatório".

Figura 09 : Tela para a geração de relatórios.

A geração do relatório permite uma visualização eletrônica ou física através da impressão do mesmo, permitindo a escolha por componente, por função ou por veículo, o resultado eletrônico pode ser verificado através da Figura 10, a qual demonstra o resultado no próprio programa onde pode-se, através do botão "i", obter os detalhes da observação como a classificação de desempenho e custo, o veículo de referência e outras informações.

A impressão do relatório pode ser vista através dos Anexos J e K.

Metodologia do Valor - Gerenciamento de Informações

Relatório

Função

Aumentar Qualidade Percebida



Componente	15.02.02.01.05
Descrição	Acabamento pintado na cor dourada
Valor 3,50	Detalhes 



Componente	40.03.06.01.01
Descrição	Textura imitando couro
Valor 2,00	Detalhes 

Figura 10 : Tela contendo o relatório gerado pelo programa.

5 CAPÍTULO - O PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO

5.1 O início dos trabalhos

Após a constatação e identificação dos problemas durante a análise dos veículos, traçou-se um objetivo final para o trabalho: melhorar o sistema de coleta e armazenamento de informações bem como aumentar a capacidade de análise dos veículos, atuando em diversos campos além da redução de custo, tornando a área uma referência em termos de conhecimento e disseminação de informações de veículos e componentes.

No início da implementação do trabalho não houveram problemas, uma vez que o material para estudos e testes é farto, isto é, na área de Engenharia do Valor & *Teardown*, existe um parque de veículos montados e desmontados, de aproximadamente oito unidades, onde foi possível aplicar a tecnologia desenvolvida.

5.2 Desenvolvendo planilhas de suporte

A primeira etapa desenvolvida foi a criação de uma planilha para a coleta de dados, sendo esta primeira versão, representada pela Figura 11.

Função Aumentar Qualidade Percebida

Foto		0 - 10	0 - 10	> ☺
		Desempenho	Custo	Valor - Damp. / Custo
	Como ?			
	Componente			
	Material			
	Pontos de fixação			
	Referência			

Figura 11 : 1ª planilha elaborada para a coleta de dados.

Após um primeiro teste com esta planilha, observou-se que os campos "Material" e "Pontos de Fixação" não eram utilizados quando da avaliação estática do veículo,

tornando-a inadequada para esta operação, porém válida quando da análise de veículos desmontados.

Para suprir essa necessidade nas análise de veículos montados, uma segunda planilha foi desenvolvida com base na primeira, conforme a Figura 12.

Função Transportar Carga

Foto		0 - 10	0 - 10	> ☺
		Desempenho	Custo	Valor = Desemp. / Custo
	Como ?			
	Componente			
	Referência			

Figura 12 : 2ª planilha elaborada para a coleta de dados de veículos montados.

5.3 Os primeiros testes

Com estas planilhas em mãos foi possível realizar os primeiros testes para validação da metodologia criada.

Antes da utilização da planilha, foi analisado o veículo número 01 conforme o modelo tradicional utilizado pela área visando a realização de um estudo comparativo de resultados, o qual encontra-se no Anexo C, sendo que a Figura 13 exibe uma parte do conteúdo para melhor interpretação do texto.

Exterior	
Antena	Cromada com fixação no paralamas direito
Emblemas	6
Maçaneta da porta	Preto com fechadura separada
Para choque dianteiro	metálico / cromado
Luz de neblina dianteira	incorporado no para-choque dianteiro com lentes em vidro
Tanque de combustível	metálico
Espessura do vidro	
Espelhos	externo: preto com comando elétrico interno: manual day/night
Luz de posição	incorporada no farol (2) e lanterna (2)

Figura 13 : Modelo tradicional de análise de veículos.

Os resultados obtidos demonstraram um expressivo ganho na qualidade das informações, pois no modelo tradicional, o veículo é descrito através de alguns tópicos estabelecidos porém não com o objetivo de atender às funções. Na nova metodologia foi possível evidenciar a geração de observações diversas as quais poderiam ser facilmente aplicadas nos veículos.

Uma das dificuldades encontradas foi a forma de classificação das propostas, a análise subjetiva dos quesitos desempenho e custo geram uma certa incerteza em primeira instância.

A planilha utilizada, conforme a Figura 14, apresentou uma dificuldade para a análise do veículo pois a classificação demanda tempo para execução além de que, por atender uma função por planilha, o trabalho gerado para o preenchimento dos dados praticamente desmotivou seu uso.

		0 - 10	0 - 10	> ☺
		Desempenho	Custo	Valor = Desemp. / Custo
Como ?	<i>Turbina de palhetas variáveis</i>	8	5	1,60
Componente	<i>10.01.07.05.01 - Turbocompressor</i>			
Referência	<i>Veículo 01</i>			

Figura 14 : Modelo utilizado na avaliação do veículo 01.

Para efeito comparativo, as observações coletadas na avaliação do veículo 01, através da utilização da nova sistemática, foram listadas juntamente com as respectivas classificações, as quais estão demonstradas no Anexo D, sendo que a Figura 15 representa parte dessa listagem para interpretação do texto.

Função Aplicar Tecnologia	Classificação
Turbina de palhetas variáveis	1,60
Radiador de óleo para o conjunto direção hidráulica	1,25
Função Maximizar Segurança	
Adoção de <i>Air Bag</i> para motorista e passageiro	1,33
Aplicação de freios ABS	2,25
Função Minimizar ruído	
Adoção de <i>deadners</i> atrás do banco traseiro	3,00
Aplicação de isolador no painel dash	1,25
Aplicação de isolador no capô do motor	0,67

Figura 15 : Análise do veículo 01 conforme nova sistemática.

5.4 Buscando soluções

Baseado nos testes realizados foram efetuados alguns ajustes para contemplar o objetivo de aprimorar a coleta de dados de forma padronizada, precisa e rápida, assim alguns tópicos foram analisados e desenvolvidos:

- O item classificação da observação deveria ser eliminado devendo ser preenchido posteriormente.
- Todas as funções preestabelecidas deveriam constar em uma mesma página.
- A identificação do veículo seria equivalente ao título do documento.
- O campo "foto" deveria ser eliminado e alimentado na ocasião da inclusão da observação.

Desta forma, foi gerada uma nova planilha, já demonstrada quando da explanação sobre a coleta de dados, vide Figura 05, a qual permitiu um grande ganho na verificação das observações, flexibilizando o trabalho e permitindo além da

padronização da coleta de informações, ser utilizada como um guia para a análise das funções preestabelecidas.

