

# **Análise de valor na gestão de custos: um estudo de caso da indústria automobilística brasileira**

**Antonio Henriques Araújo** (UERJ) - anthenriques2001@yahoo.com.br

**José Glênio Medeiros de Barros** (UERJ) - glenio.barros@gmail.com

**Daniel Simon Werberich** (UERJ) - danielwerberich@yahoo.com.br

**Edivaldo Santos Junior** (UERJ) - edivaldo.santosjunior@mpsa.com

## **Resumo:**

*Neste trabalho é apresentado estudo que objetiva melhorar e otimizar custos de produção em tradicional montadora brasileira de veículos comerciais. Pretende-se demonstrar de forma didática, a aplicação da ferramenta Análise de Valor no processo de redução de custos, em um sistema de enchimento de óleo do motor, como o utilizado em caminhões pesados, produzidos por importante indústria sul-fluminense. Foi utilizado o Diagrama de Mudge (matriz de análise de valor) para quantificar a importância relativa de cada função do produto. A técnica de análise de valor permitiu propor um sistema mais simplificado de enchimento de óleo do motor com redução nas dimensões do tubo de enchimento da vareta de óleo, redução de custos e simplificação na fixação e montagem deste sistema.*

**Palavras-chave:** *Análise de valor, análise de custos, análise de valor na indústria automobilística,*

**Área temática:** *Gestão Estratégica de Custos*

## **Análise de valor na gestão de custos: um estudo de caso da indústria automobilística brasileira**

### **Resumo**

Neste trabalho é apresentado estudo que objetiva melhorar e otimizar custos de produção em tradicional montadora brasileira de veículos comerciais. Pretende-se demonstrar de forma didática, a aplicação da ferramenta *Análise de Valor* no processo de redução de custos, em um sistema de enchimento de óleo do motor, como o utilizado em caminhões pesados, produzidos por importante indústria sul-fluminense. Foi utilizado o Diagrama de *Mudge* (matriz de análise de valor) para quantificar a importância relativa de cada função do produto. A técnica de análise de valor permitiu propor um sistema mais simplificado de enchimento de óleo do motor com redução nas dimensões do tubo de enchimento da vareta de óleo, redução de custos e simplificação na fixação e montagem deste sistema.

Palavras-chave: Análise de valor, análise de custos, análise de valor na indústria automobilística, Diagrama de Mudge.

Área Temática: Gestão Estratégica de Custos

### **1 Introdução**

O objetivo do trabalho é o de demonstrar, de forma didática, a aplicação da ferramenta *Análise de Valor* no processo de redução de custos do sistema de enchimento de óleo utilizado em caminhões pesados, produzidos por importante indústria sul-fluminense.

Devido à crescente concorrência entre montadoras de veículos comerciais em todo o mundo, as empresas estão buscando formas eficientes e criativas para aumentar a lucratividade. Isso tem ocorrido de diversas formas, entre elas a de aumentar sua participação no mercado, o que pode ser alcançado com produtos de qualidade a preços competitivos.

Para que a montadora consiga manufaturar produtos a preços competitivos, é necessário focar em três elementos: Processos, Peças e Produto. Este trabalho foca a redução de custos no produto, avaliando quais funcionalidades podem ter seu conceito modificado a fim de tornar seu custo mais condizente com sua funcionalidade.

#### **1.1 Caracterização do projeto de pesquisa**

O alvo deste estudo é avaliação de um sistema de medição e enchimento de óleo utilizado nos caminhões da classe “*pesados*”, fabricados por uma montadora da região sul-fluminense, através da técnica de análise de valor. Estes veículos são ideais para aplicações fora de estrada, como por exemplo, mineradoras ou canaviais e transportes para médias e longas distâncias. Os veículos desta classe apresentam chassis reforçados e, dependendo da sua utilização, um ou dois eixos na traseira, a fim de suportar com segurança as condições mais extremas de trabalho. Para uma fácil manutenção, a cabine é do tipo basculável, o que possibilita ao motorista efetuar uma série de reparos sem a necessidade de ter o veículo rebocado para manutenção.

#### **1.2. Estrutura do trabalho**

Na Seção 1 é feita a introdução do trabalho e caracterizado o projeto de pesquisa. A revisão da literatura, mostrada na Seção 2, aborda os conceitos de valor e de análise de valor, bem como seus métodos e processos. A metodologia e o método de pesquisa são tratados na

Seção 3. Na Seção 4, são discutidos os conceitos do diagrama de Mudge e da matriz de análise de valor. Os resultados da pesquisa são discutidos na Seção 5, a partir da aplicação da matriz de valor levantada para o sistema de enchimento de óleo do motor de um determinado modelo de caminhão pesado, fabricado por conceituada montadora brasileira de caminhões.

E, finalmente, na Seção 6 são mostradas as conclusões do trabalho.

