
PROCESSO DE RENOVAÇÃO DE FROTA DE UMA EMPRESA: DEFINIÇÃO DE UM PONTO ÓTIMO PARA SUBSTITUIÇÃO DE VEÍCULOS

Antônio Artur de Souza, Girley Alves de Azevedo, Grazielle Labanca do Prado, Vinícius Vieira Sales, Cynthia Oliveira Lara

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Av. Antônio Carlos, 6627, BH, MG, Brasil. CEP: 31270-901 / FAX: (+55) 31-3409-7061.

E-mail: artur@face.ufmg.br, girleyazevedo@gmail.com, grazilabanca@hotmail.com, viniciusvieirasales@gmail.com, cynthialara@face.ufmg.br

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi comparar metodologias que possam otimizar a aplicação de recursos na substituição de veículos ou frotas, e apontar a mais adequada para uma empresa de energia elétrica brasileira. Observa-se na literatura que existem vários métodos que auxiliam o gestor de transporte na determinação do momento certo para renovação de uma frota. O Custo Anualizado Uniforme Equivalente (CAUE) foi escolhido para ser aplicado na empresa estudada. A partir da definição de parâmetros a serem utilizados para a decisão de substituição de veículos, viabilizou-se a elaboração da composição do lote econômico de substituição que possa trazer o máximo retorno aos investimentos da empresa estudada. Desse modo, procurou-se contribuir com critérios técnicos para a definição de parâmetros que possam ser utilizados para substituir ou renovar um tipo de equipamento. Ademais, propõem-se estudos complementares para que o processo de substituição de veículos seja otimizado, tais como: estudos de adequação de frota; estudos de manutenção; estudos de dimensionamento; levantamento de custos operacionais de frotas específicas do setor de energia; e comparação entre aquisição e locação de veículos.

Palavras-chave: Substituição de Veículos; Métodos; Definição de Ponto Ótimo

ABSTRACT

This paper presents the results of a research that aimed at comparing methodologies used to optimize the investments on fleet substitution, and presenting the most adequate of these methodologies for an electricity distribution company. It was possible to conclude from the literature review that there are several methods that can be used to determine the most appropriate time for renovating a fleet. The equivalent uniform annual cost model was selected as the most adequate model to the studied company. The empirical study started with the definition of the parameters to be considered in the decision of renovating the fleet. The second step was to define the economic batch size to be used in order to maximize the return on investment. The paper presents a contribution in terms of the technical criteria which should be considered to define the set of parameters that is necessary to the renovation decision. The paper also proposes some complementary studies to enhance the decision, such as the selection of vehicle types, maintenance cost, the adequate fleet size, operating costs, and comparison between purchasing and renting.

Keywords: Fleet Renovation; Return on Investments; Economic Batch Size

1. INTRODUÇÃO

Seja como atividade fim, ou atividade de apoio, o transporte é fundamental para as empresas. Geralmente, a função transporte é um dos aspectos abordados na gestão da cadeia de suprimentos. Desse modo, devem-se considerar as despesas e investimentos relacionados a esta atividade que, independentemente de ser terceirizada ou própria, representa valores significativos que influenciam diretamente na estrutura de custos das organizações (Slack *et al.*, 1997).

Segundo Ballou (2001) o transporte é geralmente o elemento mais importante nos custos logísticos para a maioria das empresas. As empresas prestadoras de serviços como telefonia, saneamento e distribuição de energia possuem geralmente grandes frotas. Para executar suas atividades, essas empresas utilizam veículos de diversos tipos, idades, marcas e fabricantes. Tais fatores fazem com que os veículos utilizados possuam vidas úteis distintas, sendo necessário que se faça periodicamente um processo de substituição ou renovação de veículos unitários ou mesmo de toda a frota.

Em um novo cenário, em que a responsabilidade social ganha grande peso, existe uma mudança na preocupação com anos de uso e custos de manutenção de veículos. Estas preocupações são exemplificadas pelo aumento de acidentes nas estradas, o desperdício de combustível e a poluição ambiental. A pesquisa descrita no presente trabalho apresenta um estudo de caso em uma empresa concessionária de energia elétrica. Tal empresa é denominada neste trabalho como “Empresa Alfa”, a fim de se resguardar informações sigilosas da mesma. O objetivo da pesquisa foi realizar uma revisão de literatura sobre metodologias que possam aperfeiçoar a aplicação de recursos na substituição de veículos ou frotas, e identificar a metodologia mais adequada para a empresa estudada. Ademais, por meio dos dados coletados, analisaram-se os resultados de uma possível aplicação da metodologia escolhida e definiram-se critérios para a renovação ou substituição de veículos por meio da obtenção de parâmetros quantificáveis, possibilitando o conhecimento do momento ideal de troca.

