

## **ÁREA TEMÁTICA: OPERAÇÕES.**

### **DETERMINAÇÃO DO MOMENTO ADEQUADO PARA SUBSTITUIÇÃO DE VEÍCULOS EM EMPRESAS COM FROTA PRÓPRIA: ESTUDO DE CASO NO SETOR PÚBLICO.**

#### **AUTORES**

**MSC. LUIS CLAUDIO SANTANA MONTENEGRO**

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE BRASÍLIA

lcsantana@ucb.br

**ABDELKADER BOURAHLI**

Universidade Católica de Brasília

bourahli@ucb.br

**ITAMAR ANTONIO FERNANDES**

UNIVERSIDADE CATOLICA DE BRASILIA

itamar.marinho@hotmail.com

**BENTO ANDRÉ DE OLIVEIRA**

Universidade Católica de Brasília

bento@ucb.br

#### **RESUMO**

A prática atual da substituição de veículos pelas organizações é basicamente intuitiva, ocorrendo tão somente quando a manutenção se torna um fator insustentável de custo. Análises com base em critérios econômico-financeiros, que possam orientar estratégias, são notadamente raras. Este trabalho descreve a aplicação de método como apoio na gestão da renovação da frota de veículos, e que seja aplicável às organizações que mantêm frotas próprias. A referida aplicabilidade é testada em um estudo de caso no núcleo de transportes da Terracap, empresa pública do Distrito Federal. O estudo de caso foi realizado utilizando dados históricos dos principais componentes de custos dos veículos: manutenção; impostos e seguros; depreciação; e custos de capital, avaliando o momento ideal para sua substituição. Os resultados de uma decisão fundamentada de renovação de frota demonstram ganhos financeiros impressionantes além de ganhos mais amplos de qualidade, como produtividade, disponibilidade, conforto na utilização e liquidez na comercialização. A pouca aplicação de metodologia encontra explicação na falta de conhecimento dos gestores, mas se revela, pela simplicidade, estar dentro da realidade das empresas com frota própria.

**Palavras-chave:** Logística; Transporte; Renovação de Frota.

**DETERMINATION OF THE PROPER MOMENT FOR VEHICLES  
REPLACEMENT AT OWN FLEET COMPANIES: PUBLIC SECTOR CASE STUDY.**

**ABSTRACT**

The current practice in vehicles substitution by the organizations is basically intuitive, only occurring when the maintenance becomes an unsustainable cost issue. Analyses based on economic criteria, that may guide strategies, are very rare. This paper describes the method application as support in the vehicles fleet renewal management. The mentioned applicability is tested in the case study of the transport sector of Terracap, a public company of the Brazilian Federal District. The case study was done using vehicles main costs components historic data: maintenance, interests and insurance, depreciation and capital costs, evaluating the ideal moment for the vehicles replacement. The results of a method based fleet renewal shows impressive financial gains beyond wider quality aspects, such as productivity, readiness, comfort in its use and liquidity in its trade. The rare application of methodology can be explained by the lack of knowledge of the managers, but it reveals, by its simplicity, to be compatible with the reality of the own fleet companies.

**Key words:** Logistics; Transport; Fleet Renewal

## 1. INTRODUÇÃO

Por se tratar de tema ainda em desenvolvimento nas organizações, a gestão integrada da logística acaba sendo a última fronteira no estabelecimento de diferencial estratégico em mercados cada vez mais competitivos.

O transporte é uma das principais atividades da logística, e representa, em média, cerca de 2/3 dos seus custos, sendo essencial para atingir os objetivos de planejamento, implementação e controle dos fluxos para a satisfação do cliente final. (FLEURY, 2000).

Atualmente, verifica-se a tendência de terceirização de serviços logísticos, em especial do transporte, com empresas utilizando transportadoras cada vez mais especializadas. Porém, em diversos outros casos, as empresas ainda entendem que o transporte faz parte de suas competências estratégicas, e a alta exigência de qualidade na execução dessa atividade acaba por justificar a opção pela manutenção de uma frota própria de veículos.

Nesses casos específicos, e dentre outros temas relevantes na gestão do transporte, há que se destacar o gerenciamento da frota de veículos como tema de fundamental importância e que merece ser atenciosamente observado.

É fato que o processo de gestão de frotas de veículos não vem sendo entendido como um fator estratégico, mas tão somente um centro de custos. No entanto, a maioria das empresas analisa esse fator isoladamente, não distinguindo os benefícios que uma gestão eficiente da frota pode acarretar ao seu desempenho global, tais como a melhoria na produção e a pontualidade nos serviços. Um aprimoramento no processo administrativo das empresas deveria buscar uma forma de medir esses resultados.

Dentro da gestão de frotas, será destacado o tema substituição de veículos e sua importância na administração de um sistema de transporte próprio. Saber o momento certo para a renovação da frota, além de evitar gastos excessivos, gerando assim prejuízo financeiro, poderá refletir em todo o processo de atendimento, evitando, por exemplo, problemas advindos de veículos que podem vir a apresentar defeitos em momentos delicados da prestação de serviços.

Para a empresa, saber o momento ideal de troca do veículo traz, além de ganhos no aspecto financeiro, pode proporcionar melhoria na prestação de serviços e conseqüentemente da satisfação dos clientes.

Com base nesse contexto, o objetivo geral deste trabalho é avaliar como o uso de uma metodologia de avaliação do momento ideal para renovação de frota de veículos pode ser fator estratégico para empresas que possuem departamento de transporte e frota própria de veículos. Alguns objetivos específicos serão buscados, como a apresentação de metodologia consolidada para a geração de informações sobre o momento ideal de substituição de veículos e a apresentação da aplicabilidade de tal método por meio de um estudo de caso no núcleo de transportes da Terracap, empresa pública do Distrito Federal que possui uma frota própria de veículos.

Para atingir tais objetivos, este trabalho está estruturado em 04 partes, sendo este primeiro capítulo de introdução e, a seguir, um segundo capítulo em que é apresentado o referencial teórico sobre logística, gestão de transportes e frotas, além da descrição do método econômico de avaliação de substituição de veículos. O terceiro capítulo traz o estudo de caso, em que são levantados os dados, calculados os custos, e apresentadas as análises de vantagens e aplicabilidades do método. Por fim, no quarto capítulo, são apresentadas as conclusões e recomendações para futuros trabalhos.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Logística

O termo Logística vem do francês *Loger* que significa acomodar, ajeitar ou receber. Foi inicialmente aplicado na arte militar, para designar transporte de suprimentos e acantonamento de tropas.

Ao longo dos tempos, o aumento da demanda pelo menor tempo para a realização das transações comerciais devido às novas tecnologias, como os sistemas de informações, a globalização, que gera muita concorrência e uma demanda maior por qualidade com menor tempo possível e o foco em custos, fizeram com que os administradores se deparassem com a necessidade de um planejamento mais adequado para atender os consumidores (NOVAES, 2001).