## 2 Revisão da literatura

### 2.1 O Conceito de valor

O conceito de valor pode ser definido como um sistema para solucionar problemas através do uso de um conjunto específico de técnicas, um corpo de conhecimentos e um grupo de pessoas especializadas. É um enfoque criativo e organizado que tem como propósito a identificação e remoção de custos desnecessários” (MILES, 1962).

Este conceito pode também ser explicado com a aplicação sistemática de técnicas com o objetivo de:

- Identificar as funções de um produto;
- Fixar um valor para estas funções;
- Prover funções ao menor custo possível e garantir qualidade igual ou melhor ao produto que é oferecido ao consumidor (SOCIETY OF AMERICAN VALUE ENGINEERS).

O valor de um produto é interpretado de formas diferentes por diferentes clientes podendo ser traduzido em características comuns como: nível e capacidade de desempenho, atração emocional, estilo, etc. Estas, impactam diretamente o custo do produto. Este conceito pode ser expresso como a maximização das funções de um produto em relação a seu custo, através da fórmula abaixo:

$$VALOR = (Desempenho + Capacidade)/Custo = Função/Custo \quad (\text{Equação 1})$$

O conceito de valor extrapola o de minimização de custo de um produto. Em alguns casos, o valor de um produto pode ser aumentado através do “acréscimo” de suas funções e custo, desde que o acréscimo em suas funções seja maior que o aumento em seu custo. Isto torna o conceito de “Valor da Função” relativamente importante. O valor funcional é expresso pelo menor custo necessário para prover determinada função ao produto.

### 2.2 Introdução à análise de valor

Ultimamente, poucos conceitos voltados à melhoria dos resultados das organizações têm trazido tantos resultados positivos como a análise de valor. Este conceito foi introduzido em 1947, pelo engenheiro americano Lawrence D. Miles, como uma abordagem de análise das funções de um determinado produto, para efeito de pesquisa de outros mais baratos e que desempenhassem as mesmas funções, observados os aspectos de qualidade e segurança.

Assim, a análise de valor preconiza que a finalidade de um produto é desempenhar um conjunto de funções que atendam às necessidades dos usuários e que estas funções representem custos para o fabricante e para o consumidor. Agir sobre estas funções, racionalizando-as e otimizando-as com a finalidade de reduzir custos, é o propósito da análise de valor. A aplicação original, redundou em diferentes variantes, a ponto de a análise de valor estar sendo utilizada atualmente nos mais diversos campos de atividades com expressivos resultados. Praticar a filosofia da Análise de Valor pressupõe uma mudança de atitude das pessoas.

O sucesso de um programa de análise de valor depende, fundamentalmente, do apoio da alta administração da empresa e do corpo gerencial, bem como da estruturação de um plano de trabalho ordenado, de modo a permitir que cada um dos recursos a serem cobertos pelo programa, seja adequadamente tratado. A análise de valor usa a criatividade, o conhecimento e a experiência das pessoas em busca de produtos e serviços que atendam às necessidades dos consumidores sem faltas ou excessos.

É um processo educacional de alteração de hábitos de consumo, levando a utilizar somente produtos e serviços que satisfaçam às necessidades dos clientes, resguardando os recursos racionalizados para a poupança e investimento. A prática da análise de valor pode ser resumida, na visão do proponente do método, na frase: “Se é de um litro de leite que você precisa, porque comprar uma vaca?” (MILES, 1962).

### 2.3 O Método da análise de valor

A análise de valor define uma “*função básica*” como qualquer função que faça o produto funcionar e, em decorrência, ser adquirido. Funções secundárias, também conhecidas como “*funções de suporte*”, são todas as funções diferentes das funções básicas. Funções secundárias e que não agregam valor ao produto e ao cliente, podem ser modificadas ou eliminadas para redução de custo.

Quando se descreve um problema real, deve-se detalhar um plano de ação que leve a busca de soluções com uma análise efetiva do motivo da falha. Desta forma, as “*funções*” ou “*funcionalidades*” utilizadas são fatores abstratos e não tangíveis. Conseqüentemente, quanto mais abstrata for a função que se está tentando “*resolver*” para solucionar o problema, maiores serão as chances para erros posteriores.

Este elevado nível de abstração pode ser alcançado descrevendo-se o que será realizado com um verbo e um substantivo. Neste método, o verbo responde a pergunta “*O que deve ser feito?*” O verbo define a ação requerida. O substantivo responde a pergunta “*O que está sendo feito?*” O substantivo indica o que está sendo feito.

A função básica de um produto é de extrema importância para o seu sucesso e, desta forma, o custo desta função não é tão importante. Poucas pessoas compram um produto baseando-se apenas no seu desempenho ou no menor custo das funções básicas, pois subentende-se que estas sempre irão funcionar.

A atenção do cliente, desta forma, volta-se para as funções secundárias de suporte, que são tangíveis e determinam o valor do produto. Produtos são desenvolvidos para possuir um alto valor alocado às funções básicas e dar ênfase às suas funções de desempenho. Após a definição das funções básicas, inicia-se o desenvolvimento das funções secundárias, responsáveis pela atração do cliente. Estas funções são incorporadas com o objetivo de acentuar as funções básicas e ajudar na venda do produto.