Algumas políticas de substituição não suprem as reais necessidades das organizações. Isso faz com que, ao passar dos anos, a quantidade de veículos que já deveriam ter sido substituídos, mas ainda permanecem na frota, aumente. Nesse sentido, torna-se necessário que o gestor da frota, valendo-se de critérios econômicos e técnicos, elabore projetos que possibilitem à empresa conhecer as reais necessidades de substituição da sua frota, bem como quais as consequências resultantes da decisão de substituir ou não um veículo. Este processo tem que ser pensando como algo a ser analisado econômica e financeiramente, objetivando as melhores formas possíveis de aplicação dos recursos das empresas, os quais muitas vezes são escassos, ou possuem diferentes prioridades orçamentárias. O estabelecimento de critérios numéricos e objetivos é um dos meios de se minimizar os gastos das empresas nestes processos, disponibilizando capital para outros investimentos.

Independentemente de sua utilização, todo equipamento tem um ciclo de vida útil, o qual desempenha suas funções dentro de padrões produtivos determinados com segurança operacional e economicidade. Para a determinação do momento ideal de substituição de ativos depreciáveis, é fundamental se identificar qual é o período de vida útil e de vida útil econômica dos mesmos. Entende-se por vida útil o tempo de utilização máxima de um bem, portanto a vida útil está relacionada com a capacidade produtiva. Já a vida útil econômica envolve a estrutura econômico-

financeira da empresa, ou seja, está relacionada aos custos de aquisição e posse do equipamento, bem como sua incidência ao longo do tempo (Vey e Rosa, 2003).

A presente pesquisa encontra-se dividida em oito seções, incluindo esta introdução. A seção 2 apresenta uma revisão sobre análise de investimentos. Na seção 3, são apresentados os métodos para análise de substituição de veículos. Já na seção 4, descrevem-se aspectos sobre a vida útil e a vida econômica de veículos. Na seção 5 encontra-se a metodologia de pesquisa. Na seção 6 são apresentados os resultados do estudo de caso, no qual a metodologia é aplicada aos dados disponíveis, procurando-se obter critérios quantificáveis que sejam aplicáveis, e que possam somar e auxiliar a atual política de renovação de frota da empresa, contribuindo para sua otimização. Por fim, na seção 7, apresentam-se as considerações finais deste trabalho, seguidas das referências bibliográficas (seção 8).

2. ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

Conforme Lima Netto (1978), a administração financeira trata do planejamento, da análise de investimentos, da política de crescimento, do financiamento e da contabilidade. De acordo com Sanvicente (1987), nas decisões de administração financeira, o objetivo básico é atingir a maior rentabilidade possível sobre o investimento efetuado. Entretanto, deve-se buscar a rentabilidade máxima observando os padrões de liquidez necessários à empresa.

Segundo Borgert *et al.* (2006), os métodos de análise de investimentos são técnicas para que o investidor possa definir qual é a melhor alternativa para empregar seus recursos. Nos processos de planejamento e gestão dos investimentos a longo prazo, o administrador financeiro procura identificar as oportunidades de investimento cujo valor para empresa é superior a seu custo de aquisição (Ross *et al.*, 1998). Para as análises de investimentos que envolvem equipamentos, faz-se necessário a criação de alternativas que possibilitem a análise do custo do equipamento, da vida útil, do valor residual em alienação, e dos custos para manter o equipamento (Hirschfeld, 1989).