Até alguns anos as empresas não tinham essa preocupação, apesar de atividades como transporte, estoques e comunicação existirem a muito tempo, somente após a globalização e com a introdução da internet, que veio fazer um canal de ligação entre empresas, inclusive globalizadas, ficou bem mais fácil fazer transações comerciais com qualquer outro lugar do mundo. E o processo da logística foi se aperfeiçoando e as empresas passaram a ter isso como um diferencial no sucesso dos seus negócios. Num cenário com alternativas múltiplas, a logística é extremamente útil e a principal arma do mercado globalizado. (SHUN'ICHI, 2001).

### 2.2. Gestão de Transportes na Logística

O transporte na logística tem fundamental importância por ser responsável, em média, por 60% das operações e representar cerca de dois terços dos custos logísticos (PACHECO, 2004).

O transporte também está relacionado com a qualidade do serviço na aplicação de respostas rápidas ao cliente, pois grande parte das empresas têm optado por um estoque muito reduzido e a entrega utilizando técnicas do tipo *just-in-time*.

O transporte de cargas e passageiros no Brasil, segundo Alvarenga e Novaes (2000), tem o transporte rodoviário como o mais expressivo, atingindo praticamente todos os pontos do território nacional. Com a implantação da indústria automobilística na década de 50, e com a pavimentação das principais rodovias, o modo rodoviário se expandiu de tal forma que hoje domina amplamente o transporte de mercadorias no país, sendo este o modo mais utilizado em virtude das enormes quantidades de estradas existentes e que facilita o acesso às mais diversas localidades.

- **Gestão de Frotas**

O veículo é um subsistema do transporte, sendo usado para vários fins: apoio, segurança, atendimento, deslocamento, e várias outras finalidades, respondendo às necessidades de serviços particulares, de empresas e de assistência social da população. (ULZE, 1998).

Gestão de Frotas representa a atividade de reger, administrar, gerenciar um conjunto de veículos pertencentes a uma mesma organização. Uma tarefa que tem uma abrangência bastante ampla e envolve diferentes serviços, como dimensionamento, especificação de equipamento, roteirização, custos, manutenção e renovação de veículos, entre outros. (VALENTE; PASSAGLIA; NOVAES, 1997).

São fatores de relevância a serem observados no gerenciamento de uma frota de veículos:

- **Manutenção:** Kardec e Nascif (1998) definem manutenção como: “Garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção e a preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e custo adequados.” Os principais tipos de manutenção são: preventiva, corretiva, preditiva e de operação;
- **Tipos de aquisição de veículos:** parcerias, terceirização e leasing;
- **Distribuição dos veículos:** capacidade física carga veículos, distância entre saída e execução dos serviços e carga horária dos condutores de veículos; e
- **Controle dos custos operacionais:** fixos (depreciação, impostos, salários e encargos sociais); variáveis (combustível, pneus, manutenção e outros) e administrativos (aluguel, impostos, material de escritório, diárias de viagens e outros).

Porém, será destacado neste trabalho o tema “**Substituição de Veículos da Frota**”. Owen (2000) afirma que, nos veículos, a necessidade de renovação se dá, em geral, em função do desgaste mecânico e do uso. Sendo que a indústria nos últimos anos vem procurando cada vez mais aperfeiçoar seus produtos de forma a melhorar o seu desempenho.

- **Substituição de Veículos da Frota**

Geralmente todo equipamento tem um ciclo-de-vida durante o qual desempenha funções requeridas dentro de padrões adequados de produtividade, segurança operacional e economicidade. Os veículos não fogem a esta regra, o que coloca o administrador da frota diante de questões como: Qual o momento certo para substituir o veículo?; e Qual a prioridade de substituição?

Essas decisões podem ser tomadas com base em critérios técnicos que consideram a viabilidade econômica e a condição técnica operacional do veículo, e podem estar orientados pela política financeira da empresa.

Existem vários fatores que devem ser considerados na hora da tomada de decisão sobre a substituição dos veículos, a depreciação, a manutenção por se tratar de um item de muito custo para a empresa, o tempo que o veículo fica em manutenção, a confiabilidade e a quilometragem.

A depreciação está relacionada ao preço inicial do veículo novo, quanto mais alto o valor do veículo, maior será o valor da depreciação. No entanto, com o passar do tempo e o uso do veículo, o valor inicial vai se diluindo por um período de tempo maior, conseqüentemente o valor da depreciação tende a cair com a idade do veículo. A manutenção inclui basicamente peças de reposição e custos com mão-de-obra. No início da vida útil os custos com mão-de-obra são pequenos, vindo a aumentar significativamente com o passar do tempo e se isso ocorrer com intensidade, o custo excessivo com manutenção pode superar a economia que poderia ter adquirido outro veículo.

O tempo de parada para manutenção refere-se ao prejuízo que o veículo traz para a empresa ao deixar de produzir quando está parado para manutenção. E com o passar do tempo exige-se do veículo maior esforço e as paralisações são mais freqüentes e mais longas. A confiabilidade está associada à incerteza quanto ao desempenho do equipamento (menor confiabilidade). Ele poderá apresentar defeitos durante a execução de algum serviço e trazer efeitos negativos na imagem da empresa. A quilometragem também é um fator determinante na substituição dos veículos, pois este item está associado ao desgaste mecânico, veículo com quilometragem muito alta, tem uma imagem de veículo que está obsoleto, ou seja, na hora de ser substituído.

- **Modelo Econômico de Avaliação da Necessidade de Substituição de Veículos.**

Este método utiliza os custos de capital, depreciação, impostos, seguros e os custos de manutenção como variáveis de acompanhamento para decisão sobre a conveniência da substituição de veículos em uma frota.

A curva A, da figura 1, revela o comportamento geral dos custos de manutenção ao longo do tempo de utilização do veículo. Observando a curva, nota-se que veículos novos possuem custos de manutenção baixos e, à medida que vão envelhecendo com o uso, o crescimento desse tipo de custo sobe cada vez mais acentuadamente. Tal comportamento se deve ao fato de que o aumento dos custos, pelo desgaste natural das peças mecânicas e de outros componentes que precisam ser substituídos, são potencializados por uma utilização baixa, já que o veículo passa boa parte do tempo parado para manutenções, ou seja, com baixa eficiência.

Olhando tão somente os custos de manutenção, a substituição dos veículos deveria ocorrer o quanto antes, evitando o segmento de crescimento mais acentuado da curva.

Já no caso dos custos de depreciação, que até mesmo independe do uso, já que novas tecnologias acabam por desvalorizar o veículo mais antigo, o comportamento é contrário ao dos custos de manutenção. Ou seja, a tendência dos custos de depreciação é partir de valores mais elevados no início da vida útil do veículo e ter uma diminuição ao longo do tempo, suavizando para o caso de veículos mais velhos. Na prática, ocorre que veículos com maior idade perdem menos valor de um ano para outro do que quando comparados com veículos novos.