A eliminação das funções secundárias que não agregam valor para o cliente, reduz o custo do produto e aumenta seu valor, preservando seu preço final de venda.

Um dos objetivos da análise de valor, portanto, é aumentar o valor de um produto, reduzindo seu custo em relação a determinadas funções. Este objetivo é atingido eliminando-se ou combinando-se tantas funções secundárias quanto necessárias.

### 2.4 O Processo de análise de valor

O processo de análise de valor pode ser desdobrado em 5 etapas. A primeira etapa da análise de valor é definir o problema e seu escopo. Após essa definição, os itens (funcionalidades) do produto são listados e suas funções são definidas através da utilização de um “*Brainstorming*” (2), sendo classificadas em básicas ou secundárias.

Constrói-se, a seguir, a “*Matriz de Análise de Valor*”(3) para identificar o custo de cada função, associando-se esta, com um mecanismo ou componente do conjunto de funcionalidades do produto. Na quarta etapa do estudo é utilizado o denominado diagrama de Mudge que define a importância relativa das funções. E finalmente, na 5ª. etapa, é feita a comparação entre alternativas e funcionalidades.

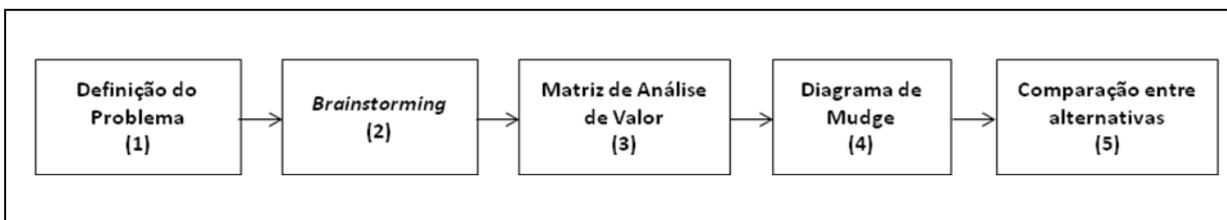


Figura 1 – Fluxograma do Processo de Análise de Valor

Após elaboração da matriz de análise de valor e a construção do diagrama de Mudge, é feita a comparação entre a importância e o custo das funções envolvidas. Funções de produto com alto custo são identificadas como oportunidades para investigação e melhoria. O processo pode ser ilustrado com a ajuda do fluxograma mostrado na Figura 1.

### 3 Metodologia e método da pesquisa

#### 3.1 Metodologia da pesquisa

Esta pesquisa pode ser classificada, do ponto de vista do seu objetivo, como uma pesquisa exploratória, de acordo com (Gil, 1991), pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico e entrevistas com gestores da indústria investigada, e que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado, assumindo a forma de estudo de caso na indústria automobilística. Trata-se de um estudo de caso uma vez que nesta pesquisa os pesquisadores e participantes estão envolvidos de forma cooperativa ou participativa.

Quanto à sua natureza, trata-se de uma pesquisa aplicada, uma vez que gera conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais.

É uma pesquisa qualitativa, do ponto de vista da abordagem do problema, pois existe uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido plenamente em números. Sabe-se, que a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Assim, não é requerido o uso de métodos e técnicas estatísticas. Na pesquisa qualitativa o ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. O processo e seu significado são os focos principais desta abordagem.

#### 3.2 Método da pesquisa

Método científico é o conjunto de processos ou operações mentais que se devem empregar na investigação. É a linha de raciocínio adotada no processo de pesquisa. Os métodos que fornecem as bases lógicas à investigação são: dedutivo, indutivo, hipotético-dedutivo, dialético e fenomenológico (GIL,1999; LAKATOS & MARCONI, 1991).

Na pesquisa utilizou-se o processo clássico de análise de valor, ilustrado na Fig. 1.

Acresce mencionar que na etapa de *Brainstorming* foram realizadas entrevistas de campo com gestores e desenvolvedores do produto para identificar que produto (ou componente do produto) e funcionalidades seriam considerados objetos de estudo.

Foi realizado *Brainstorming* baseado nas informações de cada componente, com cada peça, visando à definição de suas funções, sendo elaborado o Quadro 9, contendo o nome da peça, suas funções e custo.

#### 4. Diagrama de Mudge

A matriz de *Análise de Valor* tem como resultado a estimativa de custo para cada função do produto. Identificado o custo de cada função, o próximo passo é quantificar a importância relativa de cada função. Para isso é utilizado o denominado diagrama de Mudge, como mostrado abaixo. O diagrama de Mudge propõe uma matriz quadrada de ordem  $n$ , onde cada elemento  $a_{i,j}$ , com  $i, j = 1, \dots, n$ , situa-se na linha  $i$  e coluna  $j$ . Estes coeficientes apresentam juízo de valor do decisor na comparação do fator  $n_i$  com o fator  $n_j$ , pertencentes ao conjunto dos  $n$  fatores que compõem a decisão.