Os conhecimentos necessários para o seu preenchimento resumem-se apenas ao componente objeto de estudo, devendo-se atentar para a função atendida pelo componente e como descrevê-la da melhor forma.

A primeira etapa após a conclusão da planilha “Coleta de Dados”, Figura 05, foi a aplicação no veículo 02, o qual encontrava-se montado e fazia parte dos trabalhos normais da área de Engenharia do Valor & *Teardown*, assim foi possível traçar um comparativo entre o trabalho efetuado até o momento e o resultado da análise proposta que trata da abordagem funcional, a Figura 16 representa parte dos resultados sendo que o resultado completo da análise pode ser verificado no Anexo E.

Veículo : Veículo 02

Descrição	Função																			
	Espaço - Gerar	Peso - reduzir	Desempenho - Aumentar	Manufatura - Facilitar	Manutenção - Facilitar	Custo - Reduzir	Qualidade - Assegurar	Qualidade Percibida - Aumentar	GAP - Melhorar	Materiais - Melhorar	Componentes - Padronizar	Tecnologia - Aplicar	Conforto - Gerar	Ergonomia - Prover	Consumo - Maximizar	Carga - Transportar	Esforço - Reduzir	Ruído - Minimizar	Segurança - Maximizar	
Regulagem de altura do volante (coluna)	X																			
Controle do "cruise control" no volante														X						
Controle dos vidros elétricos no painel de porta														X						
Moldura dourada na alavanca da transmissão							X													
Botão da alavanca do freio de estacionamento dourado							X													
Cinzeiro sem movimentação automática					X															
Porta copos injetado no console central					X								X							
Interruptor do vidro elétrico comunizado					X					X										

Figura 16 : Análise do veículo 02.

Este teste serviu para confirmar as evidências teóricas das vantagens da análise através da abordagem funcional, servindo também como teste para a planilha desenvolvida onde foi possível observar que algumas funções estavam enquadradas em outras e da necessidade de redefinição de algumas funções. Outras observações serviram para o aprimoramento da própria planilha.

Terminada a análise do veículo 02, a planilha utilizada foi reavaliada e modificada conforme necessário para o enquadramento da mesma nos moldes planejados.

Antes de prosseguir com os testes, a proposta do trabalho foi apresentada ao grupo da área de Engenharia do Valor & Teardown para concordância ajudando na efetivação da planilha de coleta de dados propiciando a continuidade dos testes.

5.5 Aplicando a proposta de trabalho

Neste teste foi aplicado a proposta de análise através da abordagem funcional em veículos montados, números 03, 04, 05 e 06, porém dentro de um comparativo com 4 (quatro) veículos onde foi possível comparar os resultados, determinar vantagens e desvantagens dos veículos e, desta forma, foi descoberta outra aplicação da abordagem funcional, a de verificar vantagens competitivas dos veículos, classificando-as e transmitindo a eventuais clientes. As vantagens e desvantagens puderam ser observadas através da comparação de resultados, onde foi observado o modo de atendimento das funções. Os resultados também demonstraram as varias formas e quantidade de atendimento às funções, assim, um veículo oferece mais itens que propiciam conforto aos usuários, que geram economia entre outras funções determinando a vantagem competitiva do modelo. Os resultados das análises encontram-se nos Anexos F, G, H e I.

O teste final programado foi dividido em duas etapas a serem realizadas com o veículo 02:

- Com o veículo montado.
- Com o veículo desmontado.

O veículo 02 já fora analisado quando montado, vide Anexo E, concluindo a primeira etapa do teste.

Na segunda etapa, o mesmo veículo foi analisado depois da desmontagem técnica completa, obedecendo ao mesmo critério dos testes anteriores.

A intenção do teste era o de verificar a abrangência da análise com o veículo montado e compara-la com o resultado obtido após a análise do veículo desmontado.

O resultado obtido com o veículo desmontado superou as expectativas iniciais uma vez que um grande número de observações foram verificadas contemplando todas as funções preestabelecidas como redução de custo através de soluções de montagem e materiais aplicados, redução de ruído analisando-se fixações de componentes e aplicação de isoladores acústicos entre outras funções verificadas.

Os Anexos J e K demonstram um relatório extraído do programa de gerenciamento de dados verificando-se todas as observações do sistema englobado pelo VPPS 10, vide Anexo B, demonstrando o potencial desta sistemática.

5.6 Divulgando os resultados

Terminado os testes programados, foi planejado a divulgação dos resultados às áreas interessadas para que fosse possível analisar o retorno dos usuários das informações.

A idéia inicial foi incluir no relatório de análise referente aos veículos 03, 04, 05 e 06, uma listagem sobre o atendimento as funções e a descrição das mesmas como um anexo ao relatório.

O retorno foi bastante motivador, as áreas de Engenharia, Marketing, Planejamento, Manufatura entre outras apoiaram a iniciativa uma vez que a forma de abordagem do veículo e os resultados alcançados ampliam o conhecimento dos veículo analisados, possibilitando uma nova visão sobre a necessidade, uso e função dos componentes.

A segunda fase da divulgação dos resultados será a disponibilidade do banco de dados no sistema de *Intranet* da empresa, possibilitando que todos os usuários

tenham acesso às informações, além de um resumo das observações que acompanhará todos os relatórios emitidos dos veículos analisados pela área de Engenharia do Valor & *Teardown*.

6 CAPÍTULO - CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 Conclusão

Os esforços para a elaboração do trabalho trouxeram uma nova visão do veículo, que é o objeto de estudo, melhorando em muito a interpretação das observações colhidas.

A utilização da abordagem funcional possibilitou a criação de um banco de dados sobre os veículos analisados através da definição de algumas funções, as quais atendem todo e qualquer componente montado nos veículos.

O resultado da análise também permitiu a geração de relatórios que contém além das informações tradicionais, as observações por função atendida o que, além do aumento do conhecimento sobre o veículo em análise, é uma base sólida para o estudo de novas propostas que visem as funções estipuladas.

Uma das dificuldades existentes anteriormente era a consulta aos resultados das análises, neste momento, o relatório era um descritivo do veículo dividido conforme o VPPS, vide Anexo A, onde constavam as observações anotadas, não obedecendo à algum tipo de função preestabelecida.

