

# **ANÁLISE DE SENSIBILIDADE COMO INSTRUMENTO PARA TOMADA DE DECISÃO: O CASO DO CMUE-CUSTO MENSAL UNIFORME EQUIVALENTE EM VEÍCULOS DE CARGA**

**José Artur Alves Dias**

**Maria Silene Alexandre Leite**

## **Resumo:**

*Nos problemas de aplicação racional de capital, depara-se constantemente com estruturas de custos ou fluxo de caixa muito extensos e dispersos, de pouco valor para tomada de decisão se não forem trabalhados. As linguagens de desenvolvimento como Pascal ou orientadas a objeto para ambiente Windows, permitem realização de simulações e respectiva análise de sensibilidade de parâmetros como CMUE- custo mensal uniforme equivalente, elemento mais eficaz para a tomada de decisão. Tais simulações, desde que os dados reflitam a realidade, ajudam a projetar a administrar o fluxo de caixa de forma a maximizar a relação benefício/custo. O objetivo deste trabalho é, a partir de um software elaborado em linguagem Pascal Ver 7.0 da Borland Co, simular uma estrutura de fluxo de caixa de veículos de carga que fazem parte de sistemas logísticos. Calculando o CMUE e sua sensibilidade a variação de componentes da estrutura de custos como periodicidade de troca de pneus, Óleo do cárter, preço de combustível e outros.*

## **Palavras-chave:**

**Área temática:** *Custos e Tomada de Decisões*

## **5.16. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE COMO INSTRUMENTO PARA TOMADA DE DECISÃO: O CASO DO CMUE-CUSTO MENSAL UNIFORME EQUIVALENTE EM VEÍCULOS DE CARGA**

**José Artur Alves Dias**

**Maria Silene Alexandre Leite**

Mestre em Engenharia de Produção

Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Departamento de Engenharia de Produção Cx. Postal: 5045

Fone: (083) 216-7124 Fax: (083) 216-7549

E-mail: [leite@producao.ct.ufpb.br](mailto:leite@producao.ct.ufpb.br)

### **RESUMO**

Nos problemas de aplicação racional de capital, depara-se constantemente com estruturas de custos ou fluxo de caixa muito extensos e dispersos, de pouco valor para tomada de decisão se não forem trabalhados. As linguagens de desenvolvimento como Pascal ou orientadas a objeto para ambiente Windows, permitem realização de simulações e respectiva análise de sensibilidade de parâmetros como CMUE- custo mensal uniforme equivalente, elemento mais eficaz para a tomada de decisão. Tais simulações, desde que os dados reflitam a realidade, ajudam a projetar a administrar o fluxo de caixa de forma a maximizar a relação benefício/custo.

O objetivo deste trabalho é, a partir de um software elaborado em linguagem Pascal Ver 7.0 da Borland Co, simular uma estrutura de fluxo de caixa de veículos de carga que fazem parte de sistemas logísticos. Calculando o CMUE e sua sensibilidade a variação de componentes da estrutura de custos como periodicidade de troca de pneus, Óleo do cárter, preço de combustível e outros.

## **ANÁLISE DE SENSIBILIDADE COMO INSTRUMENTO PARA TOMADA DE DECISÃO: O CASO DO CMUE-CUSTO MENSAL UNIFORME EQUIVALENTE EM VEÍCULOS DE CARGA**

**José Artur Alves Dias**

Mestre em Engenharia de Produção  
Escola Técnica Federal da Paraíba- Coordenação de Eletrotécnica  
Fone: (083) 241-2200 Ramal 240

**Maria Silene Alexandre Leite**

Mestre em Engenharia de Produção  
Universidade Federal da Paraíba- Departamento de Engenharia de Produção  
Cx. Postal: 5045  
Fone: (083) 216-7124 Fax: (083) 216-7549 E-mail: [leite@producao.ct.ufpb.br](mailto:leite@producao.ct.ufpb.br)

### **01.Introdução**

Nos problemas de aplicação racional de capital, depara-se constantemente com estruturas de custos ou fluxo de caixa muito extensos e dispersos, de pouco valor para tomada de decisão se não forem trabalhados. As linguagens de desenvolvimento como Pascal ou orientadas a objeto para ambiente Windows, permitem realização de simulações e respectiva análise de sensibilidade de parâmetros como CMUE- custo mensal uniforme equivalente, elemento mais eficaz para a tomada de decisão. Tais simulações, desde que os dados reflitam a realidade, ajudam a projetar a administrar o fluxo de caixa de forma a maximizar a relação benefício/custo.