Para evitar uma duplicidade de comparações ( $n_i \times n_j$  e  $n_j \times n_i$ ,  $i \neq j$ ), assim como comparações da alternativa com ela mesma ( $n_i \times n_j$ ,  $i = j$ ), a metodologia de Mudge adota  $a_{i,j} = 0$  para  $i \geq j$ , como mostrado no Quadro 1.

	$n_1$	$n_2$	$n_3$	...	$n_j$
$n_1$	0	$a_{1,2}$	$A_{1,3}$	...	$a_{1,j}$
$n_2$	0	0	$A_{2,3}$	...	$a_{2,j}$
$n_3$	0	0	0	...	$a_{3,j}$
.	0	0	0	.	.
.				.	.
$n_{i-1}$	0	0	0	0	$a_{i-1,j}$
$n_i$	0	0	0	0	0

Fonte: Adaptado de Soethe (2004)

Quadro 1 – Matriz de juízos de preferências para a técnica de Mudge.

Cada coeficiente  $a_{i,j} \neq 0$  da matriz de decisão de Mudge é representado pelas coordenadas  $(p, L)$ , onde  $p$  indica o fator preferido na comparação  $n_i \times n_j$  e  $L$  um dos níveis de preferência indicado no Quadro 2.

Situação de Análise	Pontuação Atribuída para L
Se $n_i$ é levemente mais importante do que $n_j$	L = 1
Se $n_i$ é moderadamente mais importante do que $n_j$	L = 3
Se $n_i$ é muito mais importante do que $n_j$	L = 5

Fonte: Adaptado de Soethe (2004)

Quadro 2 – Escala de preferência na comparação de fatores (Diagrama de Mudge).

Após o preenchimento da matriz, o diagrama de Mudge propõe a inserção de uma nova coluna, onde a soma dos valores de preferência do fator  $n_i$  ( $\sum L_{ni}$ ) será colocada na linha  $i$ . A soma dos valores relativos aos  $n$  fatores considerados, e dispostos nas  $n$ -ésimas linhas, determinarão o coeficiente  $\sum L_i$ . A razão entre estes dois coeficientes determinará a importância relativa do valor  $n_i$ ,  $w_i$ , ..., como representado na Equação 2:

$$w_{n_i} = \frac{\sum_{n_i=1}^n L_{n_i}}{\sum_{i=1}^n L_i} \quad (\text{Equação 2})$$

Após a utilização da coluna que ilustra o valor  $w_i$  acima, utiliza-se outra coluna, à esquerda desta, que será preenchida com os valores percentuais (%) de cada função, obtidos pela fórmula abaixo:

$$\text{Percentual (\%)} = \frac{w_i}{\sum w} \quad (\text{Equação 3})$$

Para melhor visualização do diagrama, todos os elementos  $a_{i,j} = 0$  para  $i \geq j$  são removidos da matriz. Assim, o diagrama de Mudge pode ser ilustrado como mostrado no Quadro 3.

	$n_2$	$n_3$	$n_4$	...	$n_i$	SOMA	%	
$n_1$	$a_{1,2}L$	$a_{1,3}L$	$a_{1,4}L$	...	$a_{1,i}L$	$w_1$	$w_1 / \sum w$	
$n_2$		$a_{2,3}L$	$a_{2,4}L$	...	$a_{2,i}L$	$w_2$	$w_2 / \sum w$	
$n_3$			$a_{3,4}L$	...	$a_{3,i}L$	$w_3$	$w_3 / \sum w$	
...				...	...	...	...	
					$n_{i-1}$	$a_{i-1,i}L$	$w_{i-1}$	$w_{i-1} / \sum w$
						$\sum w$	100%	

Quadro 3 – Diagrama de Mudge.

## 4.2 O diagrama de Mudge x matriz de análise de valor

A matriz de análise de valor nos dá o percentual em custo de cada função e o diagrama de Mudge nos dá o percentual de importância de cada função. Unindo-se os dois valores, pode-se comparar os dois percentuais, custo e importância relativa de cada função, como mostrado no Quadro 4.

Função	Custo da Função (%)	Importância da Função (%)
FUNÇÃO A		
FUNÇÃO B		
FUNÇÃO C		
FUNÇÃO D		
FUNÇÃO E		
TOTAL	100%	100%

Quadro 4 – Diagrama de Mudge.

Se o percentual em custo for muito alto em relação ao seu percentual de importância, pode-se afirmar que se trata de uma função com um custo relativamente alto para a importância que esta representa para cliente, e de um possível alvo para projetos de melhoria ou redução de custo. Em caso contrário, custo baixo e alta importância, pode-se assumir que se trata de uma função com importante para o cliente.

## 5 Discussão dos resultados da pesquisa

Com base nas informações de cada componente do produto, foi realizado *Brainstorming* para cada peça, visando à definição de suas funções. Após a utilização desta

ferramenta, foi elaborada relação das peça, suas funcionalidades e custo, como indicado no Quadro 5.