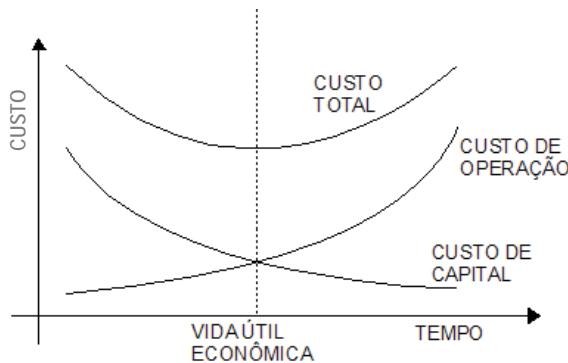
3. MÉTODOS PARA ANÁLISE DE SUBSTITUIÇÃO DE VEÍCULOS

Observa-se na literatura que existem vários métodos que auxiliam o gestor de transporte na determinação do momento certo para renovação de uma frota. Oliveira (2000) sugere o método comparativo entre curvas de reparo, o qual compara a curva de reparo de uma máquina em função do tempo com a curva média de reparos da frota de máquinas similares. Quando a curva de reparo de uma determinada máquina estiver mais alta que a média da frota, esta máquina deve ser substituída. Por sua vez, Dias e Mattos (2002) citam o Método do Custo Médio Total (CTM), em que se calcula o tempo ótimo de substituição sem considerar a taxa de juros. Os custos são plotados no final do período. Desta forma, o instante ótimo para substituição é após o n -ésimo período, quando se tem o menor valor para o CTM. Há também o Método dos Custos Médios por período, em que é necessário levantar os custos relacionados aos custos de capital (depreciação e remuneração do capital) e custo de manutenção (peças, mão-de-obra e paralisação). O ponto de substituição é identificado quando os custos médios atingem seu menor valor no período (Lima, 2002).

Além disso, há também a abordagem da Prestação Anual Equivalente (PAE) que, consoante Weston e Brigham (2000), consiste em um cálculo de pagamentos anuais que um projeto proporcionaria se fosse uma anuidade. Entre projetos concorrentes com horizontes de tempos desiguais, o critério de escolha seria o que retorna a maior prestação anual. Segundo Casarotto Filho e Kopittke (2000), o método do Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE) consiste em encontrar a série uniforme anual (A) equivalente ao fluxo de caixa dos investimentos à taxa mínima de atratividade. Desse modo, identifica-se a série uniforme equivalente a todos os custos e receitas pra cada projeto utilizando-se a Taxa Mínima de Atratividade (TMA). Cumpre informar que a TMA define o custo de oportunidade do capital, ou seja, retrata o retorno do capital investido em um determinado projeto em relação à taxa de juros bancários, rentabilidade de títulos públicos, estoques, dentre outros (Santos, 2004).

Freitas (2002) afirma que, a partir do VAUE, pode-se calcular o Custo Anualizado Uniforme Equivalente (CAUE), pois ambos utilizam as mesmas premissas. Nesta metodologia, todos os custos que influenciam no cálculo do ponto econômico de substituição são transformados em uma série anual uniforme equivalente. Desse modo, o investimento inicial é diluído ao longo da vida útil do equipamento. A partir do fluxo de caixa de cada projeto, considerando-se o investimento, custos e receitas, obtém-se uma série anual uniforme equivalente.

No caso do VAUE, a melhor opção será o projeto que apresentar série anual uniforme equivalente com maior saldo positivo. Quando a série anual uniforme equivalente for de valores negativos (custos), a melhor opção será a que apresentar os menores custos CAUE, conforme apresentado no Gráfico 01. O momento onde o CAUE é mínimo traduz-se no momento ótimo de substituição de um ativo, calculando sua vida útil econômica. Segundo Casarotto Filho e Kopittke (2000), o CAUE possibilita a identificação de uma série uniforme equivalente a todos os custos e despesas de um projeto ou equipamento, descontados a uma determinada TMA. Neste caso, as diferenças de vidas úteis ficam solucionadas pelo fato de se assumir que os custos anuais se repetirão.



Fonte: Velho (1997), *apud* Vey e Rosa (2003).

Gráfico 1. CAUE e vida útil econômica

4. VEÍCULOS: VIDA ÚTIL E VIDA ECONÔMICA

Identificar o ponto ótimo de renovação de uma frota de veículo é uma tarefa que demanda um estudo das principais variáveis que impactam na tomada de decisão. Dessa forma, faz-se necessário conhecer quais são os fatores a serem considerados e de que forma estes influenciam na determinação da vida útil de um veículo. Segundo Valente *et al.* (1997), a manutenção de veículos consiste em buscar manter a frota em boas condições de uso, considerando-se os limites econômicos, de forma que a sua imobilização seja mínima.