A inclusão da análise através da abordagem funcional, possibilitou, além da descrição do produto, incluir a relação de observações que atendem determinadas funções, deste modo, quando da necessidade do conhecimento de como um determinado veículo atende a uma função, é possível se obter a resposta de imediato, sem ter que *navegar* por diversas páginas buscando a informação solicitada.

Outra vantagem obtida pela utilização da abordagem funcional através de funções preestabelecidas está relacionada com a utilização do programa de gerenciamento de dados de onde é possível extrair, de um determinado componente, todas as observações de como ele atende a diversas funções, analisar as observações por função, ou melhor, como determinada função é atendida independentemente do

veículo analisado, verificar quais as funções e como um determinado veículo as atende, além de priorizar as observações através do índice de valor atribuído.

Algumas dificuldades foram encontradas durante a implementação do trabalho, principalmente quanto a atribuição de notas para o desempenho adquirido e para o custo de implementação da proposta.

A atribuição subjetiva de notas exige dos usuários uma disposição para o treinamento, trabalho em equipe e imparcialidade nas análises, estes pontos são essenciais para o sucesso dos resultados.

Outra grande dificuldade encontrada foi a quebra de paradigmas como o foco dos trabalhos na redução de custos, a ampliação do campo de análise necessita de pré-disposição dos envolvidos, que devem buscar toda e qualquer forma de preenchimento das funções, as quais muitas vezes exigem experiência na análise de veículos.

Uma observação válida é o progresso na obtenção dos resultados decorrentes da prática na nova metodologia, ou seja, a prática da análise através da utilização da abordagem funcional é fundamental para o sucesso do resultado final.

O trabalho se apresenta como um grande passo para o início de uma mudança cultural dentro da empresa através da alteração do foco da análise de componentes.

Esta mudança cultural deve se apresentar não apenas na área de Engenharia do Valor & *Teardown*, mas em todas as áreas da empresa, a metodologia pode ser utilizada no início dos projetos, na localização de componentes, na avaliação dos resultados de desenvolvimento e do retorno dos clientes. Na área de qualidade é possível analisar os problemas de campo através da análise funcional associado com a árvore de falhas, gerando o descobrimento da real causa dos problemas e auxiliando na busca de alternativas para a correção dos mesmos.

Em um tempo de extrema competitividade deve-se buscar novas formas de trabalho com o objetivo de incrementar o valor dos nossos produtos.

A área de Engenharia do Valor & *Teardown* possui uma capacidade de geração de informação destacada dentre todas as áreas da empresa, a proposta foi direcionada para a otimização da forma de análise, a exploração de recursos disponíveis nos veículos e a disponibilização e disseminação da informação para o aumento do conhecimento de todos os envolvidos com o planejamento, desenvolvimento, produção e vendas dos veículos.

Analisando o trabalho proposto por esse foco, conclui-se que o objetivo além de ser alcançado, pode ser um elemento de transformação cultural dentro da empresa, ultrapassando as idéias iniciais.

6.2 *Recomendações futuras*

O trabalho apresentado solucionou diversas dificuldades encontradas no percurso das atividades, porém a atuação foi limitada para que fosse possível propor algo novo e viável para a implementação e verificação dos resultados e alterações necessárias.

Em complemento as atividades desenvolvidas, alguns aprimoramentos devem ser sugeridos para atingir melhores resultados, estes estão relacionados com a classificação do valor do componente e estão divididos em duas etapas:

- A percepção do cliente.
- A valorização das observações.

A primeira etapa está relacionada com a percepção do cliente, isto é, deve-se verificar como é possível atender a uma função sem a percepção do cliente ou com a percepção do mesmo. Este ponto deve ser melhor explorado uma vez que seria conveniente em alguns casos que o cliente não perceba a modificação efetuada para o atendimento da função.

Para exemplificar, é citada a função redução de custo, onde qualquer que seja a modificação introduzida no veículo, não é desejável que o cliente final do produto perceba tal alteração.

Para algumas outras funções deseja-se que o cliente perceba o atendimento a função como gerar espaço, gerar conforto, aplicar tecnologia entre outras, porém durante a análise do cliente, o atendimento a funções como facilitar manutenção ou manufatura não são interessantes para os mesmos.

Uma proposta para a primeira etapa descrita seria a adoção de uma nota, nos moldes da análise de desempenho e custo, para a percepção do cliente quanto a observação apresentada. Esta nota seria multiplicada pelo resultado do desempenho sobre o custo gerando um novo índice de valor.

A segunda etapa para o aprimoramento dos resultados é a valorização das propostas, isto é, é necessário analisar as mesmas através de bases concretas.

A análise de custos apresentada no trabalho sugere que seja feita uma estimativa de investimento necessário para a implementação da mesma ou a redução de custo gerada quando no atendimento dessa função. Nesta recomendação, foi sugerido que os estudos se dividam em dois, o primeiro deverá identificar a alteração no custo da peça, para mais ou para menos e o segundo deverá verificar os custos necessários para as modificações inerentes à proposta, como ferramental, processo, fornecedor entre outros.

Com base nos valores de custo por componente e investimento necessário pode-se melhor classificar a observação gerada, reduzindo os erros na verificação do índice valor e auxiliando na tomada de uma decisão de implementação e análise da viabilidade econômica considerando a vida útil do veículo.

Estas duas etapas acima descritas podem melhorar o resultado do índice valor aprimorando o resultado obtido completando o trabalho proposto.

7 ANEXOS

Anexo A – Divisão do veículo em sub-grupos conforme VPPS

<p><i>Seção 10 : Powertrain</i> Motor Transmissão</p> <p><i>Seção 15 : Integração do Powertrain</i> Admissão de ar Sistemas auxiliares Sistema de exaustão Transmissão de força Sistema de combustível</p> <p><i>Seção 20 : Chassis</i> Direção Suspensão Rodas, pneus e calotas Freio Coxins Ferramentas</p> <p><i>Seção 30 : Ventilação e arrefecimento</i> Aquecimento e ar condicionado Arrefecimento do motor</p> <p><i>Seção 40 : Interior</i> Painel de instrumentos e console Bancos Acabamento interior Luzes internas Tratamento acústico Cintos de segurança e Air Bag</p>	<p><i>Seção 50 : Carroceria</i> Estrutura frontal Estrutura inferior Estrutura traseira Estrutura lateral Estrutura do teto</p> <p><i>Seção 55 : Carroceria</i> Complemento lateral Complemento traseiro Complemento dianteiro Espelhos retrovisores</p> <p><i>Seção 60 : Exterior</i> Vidros Para-choque e grades Complementos do teto Acabamento exterior Luzes externas Limpadores de para-brisa</p> <p><i>Seção 70 : Elétrica / Eletrônica</i> Informações para o motorista Controle do veículo Entretenimento Armazenamento de energia Distribuição de força</p>
--	---