COMPONENTE	FUNÇÃO DO COMPONENTE	CUSTO
TUBO DE ENCHIMENTO	- SERVIR DE ENTRADA DO ÓLEO NO CONJUNTO - FECHAR O SISTEMA. - PROTEGER CONTRA A ENTRADA DE IMPUREZAS - FIXAR O TUBO TECALON - LEVAR ÓLEO ATÉ A MANGUEIRA - POSICIONAR A ENTRADA DE ENCHIMENTO - POSICIONAR A VARETA DE MEDIÇÃO - POSICIONAR A ENTRADA DO SISTEMA DE VERIFICAÇÃO DE NÍVEL - VEDAR O SISTEMA DE ENCHIMENTO - DAR REFERÊNCIA DE MONTAGEM A MANGUEIRA. - IMPEDIR QUE A ABRAÇADEIRA ESCAPE. - INDICAR A ENTRADA DE ABASTECIMENTO DO SISTEMA.	RS 21,94
MANGUEIRA DE ENCHIMENTO	- LIGAR O TUBO DE ENCHIMENTO ATÉ O CARTER - LEVAR O ÓLEO DO TUBO DE ENCHIMENTO A ENTRADA DO CARTER - PROTEGER O TUBO TECALON - CRIAR ROTEIRO DO TUBO TECALON - DAR REFERÊNCIA DE MONTAGEM	RS 21,21
TUBO TECALON	- GUIAR A VARETA MEDIDORA DE ÓLEO ATÉ O INTERIOR DO CARTER - IMPEDIR CONTATO ENTRE A VARETA E OUTROS COMPONENTES DO SISTEMA.	RS 5,49
VARETA DE ÓLEO	- EFETUAR A MEDIÇÃO DO NÍVEL DE ÓLEO - VEDAR O SISTEMA DE VERIFICAÇÃO - FACILITAR SUA VISUALIZAÇÃO - INDICAR O SISTEMA DE ÓLEO	RS 6,26
ABRAÇADEIRAS (2)	- FIXAR AS EXTREMIDADES DA MANGUEIRA	RS 0,56
PARAFUSOS (2)	- FIXAR TUBO DE ENCHIMENTO. - DISTRIBUIR TENSÃO DE APERTO.	RS 0,58

Quadro 5 – Descrição das funções e custos dos componentes.

O mesmo procedimento foi utilizado para o conjunto completo, como indicado no Quadro 6.

COMPONENTE	FUNÇÃO DO COMPONENTE	CUSTO
CONJUNTO DE ENCHIMENTO	- SERVIR DE ENTRADA DO SISTEMA DE ÓLEO; - LEVAR ÓLEO A ENTRADA DO CARTER; - EFETUAR A MEDIÇÃO DO NÍVEL DE ÓLEO; - GUIAR A VARETA MEDIDORA DE ÓLEO ATÉ O INTERIOR DO CARTER; - LEVAR O BOCAL DE ENCHIMENTO A UM LOCAL MAIS ACESSÍVEL; - LEVAR A VARETA A UM LOCAL MAIS ACESSÍVEL; - INDICAR A ENTRADA DE ABASTECIMENTO DO SISTEMA; - SERVIR LOCALIZAÇÃO DO SISTEMA DE VERIFICAÇÃO DE NÍVEL; - FIXAR O SISTEMA.	RS 56,04

Quadro 6 – Descrição das funções e custo do conjunto completo.

Os textos relativo às funções foram substituídos por letras, como indicado no Quadro 7 (conjunto de enchimento) visando facilitar a aplicação do diagrama de Mudge, proporcionando uma melhor visualização das funções analisadas.

COMPONENTE	FUNÇÕES	FUNÇÃO
CONJUNTO DE ENCHIMENTO	SERVIR DE ENTRADA DO SISTEMA DE ÓLEO;	A
	LEVAR ÓLEO A ENTRADA DO CÂRTER;	B
	EFETUAR A MEDIÇÃO DO NÍVEL DE ÓLEO;	C
	GUIAR A VARETA MEDIDORA DE ÓLEO ATÉ O INTERIOR DO CÂRTER;	D
	LEVAR O BOCAL DE ENCHIMENTO A UM LOCAL MAIS ACESSÍVEL;	E
	LEVAR A VARETA A UM LOCAL MAIS ACESSÍVEL;	F
	INDICAR A ENTRADA DE ABASTECIMENTO DO SISTEMA;	G
	SERVIR DE LOCALIZAÇÃO DO SISTEMA DE VERIFICAÇÃO DE NÍVEL;	H
	FIXAR O SISTEMA.	I

Quadro 7 – Tabela auxiliar para aplicação do diagrama de Mudge.