Um dos meios de se medir o desempenho de um veículo é baseando-se nos dados históricos do seu custo operacional, a partir dos quais é possível determinar o seu ponto ótimo de substituição. As variáveis que determinam a sua vida útil econômica são os custos de manutenção e depreciação. O custo de manutenção é crescente conforme a idade do veículo ou a quilometragem rodada avançam. Por custo de manutenção, entendem-se os custos com peças de reposição e a mão-de-obra gasta durante o processo. Assim, o crescente custo com manutenção excede a economia de capital no caso de prolongar a utilização de um veículo. Ademais, o tempo que o veículo fica parado para receber manutenção deixa de produzir, gerando um custo de hora parada. Com relação aos custos de depreciação, observa-se que, além da depreciação real do veículo, que está relacionada à sua obsolescência, a depreciação contábil é também variável que impacta neste processo decisório. Ao longo do tempo, o patrimônio de uma organização vai sofrendo transformações. Existem vários métodos dentro da Teoria Contábil para expressar essas mutações. Uma das variações que os bens sofrem se chama “depreciação”, que reflete a redução do potencial e do valor do bem em função do tempo, do uso, da obsolescência ou da inadequação do mesmo. No caso de aquisição de um veículo novo, a empresa não pode alocar todo o valor da compra de uma só vez, por se tratar de um investimento e não uma despesa de custeio (Alvarenga e Novaes, 2000).

Para Stickney e Weil (2001), nas organizações, os ativos representam benefícios futuros de curto ou de longo prazo. No caso de veículos, o consumo se dá ao longo dos anos, e o seu custo é alocado aos diversos períodos que se beneficiam de sua utilização. A depreciação é lançada pelo fato de os ativos imobilizados perderem seu potencial de prestação de serviços à empresa com o passar do tempo. Se esse potencial não cair, nenhuma depreciação é lançada. No caso de queda de potencial, as causas podem ser físicas ou funcionais. Entre os fatores físicos, encontram-se o desgaste normal pelo uso, o resultado da ação de agentes químicos como a ferrugem, e os efeitos do vento ou da chuva. Para fins de análises de substituição de equipamentos, primeiramente, deve-se definir se a substituição se dará pelo mesmo tipo de equipamento, ou se por outro tipo. Após a definição, faz-se necessária a comparação entre vida útil e vida econômica destes, os custos de manutenção de um equipamento, os custos de mantê-lo e os valores residuais de alienação.

Dentre outras classificações, os custos podem ser separados como fixos e variáveis. O custo de capital, considerado um custo fixo, permanece inalterado, independente do grau de ocupação do equipamento e deve ser o primeiro a ser considerado na tomada de decisão. Quanto maior a vida útil do equipamento, melhor será sua distribuição ao longo do tempo. Ademais, quanto maior for o prazo para renovação da frota, menor será sua desvalorização média anual. Assim, a perda é maior quando o equipamento é mais novo e, à medida que o período de utilização aumenta, a desvalorização anual média decresce: 30% para um ano, 25% para dois anos, 21,7% para três e

20% para quatro anos (Alvarenga e Novaes, 2000). Os custos variáveis, por sua vez, são aqueles que variam conforme a utilização do equipamento.

5. METODOLOGIA

A pesquisa realizada teve como enfoque a descrição, o registro, a análise e a interpretação de dados, além da comparação entre metodologias. Portanto, a pesquisa descrita neste trabalho caracteriza-se como uma Pesquisa Qualitativa Descritiva. Além disso, foi realizado um estudo de caso em uma empresa concessionária de energia elétrica, em que se realizou a análise do processo de renovação de frota e da gestão de substituição de veículos.

Conforme Lakatos (2004), o estudo de caso reúne informações detalhadas, valendo-se de diferentes técnicas de pesquisa, visando apreender uma determinada situação e descrever a complexidade de um fato. Os instrumentos de coletas de dados utilizados para o desenvolvimento deste trabalho foram: (a) Pesquisa Bibliográfica; (b) Entrevistas; (c) Observação não participante; e (d) Pesquisa documental. A pesquisa desenvolvida compreendeu uma revisão bibliográfica da literatura nacional e internacional, que contemplou livros, artigos de revistas científicas, dissertações e anais de congressos acadêmicos das áreas de energia elétrica, metodologias de substituição de veículos, custos envolvidos e análises de investimentos. Os dados obtidos na revisão bibliográfica foram analisados pelo método de análise de conteúdo, que possibilita a descrição objetiva e sistematizada de uma comunicação (artigos, livros e entrevistas etc.) e posterior análise da mesma (Cooper e Schindler, 2003).

Para a coleta de dados na empresa estudada, foram realizadas entrevistas não-estruturadas junto aos membros da área de Transporte e Custos. Além disso, foram coletadas informações a partir da observação não participante dos pesquisadores. A análise dos procedimentos de substituição de frota da empresa foi realizada a partir dos protocolos e documentos da organização. Destaca-se que a existência de sistema informatizado na empresa estudada facilitou a obtenção dos dados, viabilizando a realização deste estudo. Assim, foram analisados dados constantes em arquivos, fotografias, vídeos, gravações e regulamentos internos da empresa. Os dados foram coletados nos anos de 2007 e 2008.