Anexo B - Detalhamento do VPPS - Nível 10 - Motor

Nível 1		Nível 2		Nível 3		Nível 4		Nível 5	
10	Powertrain	01	Motor	01	Estrutura	01	Bloco	01	Bloco
						02	Cabeçote	02	Soportes
								03	Parafuso / porca
						03	Suporte do comando	01	Cabeçote
								02	Parafuso / porca
								03	Junta
								04	Suporte
								05	Parafuso / porca
								01	Suporte do comando
								02	Parafuso / porca
				02	Conjunto virabrequim	01	Virabrequim	01	Virabrequim
						02	Mancais do virabrequim	01	Bronzinas
								02	Capa dos mancais
								03	Parafuso / porca das capas
						03	Eixo de contra balança	01	Eixo de contra balança
								02	Parafuso / porca
						04	Volante	01	Volante
								02	Parafuso / porca
								03	Armetela
						05	Polia	01	Polia
								02	Parafuso / porca
						06	Bieleta	01	Bieleta
								02	Parafuso / porca
						07	Pistão	01	Pistão
						08	Pino do pistão	01	Pino do pistão
								02	Trava
						09	Anéis	01	Anéis
				03	Sistema de válvulas e comando	01	Sistema de Válvulas	01	Válvula de admissão
								02	Mola da válvula de admissão
								03	Prato da válvula de admissão
								04	Trava da válvula de admissão
								05	Válvula de escape
								06	Mola da válvula de escape
								07	Prato da válvula de escape
								08	Trava da válvula de escape
								09	Tucho da válvula
								10	Balancinho da válvula
								11	Eixo do balancinho da válvula
						02	Comando de válvulas	01	Eixo comando
								02	Eixo comando de admissão
								03	Eixo comando de escape
								04	Bronzinas do eixo comando
								05	Capa das bronzinas do eixo comando
								06	Parafusos da capa das bronzinas do eixo comando
								06	Correia / corrente do eixo comando
								07	Guia da correia / corrente do eixo comando
				04	Acessórios	01	Tensionador	01	Tensionador da correia
								02	Parafuso do tensionador da correia
								03	Tensionador da correia / corrente do eixo comando
								04	Parafuso do tensionador da correia / corrente do eixo comando
						02	Suporte do alternador	01	Suporte do alternador
								02	parafuso do suporte do alternador
						03	Suporte da bomba da direção hidráulica	01	Suporte da bomba da direção hidráulica
								02	Parafuso do suporte da bomba da direção hidráulica
						04	Suporte do compressor do Ar Condicionado	01	Suporte do compressor do Ar Condicionado
								02	Parafuso do suporte do compressor do Ar Condicionado
						05	Correias	01	Correias
						06	Outros suportes	01	Outros suportes
								02	Parafusos dos outros suportes

Anexo B - Detalhamento do VPPS - Nível 10 - Motor - continuação

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
		05 Gerenciamento do sistema térmico	01 Arrefecimento	01 Bomba de água
				02 Parafuso da bomba de água
				03 Junta da bomba de água
				04 Válvula termostática
				05 Carcaça da válvula termostática
				06 Parafuso da carcaça da válvula termostática
				07 Manguinhas
				08 Braçadeiras das manguinhas
			02 Lubrificação	01 Bomba de óleo
				02 Parafuso da bomba de óleo
				03 Filtro de óleo
				04 Carter de óleo
				05 Parafuso do carter de óleo
				06 Vareta medidora do nível de óleo
				07 Guia de vareta medidora do nível de óleo
				08 Parafuso da guia da vareta medidora do nível de óleo
		06 Ventilação	01 Ventilação	01 Válvula PCV
				02 Parafuso da válvula PCV
				03 Tubulação da válvula PCV
				04 Fixador da tubulação da válvula PCV
		07 Admissão de ar	01 Coletor de admissão	01 Coletor de admissão de ar
				02 Parafuso do coletor de admissão de ar
				03 Junta do coletor de admissão de ar
			02 Sistema EGR	01 Válvula EGR
				02 Parafuso da válvula EGR
				03 Tubulação da válvula EGR
				04 Fixador da válvula EGR
			03 Corpo da válvula aceleradora	01 Corpo da válvula aceleradora
				02 Parafuso do corpo da válvula aceleradora
			04 Compressor	01 Compressor
				02 Suporte do compressor
				03 Parafuso do compressor
			05 Turbocompressor	01 Turbocompressor
				02 Suporte do turbocompressor
				03 Parafuso do turbocompressor
			06 Intercooler	01 Intercooler
				02 Suporte do intercooler
				03 Parafuso do intercooler
		08 Sistema de combustível	02 Sistema de combustível	01 Tubulação
				02 Parafusos da tubulação
				03 Injetores
				04 Travas dos injetores
			04 Regulador	01 Regulador
		09 Ignição	01 Distribuição de energia	01 Bobina
				02 parafusos da bobina
				03 Cabos de vela
		10 Sistema de partida	01 Sistema de partida	01 Motor de partida
				02 Parafuso do motor de partida
				03 Junta do motor de partida
		11 Sensores eletrônicos	01 Sensores eletrônicos	01 Sensor de ar
				02 Parafuso do sensor de ar
				03 Sensor do virabrequim
				04 Parafuso do sensor do virabrequim
				05 Sensor do eixo de comando
				06 Parafuso do sensor do eixo de comando
				07 Sensor de detonação
				08 Parafuso do sensor de detonação
				09 Sensor de oxigênio
				10 Parafuso do sensor de oxigênio
				11 Sensor de temperatura da água
				12 Parafuso do sensor de temperatura da água
				13 Sensor de pressão de óleo
				14 Parafuso do sensor de pressão de óleo
				15 Sensor de temperatura do óleo
				16 Parafuso do sensor de temperatura do óleo

Anexo C - Avaliação veículo 01 - sistemática atual.