Para elaboração do diagrama de Mudge, foi efetuada comparação entre as funções analisadas, a fim de definir o quanto uma função é mais importante do que outra, como mostrado abaixo:

- A função B foi considerada moderadamente mais importante que a A, uma vez que, levar o óleo até a entrada do cárter é uma função mais importante do que “apenas” servir de entrada do sistema de óleo;
- A função C foi considerada moderadamente mais importante que a A, pois efetuar a medição do nível de óleo é uma atividade que deve ser efetuada diariamente, e o abastecimento de óleo deve ser realizado apenas quando seu nível estiver baixo;
- A função D foi considerada tão importante quanto a função A, uma vez que ambas são funções secundárias das funções mais importantes do sistema;
- A função A foi considerada muito mais importante que a função E, uma vez que “*levar o bocal a um local mais acessível*” é uma função auxiliar, servindo apenas para facilitar a operação de enchimento, que não deve ser realizada diariamente;
- A função A foi considerada moderadamente mais importante que a função F, pois, mesmo sendo a função “*levar a vareta a um local mais acessível*” uma função auxiliar e mesmo servindo de apoio ao motorista, a medição deve ser efetuada diariamente;
- A função A foi considerada muito mais importante que a função G, pois a função G está presente no veículo devido a uma norma interna da companhia e para indicar a entrada do sistema a pessoas que a ele ainda não estão habituadas;
- A função A foi considerada muito mais importante que a função H, pelos mesmos motivos expostos na comparação entre a função A e a função G;
- A função A foi considerada muito mais importante que a função I, pois o ato de se completar o nível de óleo, sendo uma atividade vital para o bom funcionamento do motor, foi considerado muito mais importante que apenas fixar a entrada do sistema.

O mesmo procedimento de comparação foi realizado para as demais funções, sendo indicados os resultados no Quadro 8.

	B	C	D	E	F	G	H	I	TOTAL	%
A	B3	C3	0	A5	A3	A5	A5	A5	23	15,3
B	B1	B5	B5	B5	B5	B5	B5	B5	34	22,7
C	C5	C5	C5	C5	C5	C5	C5	C5	33	22,0
D	D3	D3	D5	D5	D5	D5	D5	D5	21	14,0
E	F3	E5	E5	E5	E5	E5	E5	E5	15	10,0
F	F5	F5	F5	F5	F5	F5	F5	F5	18	12,0
G	0	I3	0	0	0	0	0	0	0	0,0
H	I3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0
I	6	4,0								
TOTAL	150	100								

Quadro 8 – Tabela auxiliar para aplicação do diagrama de Mudge.

Após conclusão do diagrama de Mudge, são obtidos os valores com a importância relativa de cada função, calculados na coluna percentagem (%). O próximo passo é obter o custo relativo de cada função para que possam ser comparados a importância e o custo de cada uma e, desta forma, serem verificadas para quais funções o seu custo suplanta sua importância, e desta forma, poder ser direcionado o processo de redução de custos.

### 5.1 Matriz de análise de valor

A matriz de análise de valor é utilizada para obter o custo relativo de cada função do conjunto, como mostrado no Quadro 9. Estes custos foram estimados com o auxílio de informações enviadas pelos fabricantes das peças; baseado no custo de fornecimento, e, neste caso, os valores são fictícios, servindo apenas como exercício acadêmico e para exemplificar a possibilidade de eliminação de cada função de uma das peças/componentes, e a redução desta sem aquela função.

Por exemplo, a função “*Servir de Entrada do Sistema de Óleo*” é responsável por 30% do custo do tubo de enchimento, pois este é o custo estimado para se fabricar a “*secção*” da peça responsável pela entrada de óleo no sistema e o bocal do tubo de enchimento, incluindo-se a tampa. O procedimento para cada uma das peças foi repetido com a finalidade de definir-se o custo total de cada função e sua representatividade dentro do conjunto como um todo (resultado expresso em percentagem).

	Tubo de enchimento	Mangueira de enchimento	Vareta de óleo	Tubo tecalon	Abraçadeiras	Parafusos	Custo total da função	Custo da função (%)
	21,94	21,21	6,26	5,49	0,56	0,58		
Servir de entrada do sistema de óleo;	30%						\$ 6,58	12%
Levar óleo a entrada do cárter;	33%	10%					\$ 9,36	17%
Efetuar a medição do nível de óleo;			10%				\$ 0,63	1%
Guiar a vareta medidora de óleo até o interior do cárter;		10%					\$ 2,12	4%
Levar o bocal de enchimento a um local mais acessível;	15%	40%					\$ 11,78	21%
Levar a vareta a um local mais acessível;	15%	40%	85%	100%			\$ 22,59	40%
Indicar a entrada de abastecimento do sistema;	2%						\$ 0,44	1%
Servir de localização do sistema de verificação de nível;			5%				\$ 0,31	1%
Fixar o sistema.	5%				100%	100%	\$ 2,24	4%
							TOTAL \$ 56,04	100%

Quadro 9 – Aplicação da Matriz de análise de valor.