Seguindo a mesma tendência estão os custos de capital, também chamados de custo de oportunidade, como sendo aqueles que refletem o valor que o investidor deixa de ganhar quando opta por investir seus recursos na compra de um veículo.

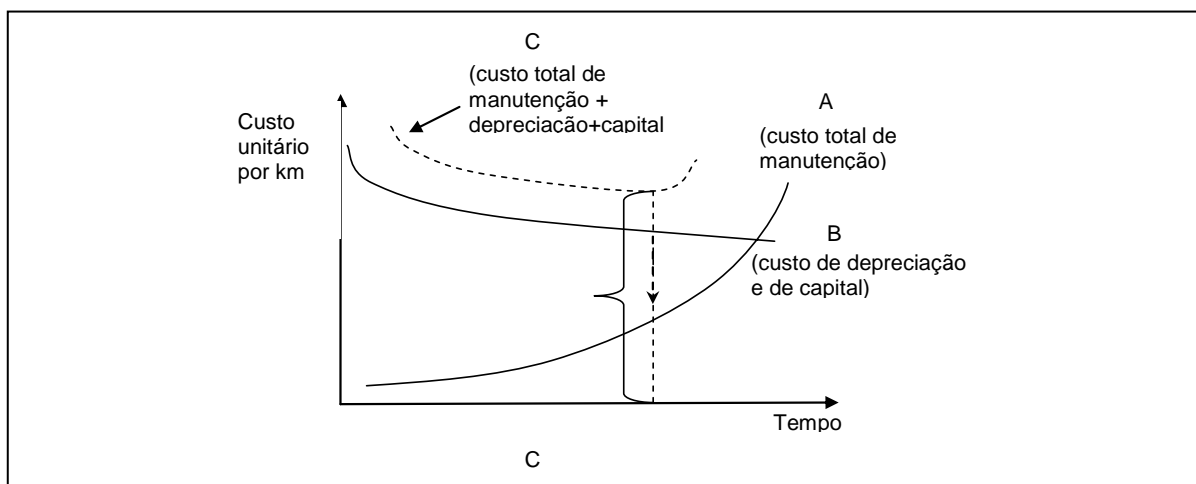
À medida que o veículo perde valor, os custos de capital são menores, já que se tem um montante menor de capital investido no veículo. Os custos de depreciação e de capital estão representados na curva B da figura 1.

Os custos de impostos e seguro, por serem calculados com base em um percentual do valor do veículo, também seguem a tendência dos custos de depreciação e de capital. Porém, no caso dos custos de impostos, mas principalmente nos de seguro, há a questão de uma maior sinistralidade a ocorrer com veículos mais velhos, o que provoca uma tendência contrária de crescimento dos valores de impostos e seguros à medida que o veículo vai se tornando mais velho.

No caso de seguro, a tendência de uma quantidade menor de veículos mais antigos circulando, já que vários são sucateados com o tempo, gera uma taxa de sinistralidade maior, já que a quantidade de sinistros deve ser rateada com uma quantidade menor de veículos circulando. Para os impostos, há políticas de governo que criam dificuldades para aqueles que mantêm veículos velhos, buscando a circulação de frotas mais novas que notadamente geram menos poluição e riscos de acidentes à população, além de transtornos no trânsito.

Ainda na figura 1, quando se somam os custos representados pelas curvas A e B, além dos custos de impostos e seguros, não representados na figura, obtém-se os custos representados na curva pontilhada C. Essa curva, chamada de curva de custo total para os fatores analisados, em geral é representada por uma parábola, polinômio de segundo grau e que possui uma inflexão em dado momento da vida do veículo e que representa o menor custo médio unitário ao longo da vida do veículo. Ou seja, momentos anteriores e posteriores ao ponto de inflexão da curva de custo total representam custos mais altos que o mínimo.

A análise do gráfico da Figura 1 pode levar o gestor a diversos cenários de decisão. Um deles seria a opção pela substituição do veículo no momento em que a curva de custos totais atinge o seu mínimo. Para efeitos deste trabalho, esta será a opção considerada como determinação do momento ideal para a substituição do veículo.



Fonte: Adaptado de VALENTE; PASSAGLIA; NOVAES, 1997.

**Figura 1 - Variação dos custos do veículo ao longo do tempo**

### 3. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso aqui apresentado foi realizado no Núcleo de Transportes da Companhia Imobiliária de Brasília – Terracap, empresa pública da administração indireta do Distrito Federal criada pela Lei nº 5.861, de 12 de dezembro de 1972.

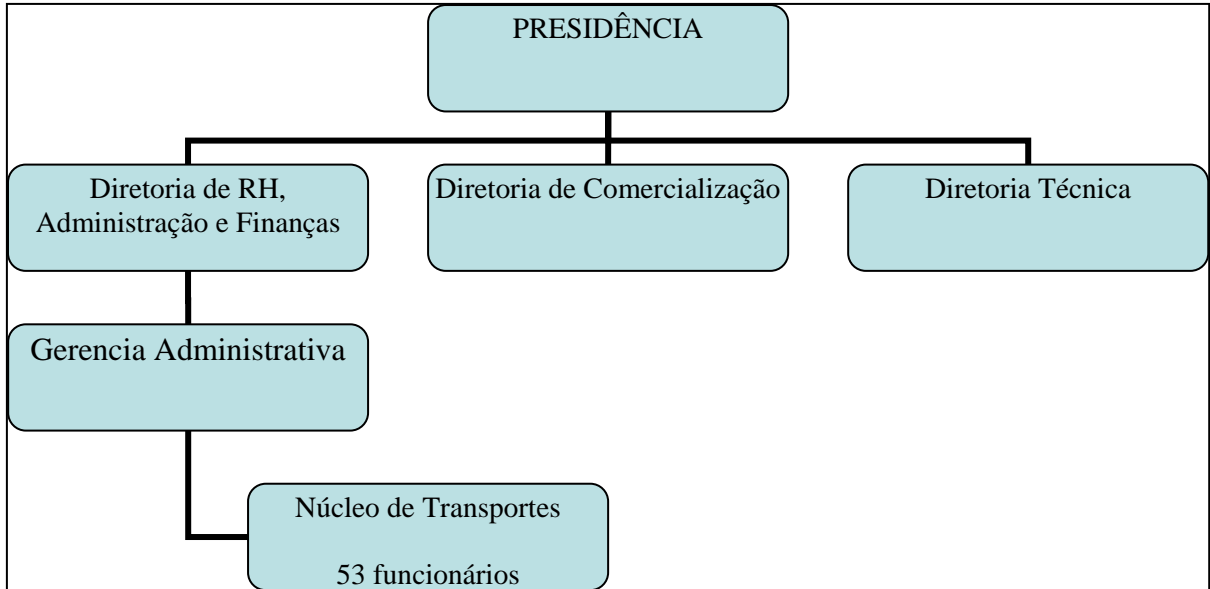
A Terracap atua como agência de desenvolvimento e tem como atividade principal a execução de atividades imobiliárias de interesse do Distrito Federal, apoiando também o desenvolvimento econômico e social do Estado, na operacionalização e implementação de programas e projetos de infra-estrutura voltados para a população do Distrito Federal.