Exterior	
Antena	Cromada com fixação no paralama direito
Emblemas	6
Maçaneta da porta	Preto com fechadura separada
Para choque dianteiro	metálico / cromado
Luz de neblina dianteira	incorporado no para-choque dianteiro com lentes em vidro
Tamque de combustível	metálico
Espessura do vidro	
Espelhos	externo: preto com comando elétrico interno: manual day/night
Luz de posição	incorporada no farol (2) e lanterna (2)
Para choque traseiro	metálico / cromado com cobertura plástica
Luz de neblina traseira	NA
Luz de ré	2
Sala lateral	NA
Luz de direção	2
Moldura da porta	incorporado na carroceria c/ baixa carga e furos à cada 100mm p/ alívio de pressão - uso de stop (batoque)
Rodas	alumínio com 5 furos - usinada e diamantada com calota cromada
Parabrisa	NA
Limpador do parabrisa	2
Lavador do parabrisa	metálico
Compartimento do motor	
Condensador do A/C	alumínio mecânico
Bateria	sem manutenção (Moura)
Terminal da bateria	estampado
Embreagem	hidráulico
Isolador do painel corta fogo	feltro fenólico
Luz do compartimento do motor	NA
Isolador do capô	feltro fenólico
Radiador	alumínio brasado
Ventilador do radiador	utiliza somente 1 - hidro viscoso
Chassis	
Diâmetro do tubo de escapamento	
Silencioso	
Freio de estacionamento	acionado pelo pé com atuação na roda traseira
Sub frame (dianteiro)	NA
Sub frame (traseiro)	NA

Anexo C - Avaliação veículo 01 - sistemática atual - continuação.

Interior	
Saídas de ar	4 saídas frontais - 1 superior - 2 inferiores
Cinzeiro	Incorporado ao I/P na parte inferior - portas traseiras (2)
Acendedor de cigarros	1 independente no I/P
Instrumentos	velocímetro / tacômetro / temperatura / combustível / pressão de óleo / voltímetro / iluminação verde
Panel de instrumentos	soft touch em cinza com aplique hard touch em preto
Porta copos	2 no console central e 2 junto com alavanca de transmissão
Pino trava da porta	próxima coluna "B"
Panel de acabamento da porta	hard touch em cinza com apliques em preto - aplique soft touch em couro - grade do auto-falante integrada no pni de porta
Sistema <i>easy enter</i>	NA
Aviões eletrônicos	ABS / air bag / brake / bateria / porta aberta / check gage / aviso sonoro para chave no contato
Carpete do assoalho	tok cinza
Porta luvas	uma única peça com tampa sem chave
Ajuste dos faróis	NA
Encosto de cabeça	dianteiro: incorporado ao banco traseiro: independente fixado na carroceria
Alças de segurança	3 fixos
Luzes interiores	1 central
Chaves	1
Alavancas	somente do lado esquerdo com controle do limpador do para-brisa e pisca
Porta objetos	1 no console central
Pedais	metálico (4)
Cinto de segurança	dianteiro: com regulagem de altura (4 estágios) traseiro: retrátil sem regulagem de altura
Bancos	dianteiro: individual c/ aplique de vinil na parte traseira do encosto do banco ajuste: inclinação / frente - tras
Sistema de som	CD player com 4 auto-falantes
Volante de direção	com ajuste de altura
Teto solar	NA
Sombreira	vinil com espelho no passageiro e porta objetos no motorista
Tampa do porta malas	NA
Sistema de ventilação	4 velocidades - A/C quente e frio

Anexo D : Resultado da avaliação do veículo 01 - nova sistemática.

Função Aplicar Tecnologia	
Turbina de palhetas variáveis	1,60
Radiador de óleo para o conjunto direção hidráulica	1,25
Função Maximizar Segurança	
Adoção de <i>Air Bag</i> para motorista e passageiro	1,33
Aplicação de freios ABS	2,25
Função Minimizar ruído	
Adoção de <i>deadners</i> atrás do banco traseiro	3,00
Aplicação de isolador na painel dash	1,25
Aplicação de isolador no capô do motor	0,67
Função Gerar redução de custo	
Sombreira sem espelho para o motorista	4,00
Porta mapas de pequena tamanho	3,50
Porta copos injetado na moldura da alav. Transmissão	1,50
Porta luvas injetado em uma única peça	1,40
Utilização de vareta para sustentação do capô	4,00
Banco diant. Com encosto de cabeça incorporado	1,50
Função aumentar qualidade percebida	
Para choque cromados	1,75
Rodas polidas e cromadas	1,67
Grade dianteira cromada	1,75
Cobertura do para choque traseiro	2,00
Aplicação de revestimento imitando couro	2,00
Aplicação de carpete sob o banco traseiro	3,00
Mascara preta sobre o IP	4,00
<i>Cluster</i> dividido em 3 grupos	2,67
IP sem insertos - linhas arredondadas	1,60
Função Assegurar qualidade	
Utilização de braçadeiras mola nas mangueiras do <i>intercooler</i>	3,00
Chicotes do motor protegidos por tubo corrugado	1,40
Função facilitar manutenção	
Bateria sem manutenção	4,50
Filtro de combustível em posição elevada	4,00
Reservatórios dentro do motor de fácil acesso e visualização de nível	2,67
Função facilitar manufatura	
Portas fixas por parafusos	1,40
Capo do motor sem grade incorporada	4,00
Função gerar espaço	
Rebaixo no túnel central dianteiro para apoio do pé (acelerador)	9,00
Pouca inclinação do encosto do banco traseiro	7,00
Assoalho traseiro plano	8,00
Rebaixos no forro do teto	3,50
Bancos dianteiros com pequena espessura - estrutura e espuma	1,50
Função reduzir esforço	
Aplicação de embreagem hidráulica	2,25

Anexo D : Resultado da avaliação do veículo 01 - nova sistemática - continuação.

Função prover ergonomia

Comando de seta e para brisa agrupados em uma única alavanca	1,20
Acionamento elétrico do sistema 4x4	1,60
Acionamento do freio de estacionamento com o pé	2,00
Interruptor da trava das portas localizado no painel de porta (1 em cada lado)	1,33

Função Maximizar economia

Utilização de intercooler	1,80
Freio tambor traseiro	1,50

Função aumentar desempenho

Aplicação de turbina com palhetas variáveis	1,80
Aplicação de <i>intercooler</i>	1,80

Função Gerar conforto

Banco dianteiro com bom curso de ajuste	4,00
Apoio de braço dianteiro central	8,00
Porta copos no console central	9,00
Tomada de força no IP	8,00
Regulagem de altura da coluna de direção	4,00

Função transportar carga

Ganchos para amarração de carga na caçamba	4,00
Localizador para cobertura de carga / corda / caçambinha	4,00
Possibilidade de remoção da tampa traseira	7,00
Disponibilidade para colocação de gancho reboque	8,00

Anexo F : Resultado da avaliação do veículo 03 - nova sistemática.