Após a aplicação da *Matriz de Análise de Valor*, obtém-se o custo absoluto e relativo de cada função. A próxima etapa do processo é comparar o seu custo relativo e importância relativa, calculada através do diagrama de Mudge.

## 5.2 Comparação dos resultados no diagrama de Mudge e matriz de análise de valor

Com base nos dados do Diagrama de Mudge e da matriz de análise de valor, é possível elaborar uma relação das funções analisadas, associando o custo de cada função à sua importância para o cliente, como mostrado no Quadro 10.

Função	Custo da Função	Importância da Função
SERVIR DE ENTRADA DO SISTEMA DE ÓLEO;	11,7%	15,3%
LEVAR ÓLEO A ENTRADA DO CÂRTER;	16,7%	22,7%
EFETUAR A MEDIÇÃO DO NÍVEL DE ÓLEO;	1,1%	22,0%
GUIAR A VARETA MEDIDORA DE ÓLEO ATÉ O INTERIOR DO CÂRTER;	3,8%	14,0%
LEVAR O BOCAL DE ENCHIMENTO A UM LOCAL MAIS ACESSÍVEL;	21,0%	10,0%
LEVAR A VARETA A UM LOCAL MAIS ACESSÍVEL;	40,3%	12,0%
INDICAR DE ENTRADA DE ABASTECIMENTO DO SISTEMA;	0,8%	0,0%
SERVIR DE LOCALIZAÇÃO DO SISTEMA DE VERIFICAÇÃO DE NÍVEL;	0,6%	0,0%
FIXAR O SISTEMA.	4,0%	4,0%

Quadro 10 –Comparativo entre custo e importância das funções analisadas.

A partir do Quadro 10 foi elaborado gráfico comparativo para melhor visualização dos custos e da importância das funções analisadas, como ilustrado na Figura 2.

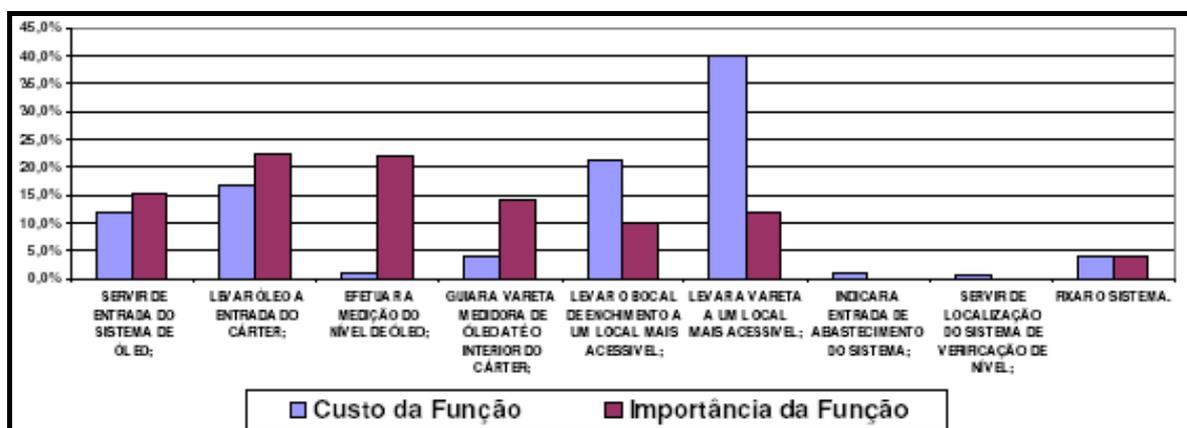


Figura 2 – Gráfico comparativo entre custo e importância das funções.

Analisando-se o gráfico comparativo entre custo da função e importância para o cliente, foi constatado que cinco das nove funções levantadas tem um custo igual ou menor do que a sua importância para o conjunto:

- *Servir de Entrada do Sistema de Óleo* – 3,6% de diferença;
- *Levar Óleo a Entrada do Câster* – 6,0% de diferença;
- *Efetuar a Medição do Nível de Óleo* – 20,9% de diferença;
- *Guiar a Vareta Medidora de Óleo Até o Interior do Câster* – 10,2% de diferença;
- *Fixar o Sistema* – 0,0% de diferença.

Também foi percebido, analogamente, que as funções abaixo apresentam custo maior que sua importância relativa:

- *Levar o Bocal de Enchimento a um Local Mais Acessível* – 11,0% de diferença;
- *Levar a Vareta a um Local Mais Acessível* – 28,3% de diferença;
- *Indicar a Entrada de Abastecimento do Sistema* – 0,8% de diferença;
- *Servir de localização do Sistema de Verificação de Nível* – 0,6% de diferença.

Vale lembrar que, embora as funções “*Indicar a Entrada de Abastecimento do Sistema*” e “*Servir de Localização do Sistema de Verificação de Nível*” apresentem zero por cento de importância, este valor é relativo, tendo sido obtido comparando-se, entre si, as funções levantadas. Assim sendo, as funções em questão não foram consideradas mais importantes que nenhuma outra função.