O Núcleo de Transportes da Terracap, como apresentado esquematicamente na figura 02, está subordinado à gerência administrativa, possui 53 funcionários e presta apoio administrativo na demanda da empresa por serviços de transportes em geral, tendo como áreas mais atuantes a fiscalização, as vistorias e os trabalhos de topografia de terrenos sob responsabilidade da Terracap, bem como serviços jurídicos, cartoriais, administrativos e de representação.

O Núcleo tem como atribuição o gerenciamento da frota de veículos, referente à manutenção, abastecimento e documentação dos veículos e motoristas. No âmbito do Núcleo são realizadas as manutenções preventivas como troca de óleo e filtros, lavagem em geral e lubrificação dos veículos. As manutenções corretivas de maiores proporções são executadas em oficina terceirizada que é contratada através de licitação pública.

No gerenciamento da frota de veículos própria de 63 veículos, observa-se que a maioria dos veículos já ultrapassou os 05 anos de uso.

Como em toda a empresa que mantém frota própria, também na Terracap um dos desafios encontrados pelos gestores é o momento certo de substituição dos veículos, sendo que tal substituição geralmente ocorre quando estão em um estado de sucateamento ou o valor para se reparar o veículo é bastante elevado. Atualmente a empresa não tem como prática a medição de custos que possam auxiliar na decisão do momento ideal para a substituição de veículos da sua frota.



Fonte: Organograma da Terracap, 2008.

**Figura 02 – Localização do Núcleo de Transportes na Terracap.**

### 3.2 Análises de Dados para Renovação da Frota

#### 3.2.1 O Modelo Atual de Decisão sobre Substituição de Veículos

Atualmente, o processo para aquisição de veículos é feita por meio de licitação, de acordo com levantamento da necessidade do serviço e da demanda por veículo de cada núcleo. A empresa não utiliza nenhuma metodologia para medir o momento certo de substituição dos veículos.

A decisão para substituir os veículos ocorre, geralmente, pela antiguidade ou quando se incorre em custos fortemente elevados de manutenção. Nesses casos, faz-se uma análise, tomando-se somente os gastos com manutenção durante a vida útil do veículo e, caso entenda-se compensador, substitui-se o veículo. O veículo também é substituído em casos de colisão, resultando em perda total.

#### 3.2.2 Aplicação do Modelo Econômico na Terracap

##### I. Cálculo dos custos da frota atual

Foram levantados os dados necessários e calculados os custos com manutenção, impostos e seguros, depreciação e custos de capital, da seguinte forma:

Os custos calculados estão representados nas tabelas 01, 02, 03 e 04, a seguir, e se referem a um dos veículos da frota da Terracap, tomado como um veículo tipo, já que corresponde a um padrão de veículos semelhantes. Nas análises, foram tomados e calculados os valores para outros dois veículos (veículos 02 e 03) em que se utilizou da mesma metodologia de cálculo.

**- Custo de Manutenção:** Custo variável com a utilização do veículo. Ao se adquirir o veículo na Terracap, também é feita uma pasta para o controle de todo tipo de manutenção que é realizada no veículo. Assim, não houve dificuldades para obter os dados sobre despesas com manutenção.

Foi obtido o custo de manutenção anual, depois calculada a manutenção acumulada, que são os valores somados ano a ano. A seguir, calculou-se o custo médio de manutenção



que são os custos acumulados de manutenção divididos pelo tempo de uso do veículo, em anos. Por fim, para se chegar ao valor da manutenção por quilômetro, dividiu-se o custo médio de manutenção pela quilometragem percorrida pelo veículo em cada ano.

**Tabela 1 – Cálculo dos Custos Unitários de Manutenção**

N	Ano	Despesas de Man.	Man. Acumulada	Man. Média	Km rodados	Man. por km
1	2002	R\$ 438,00	R\$ 438,00	R\$ 438,00	14400	R\$ 0,0304
2	2003	R\$ 647,00	R\$ 1.085,00	R\$ 542,50	34620	R\$ 0,0157
3	2004	R\$ 4.020,00	R\$ 5.105,00	R\$ 1.701,67	32470	R\$ 0,0524
4	2005	R\$ 2.767,43	R\$ 7.872,43	R\$ 1.968,11	28640	R\$ 0,0687
5	2006	R\$ 6.863,00	R\$ 14.735,43	R\$ 2.947,09	32130	R\$ 0,0917
6	2007	R\$ 8.723,00	R\$ 23.458,43	R\$ 3.909,74	18751	R\$ 0,2085

- **Custos de Impostos e Seguros:** Custos fixos, em geral ocorrendo em geral de base anual. Os dados foram também obtidos do controle de cada veículo na Terracap. Verificados as despesas anuais com impostos e seguros, somaram-se os valores ano a ano para obtenção dos custos acumulados. Dividindo-se esses custos pelo tempo de uso do veículo, obtêm-se os custos médios. Para se chegar aos custos de Impostos e Seguros por quilômetro, dividiram-se os custos médios pela quilometragem percorrida pelo veículo, em cada ano.

**Tabela 2 – Cálculo dos Custos Unitários de Impostos e Seguros**

N	Ano	Imp/Seg	Imp/Seg. Acumulados	Imp/Seg. Médios	Km Rodados	Imp./Seg. por km
2	2003	R\$ 1.966,40	R\$ 3.650,10	R\$ 1.825,05	34620	R\$ 0,0527
3	2004	R\$ 2.110,48	R\$ 5.760,58	R\$ 1.920,19	32470	R\$ 0,0591
4	2005	R\$ 1.608,25	R\$ 7.368,83	R\$ 1.842,21	28640	R\$ 0,0643
5	2006	R\$ 1.626,51	R\$ 8.995,34	R\$ 1.799,07	32130	R\$ 0,0560
6	2007	R\$ 1.828,44	R\$ 10.823,78	R\$ 1.803,96	18751	R\$ 0,0962

- **Custos de Depreciação:** Custo fixo, tomado em uma base anual. Tomou-se o valor de aquisição do veículo, que está na nota fiscal de venda arquivada na pasta do veículo.

Após isso, foi feito levantamento de quanto esses veículos desvalorizam-se anualmente, sendo os dados foram obtidos em arquivos de um jornal de grande circulação no Distrito Federal, que possui a tabela oficial de preço de venda de automóveis de anos anteriores, e que é divulgada semanalmente ao público.