Para efeito de exemplificação, demonstrou-se a aplicação e as considerações sobre o modelo de substituição selecionado para a frota da empresa estudada apenas para a subcategoria “caminhonete cabine simples”, que é composta por marcas e modelos variados e foi escolhida para a aplicação do modelo por contemplar quase metade da frota. O método escolhido para aplicação foi o CAUE, que considera apenas os custos operacionais e o custo de capital, o primeiro crescente ao passar do tempo e o segundo decrescente ao longo dos anos.

6. RESULTADOS

A frota da Empresa Alfa é composta por 2.205 veículos distribuídos nas categorias de passageiros e de serviço/ferramenta, sendo a operacionalização exercida de forma descentralizada por cada Gerência Frotista, dentro das diretrizes emanadas da Diretoria de Gestão Empresarial. Outro fator que influencia o perfil dessas frotas são os critérios de substituição que vêm sendo aplicados.

Existe uma política de substituição de frota definida em 2004, entretanto, em função de diretrizes estratégicas, ela deixou de ser cumprida em alguns anos. Isso confere uma característica peculiar à frota que é a heterogeneidade das idades (anos de uso) dos equipamentos de transporte que a compõem. Para melhor análise, foi selecionado um modelo de veículo (Caminhonete Cabine Simples), cuja frota é composta de 1.329 (mil trezentos e vinte e nove) veículos adquiridos dos anos de 1994 a 2005 pela empresa. Apresentam-se na Tabela 01 as informações obtidas no ano de 2007 referentes à frota parcial selecionada.

Tabela 1. Frota Parcial da Empresa com Idades Médias Heterogêneas

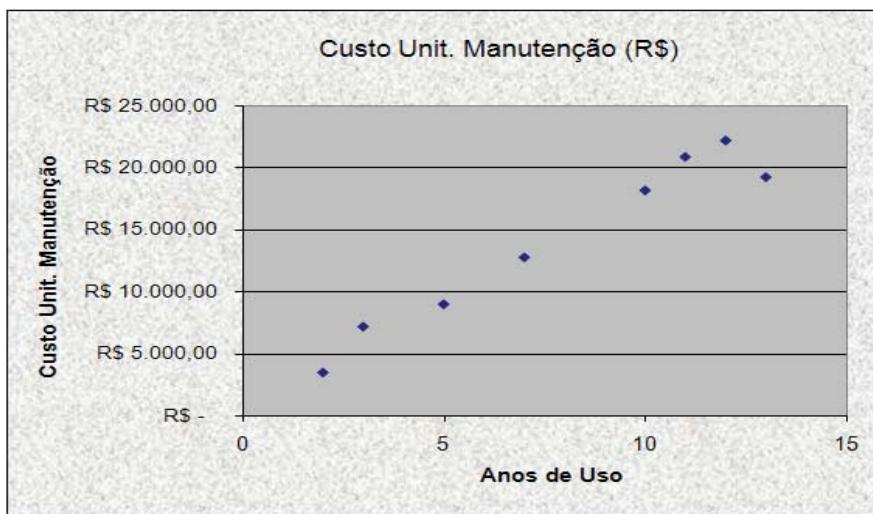
A	B	C	D	E	F	G
Ano	Tempo de Uso	Nº de veículos	Km Total	Média Km	Custo de manutenção (R\$)	Custo Unitário Manutenção (R\$)
1994	13	2	498.808	249.404	R\$ 38.388,97	R\$ 19.194,49
1995	12	128	25.071.605	195.872	R\$ 2.835.000,00	R\$ 22.148,44
1996	11	104	22.765.844	218.902	R\$ 2.166.170,71	R\$ 20.828,56
1997	10	167	36.606.342	219.200	R\$ 3.027.242,76	R\$ 18.127,20
2000	7	1	115.196	115.196	R\$ 12.725,30	R\$ 12.725,30
2002	5	127	16.505.421	129.964	R\$ 1.136.236,21	R\$ 8.946,74
2004	3	246	15.261.816	62.040	R\$ 1.757.237,32	R\$ 7.143,24
2005	2	554	19.373.264	34.970	R\$ 1.908.208,74	R\$ 3.444,42
TOTAIS		1329	136.198.296	102.482	R\$ 12.881.210,01	R\$ 9.629,41

Fonte: Elaboração própria baseada em dados da empresa pesquisada.