O objetivo deste trabalho é, a partir de um software elaborado em linguagem Pascal Ver 7.0 da Borland Co, simular uma estrutura de fluxo de caixa de veículos de carga que fazem parte de sistemas logísticos. Calculando o CMUE e sua sensibilidade a variação de componentes da estrutura de custos como periodicidade de troca de pneus, Óleo do cárter, preço de combustível e outros.

### **02. Sistema logístico e o componente Transporte**

A logística no mundo dos negócios, é a arte de projetar e administrar o fluxo de materiais desde a fonte produtora até o consumidor final. O termo deriva do francês *loger-alajar*, que em princípio se aplicava na movimentação de tropas militares. A importância da logística deriva do fato de que o valor dos bens e serviço não depende somente de sua forma física, mas também de sua localização. Assim, o objetivo da logística industrial é maximizar o

valor econômico dos produtos fabricados levando até uma determinada localização geográfica onde sua necessidade seja máxima.

Todos os componentes que formam o sistema logístico são importantes. Dentre tais pode-se destacar :

- Armazéns e centros de estagens, que são os agentes reguladores do sistema. É com estes agentes que
- o sistema se adapta as variações de procura e demanda do produto além de permitir uma integração dos componentes do sistema.

\* Comunicação e controle, são componentes importantes na administração da rede logística. Alguns atributos deste componentes são realização de pedidos, rastreamento de carga, emissões de faturas e outras. Os recursos disponíveis para a comunicação e controle são inúmeros devido aos avanços crescentes na informática e nas telecomunicação.

\* Recursos humanos, este é um agente fundamental para o sistema. Através de treinamento e valorização deste fator é possível ganhos enormes neste componente.

\* Meio de transporte, é sem dúvida o principal componentes do sistema. A maioria dos parâmetros que regem a eficiência da rede logística estão direta ou indiretamente relacionados a este agente.

O componente meio de transporte é muito importante para a rede logística porque parâmetros como, confiabilidade dos prazos de entrega, custo da rede, avarias e extravios de carga podem ser melhorados com uma boa administração dos meios de transporte. No Brasil, segundo o IBGE o sistema de transporte de carga interno se distribui da seguinte forma.

Meio de transporte	Quantidade de Carga Transportada 1000 ton
Rodoviário	347.896
Ferrovário	260.248
Hidroviário	97.827
Via aérea	20..367

Quadro –Anuário Estatístico IBGE - 1996

O quadro acima mostra que em termos de concentração de transporte de carga no Brasil, o meio de transporte rodoviário é responsável por mais da metade de toda carga transportada, a extensão da rede rodoviária ( pavimentada e não pavimentada) é de 1.649.462 Km, enquanto a extensão da rede ferroviária é de 29.899 Km. Isto implica que se quisermos melhorar a logística no Brasil deveremos nos concentrar no meio de transporte rodoviário. Através da melhoria da malha rodoviária e na aplicação de técnicas de matemática financeira, estatística, engenharia mecânica, PERT/CPM à sua rotina é possível melhorar a eficiência do sistema logístico no Brasil, melhorando sua confiabilidade e diminuindo seus custos.