A partir do valor de aquisição do veículo e seus valores (desvalorização anual). Somou-se ano a ano e obteve-se a depreciação acumulada. Após, calcula-se a depreciação média, dividindo a depreciação acumulada pelo tempo de uso do veículo.

Para se chegar ao custo de depreciação/km, divide-se a depreciação média pela quilometragem percorrida pelo veículo em cada ano.

Tabela 3 – Cálculo dos Custos Unitários de Depreciação

N	Ano	Avaliação (FIP)	Deprec.	Dep. Acum.	Dep. Média	Km Rodados	Custo de Dep. por km
1	2002	R\$ 31.999,84	R\$ 3.839,88	R\$ 3.839,88	R\$ 3.839,88	14400	R\$ 0,2667
2	2003	R\$ 28.159,96	R\$ 2.816,09	R\$ 6.655,97	R\$ 3.327,99	34620	R\$ 0,0961
3	2004	R\$ 25.343,87	R\$ 1.774,07	R\$ 8.430,04	R\$ 2.810,01	32470	R\$ 0,0865
4	2005	R\$ 23.569,80	R\$ 1.178,49	R\$ 9.608,53	R\$ 2.402,13	28640	R\$ 0,0839
5	2006	R\$ 22.391,31	R\$ 447,83	R\$ 10.056,36	R\$ 2.011,27	32130	R\$ 0,0626
6	2007	R\$ 21.943,48	R\$ 219,43	R\$ 10.275,79	R\$ 1.712,63	18751	R\$ 0,0913

- **Custo de Capital:** Custo fixo, tomado em uma base anual. Tomou-se aqui, também, o valor de aquisição do veículo e, para calcular o custo de capital, utilizou-se a taxa SELIC de anos anteriores, disponíveis no site do Banco Central do Brasil. Para obter o custo de capital (R\$/ano), multiplica-se o valor do veículo em cada ano pela taxa média de juros do respectivo ano.

Após, soma-se o valor do custo de capital ano a ano para ser ter o custo acumulado de capital, e depois se toma esses valores dividindo- os pelo ano de uso do veículo para se ter o custo médio de capital. Para se chegar ao custo de capital/km, divide-se o custo médio de capital pela quilometragem percorrida pelo veículo, em cada ano.

Tabela 4 – Cálculo dos Custos Unitários de Capital

N	Ano	Avaliação (FIP)	Tx de Juros	Cst. de Capital (R\$/ano)	Cst. de Cap. Acumulado	Cst. Médio de Capital	Km Rodados	Cst. de Cap./ km
1	2002	R\$ 31.999,84	19,03%	R\$ 6.089,57	R\$ 6.089,57	R\$ 6.089,57	14400	R\$ 0,4229
2	2003	R\$ 28.159,96	23,61%	R\$ 6.648,57	R\$ 12.738,14	R\$ 6.369,07	34620	R\$ 0,1840
3	2004	R\$ 25.343,87	16,18%	R\$ 4.100,64	R\$ 16.838,77	R\$ 5.612,92	32470	R\$ 0,1729
4	2005	R\$ 23.569,80	19,11%	R\$ 4.504,19	R\$ 21.342,96	R\$ 5.335,74	28640	R\$ 0,1863
5	2006	R\$ 22.391,31	15,64%	R\$ 3.502,00	R\$ 24.844,96	R\$ 4.968,99	32130	R\$ 0,1547
6	2007	R\$ 21.943,48	12,11%	R\$ 2.657,36	R\$ 27.502,32	R\$4.583,72	18751	R\$0,2445

- **Custo Total:** Soma dos fatores anteriormente calculados, tomados em uma base variável, por quilômetro de uso do veículo. O custo total foi calculado conforme a Tabela 5, a seguir.

Tabela 5 – Cálculo do Custo Total

Ano	Manut./km	Imp e Seg/ km	Dep./km	Custo de Cap./km	Custo Total / km
2002	R\$ 0,0304	R\$ 0,1169	R\$ 0,2667	R\$ 0,4229	R\$ 0,8369
2003	R\$ 0,0157	R\$ 0,0527	R\$ 0,0961	R\$ 0,1840	R\$ 0,3485
2004	R\$ 0,0524	R\$ 0,0591	R\$ 0,0865	R\$ 0,1729	R\$ 0,3710
2005	R\$ 0,0687	R\$ 0,0643	R\$ 0,0839	R\$ 0,1863	R\$ 0,4032
2006	R\$ 0,0917	R\$ 0,0560	R\$ 0,0626	R\$ 0,1547	R\$ 0,3650
2007	R\$ 0,2085	R\$ 0,0962	R\$ 0,0913	R\$ 0,2445	R\$ 0,6405

## II. Análises para Substituição de Frota

A figura 3, a seguir, é a representação gráfica da Tabela 5, referente a um veículo adquirido em 2002, no valor de R\$ 31.999,00 (trinta e um mil novecentos e noventa e nove reais).

A linha de tendência (vermelha) associada à curva de custos totais (polinômio de segundo grau – parábola) apresenta um coeficiente de Pearson ( $r^2$ ) de 0,8184, que demonstra haver um bom ajuste dos dados calculados à linha de tendência.

Com base na linha de tendência para o custo total, percebe-se que a troca deveria acontecer por volta do ano de 2005 – tomando como base a decisão de substituir o veículo no ponto de mínimo custo, ou inflexão da curva de custos totais – e que, em 2008, o custo, feita a substituição, deveria estar equiparado ao do ano de aquisição, como um veículo novo.

Assim, se em 2005 a TERRACAP tivesse comprado um veículo novo, em 2008 ele estaria com custo mínimo, algo em torno de 0,40R\$/km (considerando uma curva semelhante, aplicada a partir de 2005), significando, para uma média de 30.000 km rodados, um gasto aproximado de 12.000,00 R\$/ano contra 30.000,00 R\$/ano para a situação atual (considerando 1,00 R\$/km conforme o gráfico). Ou seja, ter-se-ia uma economia de 18.000,00 em 2008 para esse único veículo.

Considerando-se uma economia semelhante para uma frota de 60 veículos, caso a troca baseada no modelo apresentasse economias semelhantes, ter-se-ia uma estimativa de economia em torno de R\$ 1.080.000 (um milhão e oitenta reais) em um único ano (2008), caso a substituição se desse em 2005.

É importante ressaltar que nos primeiros anos da suposta substituição, haveria um custo maior do que com o veículo antigo. Ou seja, as economias só ocorreriam após o ponto de encontro da nova curva de custo total com a curva original.