Veículo : Veículo 03

Descrição	Função																			
	Espaço - Gerar	Peso - reduzir	Desempenho - Aumentar	Manufatura - Facilitar	Manutenção - Facilitar	Custo - Reduzir	Qualidade - Assegurar	Qualidade Percibida - Aumentar	GAP - Melhorar	Material - Melhorar	Componentes - Padronizar	Tecnologia - Aplicar	Conforto - Gerar	Ergonomia - Prover	Consumo - Maximizar	Carga - Transportar	Esforço - Reduzir	Ruído - Minimizar	Segurança - Maximizar	
Porta objetos junto ao forro do teto	x						x						x							
Luz de cortesia comunizada - frente/atrás					x					x										
Radio posicionado sobre a cobertura do IP													x							
Painel sem indicador de temperatura analógico					x															
Check control							x				x									
Alavanca da transmissão no IP	x											x	x							
Tomada de força no IP												x								
Porta luvas com tampa																				x
Controle de luzes junto com a seta						x							x							
Alça de segurança integrada no porta objetos				x	x															
2 porta objetos no IP	x												x							
Trava da porta integrada na maçaneta					x															
Transmissão por cabo			x	x							x	x					x			
Parede divisória no compartimento de carga			x													x		x	x	
Sombreira comunizadas						x				x										
Painel de porta aparente						x														
Espelho retrovisor externo com controle manual																				
Brake light externo integrado na porta traseira				x															x	x
Cobertura de acabamento sobre a lanterna traseira								x												
Maçanetas externas comunizadas						x				x										
Porta lateral corredeira	x	x					x					x	x		x					
Acelerador com "drive by wire"			x	x			x	x			x		x							
Coletor de admissão em plástico		x	x			x														
Fixação do motor "NTA"				x																x
Capô do motor sem isolador						x														
Painel dash com isolador externo																				x
Sub frame para suspensão e direção			x	x								x								x
Capô do motor sustentado por haste						x														
Farol dianteiro com 2 defletores				x																x
Compartimento de carga revestido por tapete de borracha				x			x													x
6 ganchos para transporte de carga fixos no assoalho																				x
Compartimento de carga sem isoladores nas laterais / teto							x													
Lanterna traseira posicionada na coluna "D"																				x
Limpador no vidro traseiro				x																x
Possibilidade de instalação de rack no teto				x																x
Sistema "Follow me home" de iluminação								x				x	x							x

Anexo J : Resultado da avaliação do veículo 02 desmontado.

Relatório de Análise por Função - Veículo 02

Função : Reduzir Peso	Valor
Componente : 10.01.03.02.08	
Polia do comando de válvulas sinterizada	2,33
Componente : 15.03.03.03.01	
Coletor de escape tubular	1,75
Componente : 10.01.07.01.01	
Coletor de admissão em plástico	1,60
Componente : 10.01.01.02.06	
Tampa de válvulas em alumínio	1,33
Componente : 10.01.03.02.01	
Utilização de 1 comando para acionamento das 16 válvulas	1,00
Componente : 10.01.01.01.01	
Bloco do motor em alumínio	0,89
Componente : 10.01.02.02.02	
Capa do virabrequim em alumínio	0,71
Função : Aumentar Desempenho	Valor
Componente : 10.01.08.02.03	
Bicos injetores de 4 furos	4,00
Componente : 10.01.09.01.01	
Bobinas individuais	2,67
Componente : 10.01.05.02.04	
Rebaixo no carter para posição do pescador de óleo	2,50
Componente : 10.01.09.01.03	
Vela na posição central	2,33
Componente : 10.01.03.01.10	
Balanceiros roletados	2,33
Componente : 10.01.03.02.08	
Polia do comando de válvulas sinterizada	2,00
Componente : 15.03.03.03.01	
Coletor de escape tubular	2,00
Componente : 10.01.03.02.01	
Utilização de 1 comando para acionamento das 16 válvulas	1,25
Componente : 10.01.07.01.01	
Coletor de admissão em plástico	0,75
Função : Facilitar Manufatura	Valor
Componente : 10.01.03.01.11	
Suporte do eixo balanceiro	1,67
Componente : 10.01.02.02.02	
Capa do virabrequim em alumínio	1,50
Componente : 10.01.03.02.01	
Utilização de 1 comando para acionamento das 16 válvulas	1,33
Função : Reduzir Custo	Valor
Componente : 10.01.05.02.09	
Vareta medidora de óleo em chapa metálica	4,00
Componente : 10.01.03.01.11	
Suporte do eixo balanceiro	1,67
Componente : 10.01.05.01.01	
Rotor da bomba de água em aço estampado	1,50
Componente : 10.01.03.02.01	
Utilização de 1 comando para acionamento das 16 válvulas	0,60

Anexo J : Resultado da avaliação do veículo 02 desmontado - continuação.

Função : Assegurar Qualidade	Valor
Componente : 10.01.03.02.08 Polia do comando de válvulas sinterizada	4,00
Componente : 10.01.05.02.04 Rebaixo no carter para posição do pescador de óleo	3,00
Componente : 10.01.08.02.03 Bicos injetores de 4 furos	2,33
Componente : 15.03.03.03.01 Coletor de escape tubular	2,33
Componente : 10.01.03.01.10 Balanceiros roletados	1,60
Componente : 10.01.02.02.02 Capa do virabrequim em alumínio	1,50
Função : Aumentar Qualidade Percebida	Valor
Componente : 10.01.02.05.01 Polia do virabrequim com antivibrador	3,50
Componente : 10.01.09.01.01 Bobinas individuais	2,67
Função : Melhorar Material	Valor
Componente : 10.01.01.02.06 Tampa de válvulas em alumínio	2,00
Componente : 10.01.07.01.01 Coletor de admissão em plástico	1,75
Componente : 10.01.02.02.02 Capa do virabrequim em alumínio	1,50
Componente : 10.01.01.01.01 Bloco do motor em alumínio	1,17
Função : Padronizar Componentes	Valor
Componente : 10.01.03.01.11 Suporte do eixo balanceiro	2,33
Função : Aplicar Tecnologia	Valor
Componente : 10.01.03.02.08 Polia do comando de válvulas sinterizada	4,00
Componente : 10.01.03.01.10 Balanceiros roletados	2,67
Componente : 10.01.02.02.02 Capa do virabrequim em alumínio	1,75
Componente : 10.01.01.01.01 Bloco do motor em alumínio	1,60
Função : Gerar Conforto	Valor
Componente : 10.01.02.05.01 Polia do virabrequim com antivibrador	2,67

Anexo J : Resultado da avaliação do veículo 02 desmontado - continuação.