### 03. Nível de Serviço X Custo do Sistema Logístico

O nível de serviço de um sistema logístico é um conjunto de fatores que medem a eficiência daquele sistema. A eficiência por sua vez, está em realizar o deslocamento da carga

de um ponto a outro, respeitando os prazos de entrega e a integridade da carga. No entanto o custo deve também deve ser uma dimensão da eficiência da rede logística, ou seja, o custo deve ter um impacto aceitável no preço final do produto, no caso por exemplo da logística de distribuição industrial. Mas o nível de serviço e custo do sistema são fatores antagônicos. De fato, se desejamos aumentar a confiabilidade do sistema isto incorrerá geralmente num aumento de custo. Por exemplo, aumenta-se a confiabilidade do meio de transporte rodoviário adotando medidas como, diminuição da periodicidade da manutenção preventiva, diminuição da periodicidade da troca de pneus e outras. Saber o impacto de medidas como estas no CMUE- Custo mensal uniforme equivalente é importante para se racionalizar os custos e benefícios.

Para se calcular o CMUE no uso de veículos enfrentamos duas dificuldades básicas, a quantidade de informações é muito grande e os fluxos de caixas são muito extensos normalmente para 10 ou 15 anos. O computador é a ferramenta fundamental para enfrentar estas dificuldades. A partir de softwares de desenvolvimentos como Pascal, Visual Basic ou Delphi pode-se elaborar programas específicos para uma determinada aplicação.

#### 04. Cálculo do CMUE de Veículos

Muitas das despesas com um veículo não ocorre mensalmente. Por exemplo, a troca de óleo do Carter só ocorre geralmente com uma periodicidade de 10.000Km no caso de um caminhão Mercedes Bens 2014- (12 toneladas de carga). No entanto o consumo destes recursos ocorre diariamente. Para se tomar uma decisão que envolva custo neste caso, é necessário calcular o custo mensal uniforme equivalente, ou seja transformar o fluxo de caixa real do veículo num fluxo de caixa composto de uma série mensal uniforme equivalente.

Os valores que medem o consumo de recursos, durante N anos de trabalho são :

- \* Consumo de combustível
- \* Troca de óleo do Carter
- \* Troca de óleo do câmbio e diferencial
- \* Troca de Pneus
- \* Manutenção preventiva
- \* Retífica de motor
- \* Gastos com funilaria e pintura
- \* Gastos com segurança do veículo
- \* Gastos com limpeza do veículo
- \* Gastos com licenciamento

Para se chegar ao valor do CMUE seguiu-se os seguintes passos :

1º Passo : Habilita-se um vetor Custo[0..N] com a quantidade de elementos igual a quantidade de meses.

2º Passo : Acumula-se os custos nos meses que houve o desembolso de capital.

3º Passo : Calcula-se VP(o valor presente do vetor).

$$VP = -INV - \sum_{j=1}^N \left( \frac{Custo[j]}{(1+i)^j} \right) + Valor\ Residual \quad (3.1)$$

onde

INV	Investimento Inicial no veículo
N	Quantidade de meses de trabalho do veículo
$i*100$	Taxa de juros praticada (atrativa) %
Valor Residual	Valor de mercado do veículo no final da quantidade de meses de trabalho.

4º Passo : Cálculo do CMUE

$$CMUE = VP \frac{1 + i^{\bar{N}}}{1 + i^{\bar{N}} - 1} \quad (3.2)$$

Para a taxa de juros pode ser usada os valores utilizados no mercado financeiro. Para se obter o valor residual deve-se recorrer ao mercado na tentativa de levantar o preço médio dos veículos de mesma marca e modelo de acordo com a idade. Tal procedimento é melhor que a estimação utilizando modelos matemáticos, pois se aproxima mais da realidade.

## 05. Aplicação Prática

O objetivo desta aplicação prática é levantar o comportamento do CMUE com a variação da periodicidade da troca de pneus, se o resto da composição de custos permanecerem inalterada, ou seja, é testar a sensibilidade do CMUE para a variação somente da periodicidade dos pneus. Este teste pode ser feito para outros fatores ou conjunto de fatores, a escolha do fator pneu se deve pelo seu valor expressivo em relação aos outros. A diminuição da periodicidade aumenta a confiabilidade no cumprimento dos prazos de entrega, diminui os riscos de acidentes enfim eleva os níveis de serviços. No entanto é de se esperar que se elevem os custos mensais uniformes equivalentes.