Dividindo-se o custo total de manutenção (coluna F) pela quantidade de veículos (coluna C), pôde-se calcular o custo unitário de manutenção (coluna G). Os resultados podem ser interpretados da seguinte forma: um veículo com ano de fabricação 1994, portanto, com treze anos de uso, está gastando em média R\$ 19.194,49. Um veículo 2004, três anos de uso e dez a menos que o de 1994, está gastando em média R\$ 7.143,24, e assim por diante.

Levando-se os resultados ao plano do Gráfico 02, onde o eixo das abscissas representa o número de períodos anuais de utilização e o eixo das ordenadas o custo de manutenção (em R\$), cria-se uma dispersão representativa dos custos de manutenção ao longo do tempo. Ajustando-se uma função contínua a esses pontos, consegue-se traçar a "curva de custo de manutenção" dos veículos dessa frota e estimar sua tendência ao longo dos anos.

Pode-se perceber a linha crescente de custo unitário de manutenção conforme os anos de uso. Feita essa análise inicial, foi realizado o processamento dos dados obtidos, identificando-se os custos totais e médios, e determinando-se o ponto econômico de substituição e vida útil econômica dos equipamentos de transporte. O ponto econômico de substituição ocorre quando o custo médio anual atinge seu menor valor. Com base nesse raciocínio, foram calculados os custos totais e médios anuais, apresentados na Tabela 02, a fim de determinar-se o ponto econômico de substituição da categoria Caminhonetes Cabines Simples, foco do estudo de caso.



Fonte: Elaboração própria baseada em dados da empresa pesquisada.

Gráfico 2. Dispersão dos Custos Unitários de Manutenção ao Longo dos Anos de Uso

Com base nos valores calculados, observa-se que o custo médio atinge seu valor mínimo próximo ao nono ano de uso, indicando que a substituição deverá ocorrer nesse período. Também se pode observar que a variação dos custos não é tão significativa quando próxima ao ponto econômico de substituição. Isso indica que o administrador dispõe de um tempo para substituição, que pode ser de quase um ano, para decidir pelo momento mais propício de renovação.

O Gráfico 03 mostra o ponto econômico de substituição. Conforme o CAUE, o menor custo total deve ser escolhido como o Ponto Econômico de Substituição. Como Eixo das Abscissas, têm-se a Quilometragem Acumulada, e, como Eixo das Ordenadas, os Valores em R\$ dos Custos da Frota.

Tabela 2. Custo Total e Custo Médio - Caminhonetes Cabines Simples

A	B	H	V	W	X	Y
Ano de Uso	Ano	Custo de Posse	Custo de Manutenção Norm.	Custo de Paralisação	Custo Total	Custo Médio
1	2007	10.764,26	1.414,00	0,00	12.178,26	12.178,26
2	2006	9.836,79	1.430,02	0,00	11.266,81	5.633,40
3	2005	8.989,23	1.446,22	0,00	10.435,45	3.478,48
4	2004	8.214,70	1.462,60	0,00	9.677,31	2.419,33
5	2003	7.506,91	1.479,17	0,00	8.986,08	1.797,22
6	2002	6.860,10	1.495,92	0,00	8.356,03	1.392,67
7	2001	6.269,02	1.512,87	0,00	7.781,89	1.111,70
8	2000	5.728,87	1.530,01	0,00	7.258,88	907,36
9	1999	5.235,26	1.547,34	0,00	6.782,60	753,62
10	1998	4.784,18	1.564,86	6.318,54	12.667,59	1.266,76
11	1997	4.371,97	1.582,59	5.812,55	11.767,11	1.069,74
12	1996	3.995,27	1.600,52	5.357,82	10.953,61	912,80
13	1995	3.651,03	1.618,65	4.949,03	10.218,71	786,05
14	1994	3.336,45	1.636,98	4.581,43	9.554,87	682,49

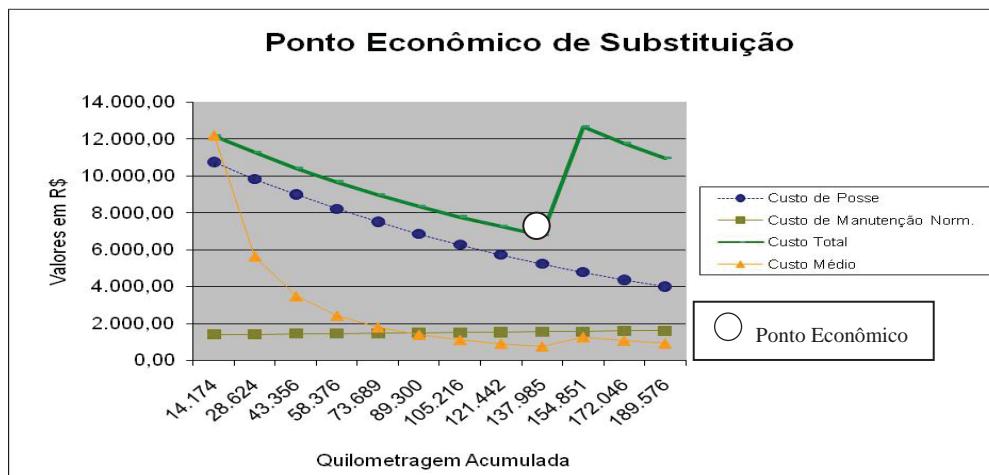
Fonte: Elaboração própria baseada em dados da empresa pesquisada.