Função : Otimizar Consumo	Valor
Componente : 10.01.08.02.03 Bicos injetores de 4 furos	3,00
Componente : 10.01.09.01.01 Bobinas individuais	2,67
Componente : 10.01.03.01.10 Balanceiros roletados	2,00
Componente : 10.01.09.01.03 Vela na posição central	2,00
Componente : 10.01.03.02.01 Utilização de 1 comando para acionamento das 16 válvulas	1,40
Componente : 10.01.07.01.01 Coletor de admissão em plástico	1,20
Função : Minimizar Ruído	Valor
Componente : 10.01.03.01.10 Balanceiros roletados	3,00
Componente : 10.01.03.02.08 Polia do comando de válvulas sinterizada	2,67
Componente : 10.01.01.02.06 Tampa de válvulas em alumínio	2,33
Componente : 10.01.02.02.02 Capa do virabrequim em alumínio	2,00
Componente : 10.01.01.01.01 Bloco do motor em alumínio	1,60
Função : Maximizar Segurança	Valor
Componente : 15.03.06.01.01 Defletor de calor no coletor de escape	4,00

Anexo K : Resultado da avaliação do veículo 02 desmontado.

Relatório de Análise por Componente - Veículo 02

Componente : 10.01.01.01.01 - Bloco do motor		Valor
	<i>Bloco do motor em alumínio</i>	
	Aplicar Tecnologia	1,60
	Minimizar Ruído	1,60
	Melhorar Material	1,17
	Reduzir Peso	0,89
Componente : 10.01.07.01.01 - Coletor de admissão		Valor
	<i>Coletor de admissão em plástico</i>	
	Reduzir Peso	1,60
	Melhorar Material	1,75
	Otimizar Consumo	1,20
	Aumentar Desempenho	0,75
Componente : 10.01.03.02.01 - Comando de válvulas		Valor
	<i>Utilização de 1 comando para acionamento das 16 válvulas</i>	
	Otimizar Consumo	1,40
	Facilitar Manufatura	1,33
	Aumentar Desempenho	1,25
	Reduzir Peso	1,00
	Reduzir Custo	0,60
Componente : 10.01.03.01.10 - Balanceiros		Valor
	<i>Balanceiros roletados</i>	
	Minimizar Ruído	3,00
	Aplicar Tecnologia	2,67
	Aumentar Desempenho	2,33
	Otimizar Consumo	2,00
	Assegurar Qualidade	1,60
Componente : 10.01.02.02.02 - Capa dos mancais do virabrequim		Valor
	<i>Capa do virabrequim em alumínio</i>	
	Minimizar Ruído	2,00
	Aplicar Tecnologia	1,75
	Facilitar Manufatura	1,50
	Assegurar Qualidade	1,50
	Melhorar Material	1,50
	Reduzir Peso	0,71
Componente : 10.01.05.02.09 - Vareta medidora de óleo		Valor
	<i>Vareta medidora de óleo em chapa metálica</i>	
	Reduzir Custo	4,00
Componente : 10.01.05.01.01 - Bomba de água		Valor
	<i>Rotor da bomba de água em aço estampado</i>	
	Reduzir Custo	1,50

Anexo K : Resultado da avaliação do veículo 02 desmontado - continuação.

Componente : 10.01.09.01.01 - Bobina		Valor
	<i>Bobinas individuais</i>	
	Aumentar Desempenho	2,67
	Aumentar Qualidade Percebida	2,67
	Otimizar Consumo	2,67
Componente : 10.01.03.02.08 - Polia do comando de válvulas		Valor
	<i>Polia do comando de válvulas sinterizada</i>	
	Assegurar Qualidade	4,00
	Aplicar Tecnologia	4,00
	Minimizar Ruído	2,67
	Reduzir Peso	2,33
Aumentar Desempenho	2,00	
Componente : 10.01.08.02.03 - Bico injetor		Valor
	<i>Bicos injetores de 4 furos</i>	
	Aumentar Desempenho	4,00
	Otimizar Consumo	3,00
	Assegurar Qualidade	2,33
Componente : 10.01.05.02.04 - Câster de óleo		Valor
	<i>Rebaixo no carter para posição do pescador de óleo</i>	
	Assegurar Qualidade	3,00
	Aumentar Desempenho	2,50
Componente : 10.01.01.02.06 - Tampa de válvulas		Valor
	<i>Tampa de válvulas em alumínio</i>	
	Minimizar Ruído	2,33
	Melhorar Material	2,00
	Reduzir Peso	1,33
Componente : 15.03.03.03.01 - Coletor de escape		Valor
	<i>Coletor de escape tubular</i>	
	Assegurar Qualidade	2,33
	Aumentar Desempenho	2,00
	Reduzir Peso	1,75
Componente : 10.01.09.01.03 - Vela		Valor
	<i>Vela na posição central</i>	
	Aumentar Desempenho	2,33
	Otimizar Consumo	2,00
Componente : 10.01.02.05.01 - Polia do virabrequim		Valor
	<i>Polia do virabrequim com antivibrador</i>	
	Aumentar Qualidade Percebida	3,50
	Gerar Conforto	2,67

Anexo K : Resultado da avaliação do veículo 02 desmontado - continuação.