### 5.1. Dados de entrada

Temos os seguintes dados extraídos de uma transportadora que usa na sua rede de distribuição o seguinte veículo com as seguintes características de consumo de recursos:

Veículo : Mercedes Bens 2014 12 toneladas c/ terceiro eixo

Investimento inicial : R\$ 58.000,00

Quilometragem média mensal : 8.000 Km

Consumo de combustível : 3 Km/litro

Preço do litro do combustível : R\$ 0,42

Periodicidade da troca de óleo do carter : 10.000 Km

Preço da troca de óleo do carter : 23 litros \* R\$3,50/litro = R\$ 80,50

Periodicidade da troca do fluido do cambio e diferencial : 40.000 Km

Preço da troca do fluido do cambio e diferencial : 11 litros \* R\$3,40/litro =R\$ 35,70

Periodicidade da troca de pneus : 50.000 Km

Preço da troca de pneus dos 10 pneus: R\$5.500,00

Periodicidade da manutenção preventiva : 300.000 Km

Preço da manutenção preventiva : R\$ 3.500,00

Periodicidade da retífica de motor : 500.000 Km

Preço da retífica : R\$ 4.000,00

Licenciamento anual do veículo : R\$ 990,00

Gastos mensais com segurança : R\$ 180,00

Gastos mensais com limpeza do veículo : R\$ 50,00

Adotando uma taxa atrativa de 1% a.m.

Preços médios de mercados de veículos de mesmotipo com suas idades correspondentes encontrados no mercado de Recife-PE em 1997

Idade (anos)	1	2	3	4	5	6	7
Valor (R\$)	50000,00	45000,00	42000,00	39000,00	35000,00	32000,00	30000,00

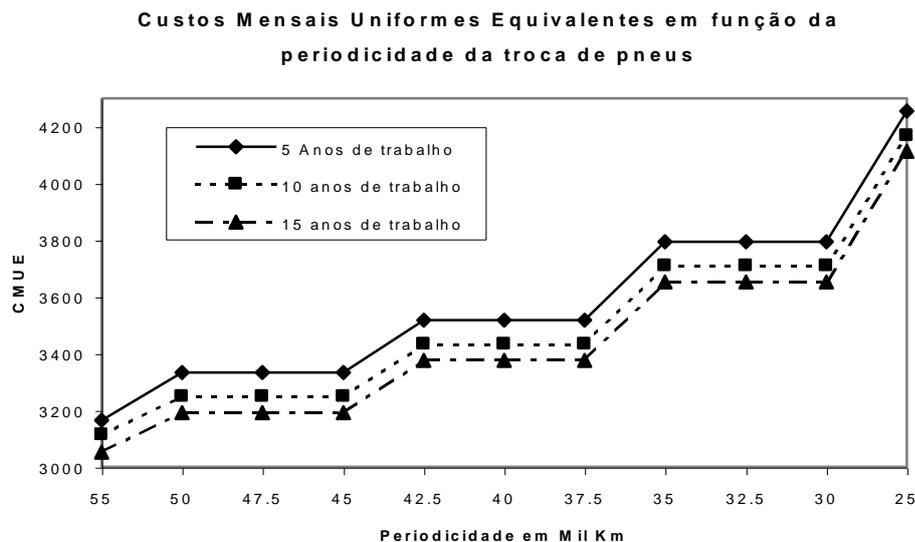
Idade (anos)	8	9	10	11	12	13	14	15
Valor (R\$)	27000,00	26000,00	25000,00	20000,00	20000,00	18000,00	17000,00	17000,00

## 5.2 - Dados de saída

O quadro a seguir mostra o comportamento do CMUE com a variação da periodicidade da troca de pneus. Tais dados foram obtidos utilizando o programa *veiculo*, elaborado em Pascal ver 7.0 da Borland Co. para DOS.