A partir do ponto econômico de substituição definido no Gráfico 03, utilizou-se a interpolação aritmética para calcular os três parâmetros utilizados na definição do lote econômico de substituição da categoria “caminhonete cabines simples”. Os parâmetros utilizados foram: (1) quilometragem acumulada; (2) ano de fabricação; e (3) custo de manutenção por quilômetro. Desse modo, constatou-se que, no ponto econômico de substituição, o veículo terá uma quilometragem acumulada de 144.470 km.

Levando-se o valor da quilometragem acumulada no ponto econômico de substituição (144.470 km) ao Gráfico 03, observa-se que o mesmo situa-se entre o nono e o décimo ano de uso do veículo. Nesse caso, isso corresponde aos veículos com ano de fabricação 1999 e 1998. A decisão de substituir pode oscilar alguns meses em torno do ponto econômico de substituição, portanto, por segurança, optou-se pelo maior ano de fabricação (veículos mais novos) para o ponto econômico de substituição. Nesse caso, o ano de fabricação do ponto econômico de substituição selecionado foi 1999.

Ademais, para o cálculo do custo de manutenção por quilômetro, dividiu-se o custo de manutenção pela quilometragem média anual por veículo, o que resultou em R\$ 0,090 / KM. É importante considerar que a oscilação dos custos em torno do ponto econômico de substituição é normalmente muito pequena. Assim, considerando-se o lapso de tempo que ocorre até a substituição física propriamente dita, estima-se que os veículos que serão substituídos estarão com um custo de manutenção por quilômetro próximo ao do ponto econômico.

Com base nos parâmetros de substituição calculados, dentre a frota analisada de 1.329 veículos, verificando-se apenas o parâmetro de quilometragem acumulada, deveria-se substituir 378 veículos, sendo que as datas de aquisição variam de 1994 a 2002. Considerando-se o ano de fabricação, 401 veículos deveriam ser substituídos, pois possuem datas de aquisição igual ou menor que 1999. Para custo de manutenção por quilômetro, 669 veículos devem ser substituídos. Caso a empresa considere todos os itens para substituição, 143 veículos deverão ser substituídos, ou seja, 11% de sua frota não atende às condições de economia que a metodologia apresenta, e podem estar gerando prejuízos. Desta forma, utilizando-se os mesmos procedimentos para as demais categorias e subcategorias que compõem a frota, pode-se definir o conjunto de veículos a substituir, o qual se denomina “lote econômico de substituição”.



Fonte: Elaboração própria baseada em dados da empresa pesquisada.
Gráfico 3. Ponto Econômico de Substituição - Caminhonetes Cabines Simples

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As empresas devem cada vez mais se preocupar com a geração de informações que possam subsidiar os tomadores de decisão acerca das mais eficientes e eficazes formas de gerir tanto seus custos quanto seus recursos. Os processos de renovação de frota de uma empresa exigem informações cada vez mais objetivas e apuradas, pois envolvem tanto a aplicação de grande quantia de recursos, quanto à preocupação com possíveis desperdícios. Esses processos podem ser responsáveis por significativos ganhos de escala, ou com suas respectivas perdas.

Na pesquisa apresentada, a partir da definição de parâmetros a serem utilizados para a decisão de substituição de veículos, possibilitou-se elaborar a composição do lote econômico de substituição que possa trazer o máximo retorno possível aos investimentos da empresa estudada, considerando-se a avaliação da viabilidade econômica do projeto. O ponto econômico de substituição ocorre quando o custo médio anual atinge seu menor valor. Desse modo, foram calculados os custos totais e médios anuais, a fim de se determinar o ponto econômico de substituição da categoria “Caminhonetas Cabines Simples”, foco do estudo de caso.