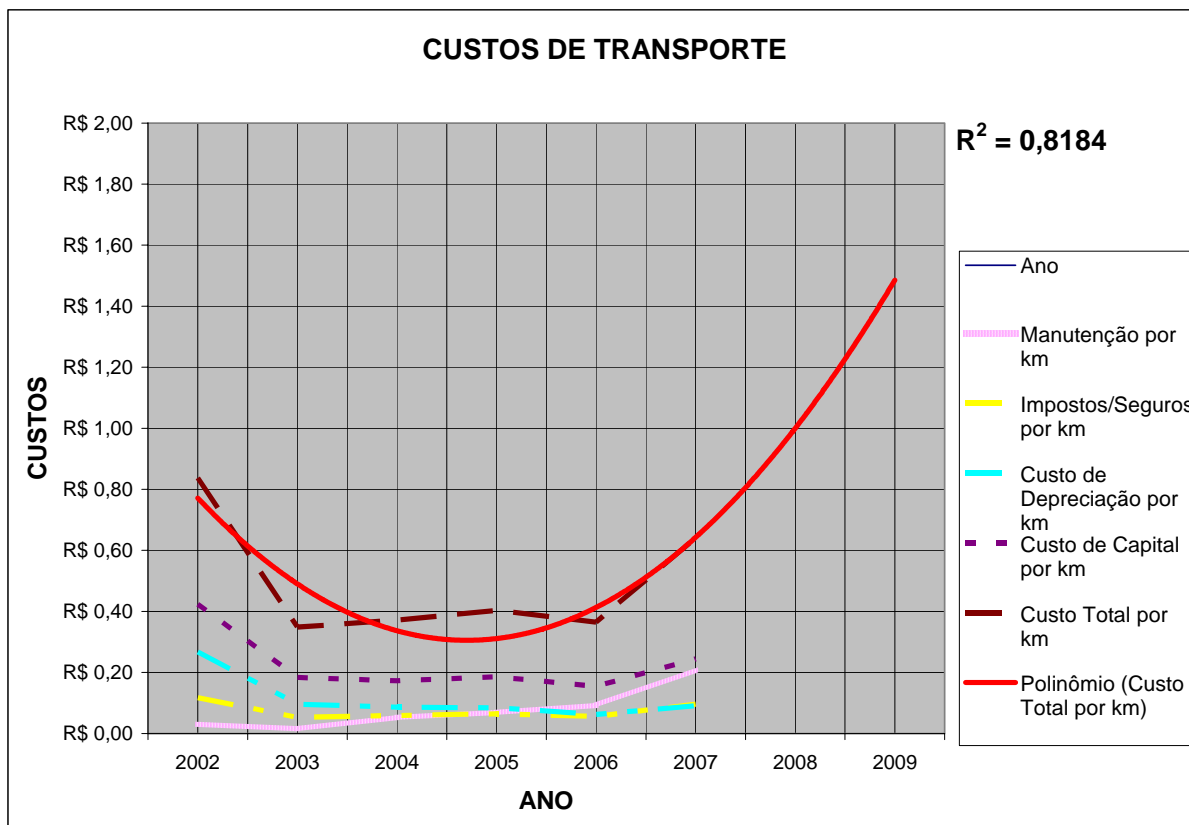
Outra análise aponta que, em 2009, conforme mostra a curva de projeção, o gasto com o veículo já estaria em torno de R\$ 1,45/Km. Na mesma perspectiva, ou seja, 30.000 km rodados no ano, e uma frota de 60 veículos, ter-se-ia um gasto de R\$ 2.610.000 (dois milhões, seiscentos e dez mil) e, se o veículo tivesse sido substituído no menor custo. Assim, as projeções para 2009 mostram uma economia estimada para toda a frota no valor de R\$ 1.890.000 (um milhão, oitocentos e noventa mil reais).

Análise semelhante é feita para os custos de um segundo veículo e está representada graficamente na Figura 04.

Trata-se de um veículo adquirido em 1997, no valor de R\$ 77.383,70 (setenta e sete mil trezentos e oitenta e três reais). A linha de tendência (vermelha), associada à curva de custos totais (polinômio de segundo grau – parábola), apresenta um  $R^2$  de 0,7716, demonstrando um ajuste razoável entre a regressão da amostra e os dados de custos calculados.

Com base na linha de tendência, o veículo deveria ter sido substituído por volta do ano de 2001 quando estaria com um custo mínimo de R\$ 2,83/Km. Nesse caso, levando em conta o mesmo período inicial até o momento da substituição, ou seja, 04 anos, considerando que o veículo percorre uma faixa de aproximadamente trinta mil quilômetros por ano, ter-se-ia, em 2005, um custo de R\$ 84.900,00 (oitenta e quatro mil e novecentos reais).

No mesmo ano, na situação sem substituição, o custo unitário já está em torno de R\$ 3,19 significando um custo anual de 95.700,00 (noventa e cinco mil e setecentos reais), sempre para uma estimativa de 30 mil km rodados por ano. Considerando a diferença entre custos unitários e uma frota de 60 veículos, a economia seria de 648.000,00 (seiscentos e quarenta e oito mil reais) somente para o ano de 2005.



**Figura 03 – Representação gráfica dos custos do veículo 01.**

Em 2008, conforme projeção, o custo do veículo estará em torno de R\$ 4,80/Km e com um gasto de  $4,80 \times 30.000 = 144.000,00$  para esse veículo, se porventura ele estivesse sido substituído quando estava com o custo mínimo de R\$ 2,83. Também com uma frota de 60 veículos a economia seria de R\$ 3.546,000, 00(três milhões quinhentos e quarenta e seis mil reais).