Componente : 15.03.06.01.01 - Defletor de calor		Valor
	<i>Defletor de calor no coletor de escape</i> Maximizar Segurança	4,00
Componente : 10.01.03.01.11 - Suporte do eixo balanceiro		Valor
	<i>Suporte do eixo balanceiro</i> Padronizar Componentes Facilitar Manufatura Reduzir Custo	2,33 1,67 1,67

8 LISTA DE REFERÊNCIAS

1. ADAMS, MEL et al. Lean manufacturing : how to start, support and sustain. In:SAE SOUTHERN AUTOMOTIVE MANUFACTURING CONFERENCE and EXPOSITION, Birmingham, Alabama, 1999. s.l. : s.ed., 1999. (Paper, 3362)
2. ARDAYFIO, DAVID D. Optimum methods of the critical path in product creation. In: SAE 2000 WORLD CONGRESS, Detroit, Michigan, 2000. s.l. : s.ed., 2000. (Paper, 1345)
3. ASSAF, SADI; JANNADI, OSAMA A. Computerized system for application of value engineering methodology. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v.4, n.3, p.206-214, jul, 2002.
4. BORKENHAGEN, KEITH. Value engineering : multidisciplinary tool for analysis and solving problem. **Public Roads**, v.63, n.2, p.39, set., 1999.
5. BRILEY, GEORGE C. **Value engineering is no bargain**. s.l. : Process Cooling & Equipment, 2001. Cap. 2, p.57.
6. CSILLAG, JOÃO MÁRIO. **Análise do valor : metodologia do valor**. 4.ed. São Paulo : Editora Atlas, 1995.
7. CONOVER, GARRY; SUSAN DAY. Mining your competition. **Automotive Industries**, p.32-33, mar. 2002.
8. COPPERMAN, WILLIAM H. Implementing ISSO 9000 through value engineering. In: SAE INTERNATIONAL CONGRESS AND EXPOSITION, Detroit, Michigan, 1998. (Paper 980622)
9. DeDAD, JOHN. There are good profits. **EC&M Electrical Construction & Maintenance**, v.97, n.4, p.8, abr., 1998.
10. DELL'ISOLA ALPHONSE. **Value engineering : pratical applications**.
11. DENTON, GREGORY A. **Managing capital expenditures : using value engineering**. **Cornell Hotel & Restaurant Administration** , v.39, n.2, p.30, abr., 1998.
12. FARID, MANSOUR. Perceptions and reality of value engineering. In: ANNUAL MEETING OF AACE INTERNATIONAL , 43., Denver, 1999. s.l. : s.ed., 1999.

13. FONG, S. W. Value engineering in Hong Kong : a powerful tool for a changing society. **Computers and Industrial Engineering**, v.35, n.3-4, p.627-630, dez., 1998.
14. FOWLER, THEODORE C. Foward to the basics : create-by-function. In: SAVE PROCEEDINGS, Dayton, Ohio, 1994. **Proceedings**. s.l. : s.ed., 1994.
15. FOWLER, THEODORE C. **Value analysis in design**. New York : Van Nostrand Reinhold, 1990.
16. GREVE, JOHN W.; WILSON, FRANK W., **Value Engineering in manufacturing**. 10th ed. New Jersey : American Society of Tool and Manufacturing Engineers, 1967.
17. HELLER, EDWARD, **Value management : value engineering and cost reduction**. Massachusetts : Addison-Wesley, 1971.
18. JANSSEN, HUBERT; TOMLEY, DAVID. Value engineering expands bulb-tee gider market. **PCI Journal**, v.43 n.5 , p34-44, set./out., 1998.
19. JERGEAS, GEORGE F., et al. Value engineering incentive clauses. **Cost Engineering**, v.41, n.3 , p.25-34, mar., 1999.
20. LEBLANC, RON. **Power Lean : a practical approach to operations excellence**. s.l. : s.ed., 2001. (Paper, 2630)
21. MILES, LAWRENCE D., **Techniques of value analysis and engineering**. 2.ed. New York : McGraw-Hill Books, 1972.
22. MASSARANI, MARCELO; MATTOS, FERNANDO C., Aumento da rigidez à torção de um monoposto de fórmula chevrolet usando engenharia do valor. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA,9., São Paulo, 1997. SIMEA'97. São Paulo : s.ed., 1997.
23. MATTOS, FERNANDO C.; MASSARANI, MARCELO, Engenharia do valor como instrumento de qualidade no desenvolvimento de produtos mecânicos. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA,9., São Paulo, 1997. SIMEA'97. São Paulo : s.ed., 1997.
24. MATTOS, FERNANDO C.; MASSARANI, MARCELO, Reformulação do projeto de produtos mecânicos através de técnicas de análise e engenharia do valor (AV/EV) In: INTERNATIONAL MOBILITY TECHNOLOGY

- CONFERENCE AND EXHIBITION, 6., São Paulo, 1997. SAE Brasil 97. São Paulo : SAE, 1997. (Paper 973080)
- 25.** MASSARANI, MARCELO; MATTOS, FERNANDO C. A Engenharia do valor no desenvolvimento contínuo de produtos. In: . CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAIS DA TECNOLOGIA DA MOBILIDADE, 7., São Paulo, 1998. SAE Brasil 1998. São Paulo : SAE, 1998. , (Paper 982953)
- 26.** MASSARANI, MARCELO; MATTOS, FERNANDO C., Processo para identificação das características que garantem a aceitação de um produto. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAIS DA TECNOLOGIA DA MODALIDADE, 9., São Paulo, 2000. SAE Brasil 2000. São Paulo : SAE, 2000. (Paper, 3238)
- 27.** MUDGE, ARTHUR E., *Value engineering : a systematic approach*. 2.ed. Pennsylvania : s.ed., 1981.
- 28.** O'BRIEN, JIM, Treatment plant is beneficiary of value engineering. *Public Works*, v.129, n.6, p.41, maio, 1998.
- 29.** OMIGBODUM, A., Value engineering and optimal buiding projects. *Journal of Architectural Engineering*, v.7, n.2 , p40-43, jun. 2001.
- 30.** SPERLING, ROGER B., Understanding value engineering. *IIE Solutions*, v.33 n.8 p.45, 2001.
- 31.** VALUE engineering : na increadible return on investment. *Public Roads*, set./out.,1999.
- 32.** VAN TIEM, DARLENE M.; DOYLE, THOMAS R.; DUBENSKY, ROBERT G. *Design through Collaboration : a supplier partnership paradigm*. In: SAE 2000 WORLD CONGRESS, Detroit, Michigan, 2000. , SAE 2000.. s.l. : s.ed., 2000. (Paper,1389)
- 33.** WATER tanks pass the test. *Public Works*, v.129, n.3, p.68, mar., 1998.
- 34.** WITTE, ROBERT D. Value Engineering Changes, *Contract Management*, v.41, n.3, p.71.,mar., 2001.