Ressalta-se a importância da análise dos resultados obtidos por parte dos gestores, pois, por se tratar de uma análise quantitativa, é possível que o método utilizado indique veículos que, apesar de atenderem algum dos parâmetros de substituição, não devam ser substituídos. Ademais, para utilização do CAUE, são necessárias informações como valor do investimento ou aquisição; valor residual do veículo; custo de capital e custos operacionais. Apesar de apresentar-se como um dos métodos mais confiáveis para definição do ponto ótimo de substituição, o método apresenta algumas limitações, sendo a maior delas a indisponibilidade de informações ou informações com pouca confiabilidade.

Além disso, por envolver elevados orçamentos de investimento, a renovação de frota é um assunto geralmente difícil de ser tratado nas empresas. Um ponto que merece destaque está relacionado ao valor residual do veículo. Os valores de mercado dos veículos estudados foram levantados por meio de informações de sites especializados, porém, sua venda é feita geralmente em leilões, com grandes variações nos preços de venda.

Ademais, propõem-se estudos complementares para que o processo de substituição de veículos seja otimizado, tais como: estudos de adequação de frota; estudos de manutenção; estudos de dimensionamento; levantamento de custos operacionais de frotas específicas do setor de energia; e comparação entre aquisição e locação de veículos.

REFERÊNCIAS

- Alvarenga, A. C.; Novaes, A. G. (2000) **Logística Aplicada: suprimento e distribuição física**. 3ed. São Paulo: Edgard Blucher.
- Ballou, R. H. (2001) **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. 4ed. Porto Alegre: Bookman.
- Borgert, A.; Hunttemann, E. S.; Schultz, C. A. (2006) **Custo anual uniforme equivalente (CAUE) aplicado à avaliação de veículos populares**. In: XXVI ENEGEP. Fortaleza.

- Casarotto Filho, N.; Kopittke, B. H. (2000) **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 9ed. São Paulo: Atlas.
- Cooper, D. R.; Schindler, P. S. (2003) **Métodos de pesquisa em administração**. 7ed. Porto Alegre: Bookman.
- Dias, M. S.; Mattos, J. R. L. (2002) **Avaliação prospectiva da geração de energia elétrica no Mundo e no Brasil**. In: IX Congresso Brasileiro de Energia. Rio de Janeiro.
- Freitas, S. C. (2002) **Adaptação de um jogo de empresas para o ensino de análise de investimentos**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). UFSC, Florianópolis.
- Hirschfeld, H. (1989) **Engenharia econômica e análise de custos: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores**. 4ed. São Paulo: Atlas.
- Lakatos, E. M. (2004) **Metodologia Científica**. 4 ed. São Paulo: Atlas.
- Lima, A. A., (2002) **Uma Metodologia para determinação do ponto econômico de substituição de equipamentos de transporte**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). UFSC, Florianópolis.
- Lima Netto, R. P. (1978) **Curso Básico de Finanças**. São Paulo: Saraiva.
- Oliveira, M. D. M. (2000) **Custo Operacional e ponto de renovação de tratores agrícolas de pneus: Avaliação de uma frota**. Dissertação de Mestrado. Piracicaba: Universidade de São Paulo.
- Ross, S. A.; Westerfield, R. W.; Jordan, B. D. (1998) **Princípios de Administração Financeira**. São Paulo: Atlas.
- Santos, L. F. B. (2004) Análise da Taxa Mínima de Atratividade em Ambientes Logísticos. **Revista de Ciências Empresariais, Políticas e Sociais**. ISSN 1413-0408. Canoas: ULBRA.
- Slack, N.; Chambers, S.; Harland, C.; Harrison, A.; Johnston, R. (1997) **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas.
- Stickney, C. P.; Weil, R. L. (2001) **Contabilidade Financeira: Uma Introdução aos Conceitos, Métodos e Usos**. São Paulo: Atlas.
- Valente, A. M.; Passaglia, E.; Novaes; A. G. (1997) **Gerenciamento de transporte e frotas**. São Paulo: Pioneira.
- Velho, P. R. A. C. (1997) **Renovação de frota em uma empresa de transporte coletivo intermunicipal de passageiros: um estudo de caso**. Universidade Federal de Santa Maria.

Vey, I. H.; Rosa, R. M. (2003) **Substituição de frota em empresa de transporte municipal de passageiros: um estudo de caso.** IX Convenção de Contabilidade do Rio Grande do Sul. Gramado.

Weston, J. F., Brigham, E. F. (2000) **Fundamentos de Administração Financeira.** São Paulo: Makron Books.