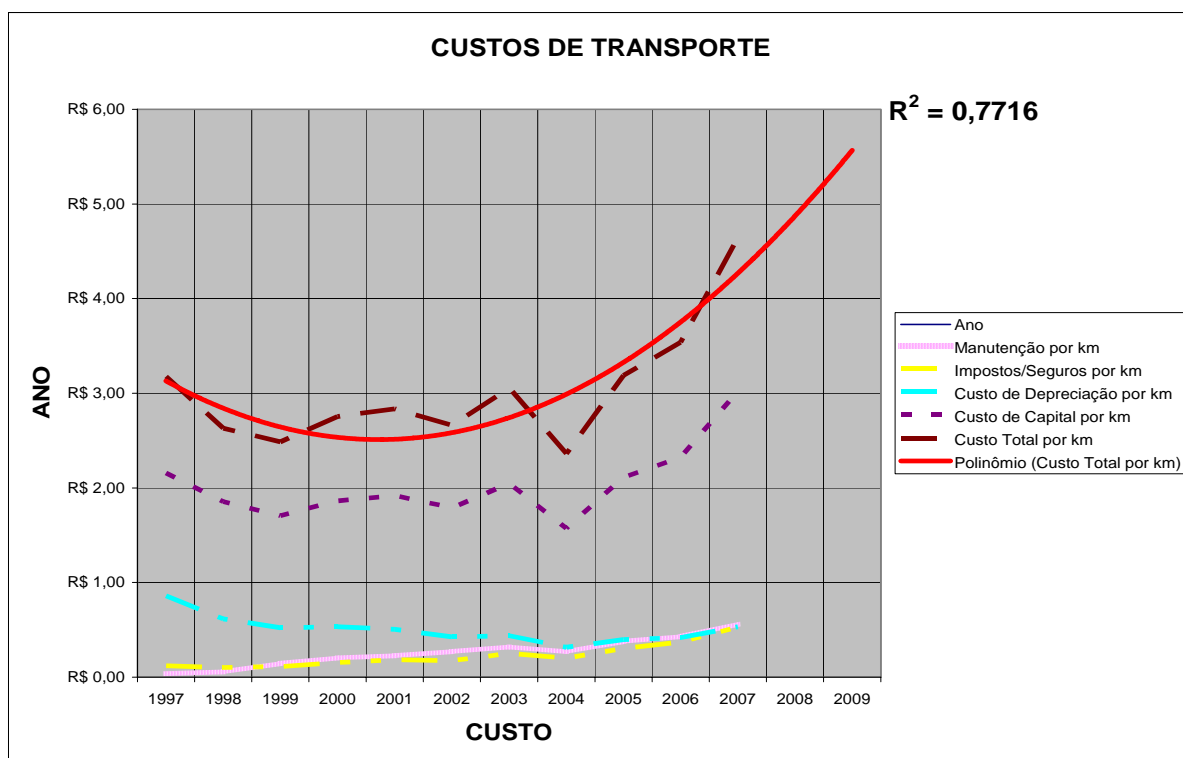
Em 2009, quando o veículo, completaria mais quatro anos e o período de substituição novamente, a projeção da curva aponta um custo de R\$ 5,50/Km, dando um total de R\$ 165.000,00(cento e sessenta e cinco mil reais) projetado para toda a frota e, tomando como base o custo mínimo de R\$ 2,83/Km, a economia projetada seria de R\$ 4.806,000(quatro milhões, oitocentos e seis mil reais) para toda a frota de 60 veículos.

Por fim, para confirmar com um terceiro experimento, apresentam-se as análises semelhantes, para outro veículo selecionado como amostra, representadas na figura 5, a seguir.

O veículo em questão foi adquirido em 2002, no valor de R\$ 23.507,99 (vinte e três mil quinhentos e sete reais e noventa e nove centavos).

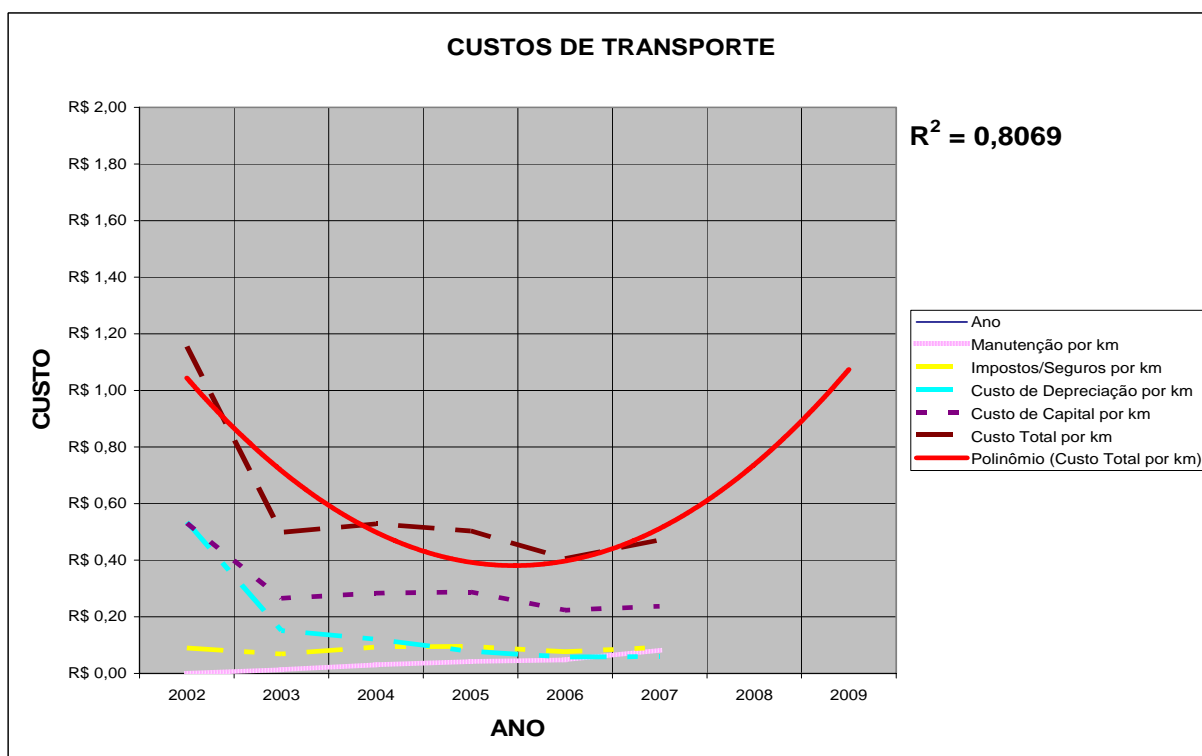
A linha de tendência (vermelha), associada à curva de custos totais (polinômio de segundo grau – parábola), apresenta um  $R^2$  de 0,8069, também demonstra um bom ajuste entre a regressão da amostra e os dados de custos calculados.

Com base na linha de tendência, o veículo deveria ter sido substituído entre o ano de 2004 e 2005. Então no ano de 2008 ele estaria com um custo mínimo de R\$ 0,40/Km, contra mais ou menos R\$ 0,75/Km. Considerando uma frota de 60 veículos rodando trinta mil quilômetros por ano, a economia seria de R\$ 10.500,00 (dez mil e quinhentos reais), por veículo, num total de R\$ 630.000,00 (seiscentos e trinta mil reais) em um único ano para toda frota.



**Figura 4 – Representação gráfica dos custos do veículo 02.**

Em 2009, a curva já mostra um custo de mais ou menos R\$ 1,05/Km, tomando como base o menor custo de R\$ 0,40/Km, e também a mesma quilometragem e uma frota de sessenta veículos, a economia seria de R\$ 1.170.000,00 (um milhão cento e setenta mil reais).



**Figura 05 – Representação gráfica dos custos do veículo 03.**

### 3.3 Conclusões do Estudo de Caso

O estudo de caso demonstra notadamente uma economia importante, conforme se verifica nas análises dos dados calculados.