Periodicidade em Mil Km	Tempo de trabalho do veículo - N		
	5 anos	10 anos	15 anos
55,00	3.164,10	3.111,97	3.051,95
50,00	3.333,57	3.246,85	3.191,29
47,50	3.333,57	3.246,85	3.191,29
45,00	3.333,57	3.246,85	3.191,29
42,50	3.517,77	3.431,05	3.375,49
40,00	3.517,77	3.431,05	3.375,49
37,50	3.517,77	3.431,05	3.375,49
35,00	3.794,10	3.707,38	3.651,82
32,50	3.794,10	3.707,38	3.651,82
30,00	3.794,10	3.707,38	3.651,82
25,00	4.254,67	4.167,95	4.112,40

Quadro - Saída de dados para 5, 10, 15 anos



## 06. Cenários

A análise de sensibilidade se propõe a comparar a receita total, custos fixos, custos variáveis, lucro operacional, capacidade de pagamento, retorno do investimento e matéria-prima utilizada\dia, sob a ótica de cenários otimistas, realistas e pessimistas, ou seja, busca mostrar as possibilidades de produção e vendas abaixo da meta de produção e vendas estabelecida pela empresa, acima da meta e igual a meta. O objetivo dessa análise é alertar os empresários para a entrada no mercado de concorrentes novos, queda na produção, entre outros fatores que interfere na produção e vendas de produtos e serviços. Porém, estas análises de cenários são utilizadas apenas como indicador do que poderá acontecer, mas como o mercado é mutável, nem sempre são confiáveis, principalmente no Brasil onde a política econômica é bastante flutuante.

## 7. Conclusão

O quadro de saída de dados e o gráfico dos resultados mostram que existe intervalos de valores de periodicidade de troca de pneus, cuja sensibilidade é pronunciada, e intervalos que a sensibilidade é quase nula. Por exemplo, no intervalo de 45000Km a 50000Km os custos mensais uniformes equivalentes são praticamente os mesmos. Para um bom entendedor a melhor escolha é uma periodicidade menor pois maximiza a confiabilidade dentro daquele intervalo. Desta forma, a melhor alternativa dentro deste intervalo seria uma periodicidade de 45000 Km para a troca de pneus. Da mesma forma, para o intervalo de 37500 a 42500 a melhor opção seria 37500 Km.

Outra conclusão importante é quanto a mudança de intervalos. No caso do veículo sujeito a 15 anos de trabalho, a opção de se usar uma periodicidade de 45000 Km ao invés de uma de 37500 Km, trás consigo uma redução de custo de R\$184,20 por mês. Sem levar em consideração os juros este valor em 15 anos corresponderia a uma economia de  $R\$184,20 \times 12 \times 15 = R\$ 33.156,00$  (57% de um veículo novo).

Vale a pena ressaltar que isto só é válida se todos os outros custos e suas respectivas periodicidade permanecerem constantes, e os valores de mercado não variarem no decorrer do tempo. Estas são hipóteses difíceis de se verificar na prática. Porém ajustes anuais a partir de outras simulações, podem minimizar estas variações.

## **7. Bibliografia**

BALLOU, Ronald H. Logística Empresarial. Atlas, São Paulo-SP, 1993.

FLEISCHER, G. A. Teoria da aplicação do capital. Edgard Blucher, São Paulo-SP, 1973.

ALVARENGA, Antônio Carlos e Antônio Galvão N. Novaes. Logística Aplicada- Suprimento e distribuição física, Pioneira, São Paulo-SP, 1994.

SOBRINHO, José Dutra Vieira. Matemática Financeira. Atlas, São Paulo-SP, 1993.

IIDA, Itiro. Ergonomia, Projeto e Produção. Edgard Blucher, São Paulo-PS, 1990.

MAGEE, John F. Logística Industrial- Análise e administração dos sistemas de suprimento e distribuição. Pioneira, São Paulo-SP, 1977.