Outro ponto a destacar nas funções “*Efetuar a Medição do Nível de Óleo*”, “*Guiar a Vareta Medidora de Óleo Até o Interior do Câster*”, “*Indicar a Entrada de Abastecimento do Sistema*”, “*Servir de Localização do Sistema de Verificação de Nível*” e “*Fixar o Sistema*”, é que, todas estas apresentam custo relativamente baixo, quando comparados às outras funções.

As funções “*Efetuar a Medição do Nível de Óleo*” e “*Guiar a Vareta Medidora de Óleo até o Interior do Câster*” apresentam maior diferença positiva (custo < importância), 20,9% e 10,2%, respectivamente, enquanto as funções “*Levar o Bocal de Enchimento a um Local Mais Acessível*” e “*Levar a Vareta a um Local Mais Acessível*” apresentaram a maior diferença negativa (custo > importância), 11,0% e 28,3%, respectivamente.

As funções “*Efetuar a Medição do Nível de Óleo*” e “*Levar Óleo à Entrada do Câster*” apresentaram as maiores importâncias – juntas representam 44,7% da importância do sistema. As funções “*Levar o Bocal de Enchimento a um Local Mais Acessível*” e “*Levar a Vareta a um Local Mais Acessível*”, no conjunto, representam 63,1% do custo total do conjunto.

## 6. Conclusões e considerações finais

A análise de custo e das funções de enchimento e verificação do nível de óleo de um caminhão pesado, realizada com o método da análise de valor permite concluir, neste caso específico, que as funções “*Levar o Bocal de Enchimento a um Local Mais Acessível*” e “*Levar a Vareta a um Local Mais Acessível*” têm um custo extremamente elevado quando comparado a suas importâncias. Juntas, estas funções são responsáveis por 63,1% de todo o custo agregado ao sistema de verificação e enchimento de óleo, equivalendo, no entanto, a importância destas duas funções a apenas 22% da importância do conjunto.

Pode-se concluir com base nestes resultados, que estas duas funções não apresentam uma relação favorável entre custo dos componentes e o custo das respectivas funções, sendo necessária uma modificação no projeto destes componentes de forma a reduzir o custo das mesmas, ou, até, eliminá-las do sistema.

A análise com o método da análise de valor também mostrou que as funções “*Indicar a Entrada de Abastecimento do Sistema*” e “*Servir de Localização do Sistema de Verificação de Nível*” não devem ser foco do estudo de melhoria, pois, embora apresentem custo maior que sua importância, os mesmos são desprezíveis quando comparados ao custo total do conjunto.

Isto também é aplicável às funções “*Efetuar a Medição do Nível de Óleo*”, “*Guiar a Vareta Medidora de Óleo Até o Interior do Câster*”, “*Indicação de Entrada de Abastecimento do Sistema*”, “*Localização do Sistema de Verificação de Nível*” e “*Fixação do Sistema*”, que também não devem ser foco do esforço de redução de custo, uma vez que, embora

representem potencial de redução de custo, a relação entre seus custos e suas respectivas importâncias é favorável, tendo em vista que suas importâncias são maiores que seus custos. Pode-se, portanto, a partir deste pressuposto, sugerir um sistema de verificação e enchimento de óleo com o mesmo conceito do atual, porém, retirando-se a vareta e o bocal de enchimento de sua atual localização e posicionando-os abaixo da cabine.

Esta intervenção possibilitará uma redução nas dimensões do tubo de enchimento, da vareta de óleo, do tubo *tecalon* e da mangueira de enchimento. A utilização deste conceito, no entanto, implicará no basculamento da cabine para que se possa efetuar a medição de nível e a reposição de óleo, o que não é crítico para o motorista, uma vez que esta operação é simples e rápida, não requerendo grandes esforços por parte do usuário. Além do que, o sistema de verificação e enchimento de óleo com necessidade de basculamento da cabine já é disponibilizado nos veículos da concorrência.

## **Referências**

- ABREU, R. C. L. **Análise de valor: um caminho criativo para a otimização dos custos e do uso dos recursos.** Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 1995.
- CSILLAG, J. M. **Análise de Valor: Metodologia de Valor.** São Paulo: Atlas, 1995.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1991.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 1999.
- JURAN, J.M. **A qualidade desde o projeto: novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços.** São Paulo: Pioneira, 1992.
- LAKATOS, E. M. & MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico.** São Paulo: Atlas, 1991.
- MILES, L. D. **Análise de valor em Engenharia.** Tradução de Kurt Weil. 5a.ed. Califórnia, 1962, 220 p.
- SILVA, E. L. & MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação.** Florianópolis: UFSC, 2001.
- SOCIETY OF AMERICAN VALUE ENGINEERS. **Interactions.** V.20. n .1, jan. 95. p.2.
- SOETHE, V. A. **Técnica sunkrino: uma proposta para ponderação de critérios na avaliação e monitoramento do risco de crédito pelo método Criks.** Florianópolis:UFSC, 2004. 160 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.