Ou seja, quando um veículo passa do momento de substituição, percebem-se os prejuízos resultantes como o exemplo do veículo representado na figura 3, em que o custo por quilômetro estava R\$ 0,75/Km em 2008 e, já em 2009 estava R\$ 1,05/Km, ou seja, em um ano o custo aumentou cerca de 35%, e quanto mais se adiar a troca do veículo, maior a escala de aumento dos custos e, na mesma escala, maiores os prejuízos para a empresa detentora de frota própria.

Em compensação, ao adquirir um veículo novo no momento ideal de troca, a empresa terá ganhos na produção, pois as baixas para manutenção e problemas advindos pelo uso constante dele serão bem menores, resultando assim na pontualidade e melhoria no atendimento. Além disso, o veículo também tem a característica de representar a imagem da organização e quando novo e bem cuidado, tende a demonstrar um aspecto positivo quando se associa esse veículo à empresa proprietária.

Por fim, os veículos em estudo têm a função de transportar pessoas, e quando novo trazem um maior conforto a quem o utiliza, ou faz uso deste para o trabalho, resultando em maior satisfação dos usuários.

### 3.4 Aplicabilidades do Método

Para análise da aplicabilidade do método, há aspectos de relevância a serem considerados e analisados, sendo fundamental o seu controle durante toda a vida útil do veículo:

- **Controle da Manutenção:** É necessário que a empresa com frota própria mantenha os registros dos gastos com manutenção. Tal controle permitirá a contabilização real dos custos de manutenção ao longo da vida útil do veículo, determinando o comportamento que permitirá a decisão sobre a substituição.
- **Controle dos dias parados:** Está relacionado ao período em que o veículo fica imobilizado para manutenção. É importante o acompanhamento, pois quanto mais o veículo ficar parado, menos esse irá produzir o que poderá ocasionar atrasos nos serviços e atendimentos por parte da empresa. Portanto, no planejamento deve-se constar que tipo de reparos será executado e quantos dias ficarão fazendo manutenção para que não ocorram problemas de maiores proporções. Aqui, é possível substituir o controle dos dias parados pela quilometragem rodada de cada veículo da frota.
- **Gastos com impostos e seguros:** São custos referentes a impostos IPVA, Licenciamento e Seguro Obrigatório, taxas exigidas para a circulação do veículo, seguro total, obrigatório e facultativo como os de roubo e incêndio.
- **Controle da quilometragem:** Um dos aspectos mais importantes, por isso deve haver um controle rígido, indica momento certo para manutenções e revisões no veículo e, no geral, serve de análise para se tomar decisão sobre a troca do veículo, pois com uma utilização considerada alta, indicam certo desgaste e um provável momento de desfazer-se dele.
- **Depreciação:** Relativo à desvalorização que o veículo sofre anualmente. É comum que nos primeiros anos esse decréscimo seja mais acentuado, diminuindo com o passar dos anos, e está relacionado ao valor de aquisição do veículo.
- **Custo de Capital:** Refere-se ao custo do capital investido em se adquirir o veículo, utiliza-se a taxa de juros ano-a-ano, para medir a desvalorização do capital durante a vida útil do veículo. Na aplicação deste método foi utilizada a taxa SELIC, que é utilizada pelo Banco Central do Brasil, para operações de crédito em geral, mas recomenda-se uma TMA (taxa mínima de atratividade), que geralmente é utilizada para investimentos.

É essencial que todos esses dados referentes aos veículos, sejam auditados periodicamente para a comprovação de sua veracidade e para melhor uso no momento da aplicação do método quando for colocado em prática.

#### 4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este estudo de caso teve como objetivo mostrar a importância de um método aplicável na substituição de veículos para as empresas que possuem frota própria. Foi aplicado em um estudo de caso na Terracap no segundo semestre de 2008 no Trabalho de Conclusão do curso de Administração da Universidade Católica de Brasília.

Durante o estudo, algumas dificuldades tiveram que ser superadas, todas praticamente relacionadas ao controle e disponibilidade das informações necessárias à aplicação da metodologia de determinação do momento para renovação da frota.

Como foram apresentados nos resultados das análises, os veículos, quando não substituídos no momento adequado, trazem prejuízo financeiro para a organização em escalas bem maiores que as empresas imaginam.

Conclui-se que as empresas têm dificuldade de tomar a decisão de desfazer-se de seus veículos, e muitas desconhecem a existência de ferramentas e métodos que podem contribuir nesse sentido.

Com aplicação prática da metodologia aqui demonstrada pode-se colaborar para despertar e principalmente demonstrar que esse problema tem solução, e que alguns métodos, como o tratado no estudo de caso, têm aplicabilidade simples.

Portanto, este estudo traz elementos para a solução do problema de informações que apóiam a decisão de renovação de frota das empresas.

Recomenda-se que próximos estudos possam avaliar o problema em um contexto macroeconômico, considerando prejuízos sociais causados pela frota envelhecida de veículos que prestam serviço de transporte no Brasil.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, Antonio C; NOVAES, Antonio G. N. **Logística aplicada**. São Paulo: Blucher, 2000.

BARAT, Josef. **Transporte e energia no Brasil**. Rio de Janeiro: Beltrand, 1991.

BARBOSA, Franklin M. **A Organização do setor de recebimento de mercadorias como vantagem logística nas empresas**: Um estudo de caso. Trabalho de conclusão de curso (graduação) \_ Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2008.

FIGUEIREDO, Kleber F; FLEURY, Paulo F.; WANKEE, Peter. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas 2006.

GOMES, Denys E. B; MEDINA, Heloísa V. **Estudo sobre a reciclagem na indústria automotiva e sua inserção em um ambiente virtual de ensino**. Disponível em: < [http://www.cetem.gov.br/publicacao/serie\\_anais\\_IX\\_jic\\_2001/Dennys.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/serie_anais_IX_jic_2001/Dennys.pdf) >. Acesso em: 18/04/2008.

GUAJARATI, Damodar N. **Econometria Básica**. São Paulo: MAKRON Books, 2000.

**Histórico das taxas de juros**. Disponível em: <http://www.bcb.gov.br/?COPOMJUROS> >. Acesso em 28/08/2008.

OWEN, Wilfred. **Estratégia para os transportes**. São Paulo: Pioneira, 2000.

PACHECO Lázaro P. **Ponto econômico de renovação de frotas de veículos nas organizações: um estudo de caso na secretaria da fazenda da Bahia. 2004. 80 f.** trabalho de conclusão de curso (Pós-graduação) - Faculdade de Ciências Contábeis, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.

**Tabela de preço médio de veículos**. Disponível em: < <http://www.fipe.com/web/index.asp>>. Acesso em 26/08/2008.

UELZE, Reginald. **Transporte e frotas**. São Paulo: Pioneira, 1998.

VALENTE Amir M; PASSAGLIA, Eunice; NOVAES, Antonio G. **Gerenciamento de transportes e frotas**. São Paulo: Pioneira, 1997.