

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS**

**Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás**

**PÓS-GRADUAÇÃO (*LATO-SENSU*) EM GERENCIAMENTO DE  
SEGURANÇA PÚBLICA**

Mauro Rosa

**DETERMINAÇÃO DO MOMENTO ADEQUADO PARA RENOVAÇÃO  
DE VIATURA DE RESGATE NO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR  
DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO BASEADO EM CRITÉRIOS  
ECONÔMICOS**

Goiânia - GO

2013

Mauro Rosa

**DETERMINAÇÃO DO MOMENTO ADEQUADO PARA RENOVAÇÃO  
DE VIATURA DE RESGATE NO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR  
DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO BASEADO EM CRITÉRIOS  
ECONÔMICOS**

Artigo apresentado em cumprimento às exigências para a obtenção do título de Especialista em Gerenciamento em Segurança Pública no Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Gerenciamento de Segurança Pública sob orientação do Prof. Me. Luiz Antônio da Silva.

Goiânia - GO

2013

# UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS

Mauro Rosa

## **DETERMINAÇÃO DO MOMENTO ADEQUADO PARA RENOVAÇÃO DE VIATURA DE RESGATE NO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO BASEADO EM CRITÉRIOS ECONÔMICOS**

Artigo apresentado em cumprimento às exigências para a obtenção do título de Especialista em Gerenciamento em Segurança Pública no Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Gerenciamento de Segurança Pública sob orientação do Prof. Me. Luiz Antônio da Silva.

Avaliado em \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

Nota Final: (    ) \_\_\_\_\_

---

LUIZ ANTÔNIO DA SILVA – Prof. Me.

Goiânia - GO

2013

# DETERMINAÇÃO DO MOMENTO ADEQUADO PARA RENOVAÇÃO DE VIATURA DE RESGATE NO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO BASEADO EM CRITÉRIOS ECONÔMICOS

ROSA, Mauro (mauro.rosa@bombeiros.es.gov.br)<sup>1</sup>

## RESUMO

Este artigo apresentou uma metodologia utilizada para determinação do momento ideal de substituição de veículos por meio de critérios econômicos. Foi realizado um estudo de caso em uma tipologia de veículos do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Espírito Santo (CBMES), por meio de pesquisa de natureza exploratória e quantitativa, desenvolvida a partir do levantamento bibliográfico. Na pesquisa realizou-se um levantamento de dados e informações relacionadas com os principais componentes de custos operacionais da frota e indispensáveis para o desenvolvimento do assunto. Foram utilizados os métodos do custo anual equivalente e análise pela matemática financeira, que auxiliaram na decisão racional e fundamentada para indicação do período de renovação que resulta em ganhos econômicos, evitando assim a substituição baseada em experiências empíricas.

**Palavras-chave:** Resgate. Renovação de frota. Bombeiros.

## ABSTRACT

*This article presented a methodology used to determine the optimal time to replace vehicles based on economic criteria. A case study was conducted on a typology of vehicles from the Military Fire Department of the State of Espírito Santo (Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Espírito Santo - CBMES), through research of exploratory and quantitative nature, developed from literature review. Research of data and information related to the main components of the operational costs of the fleet was conducted, essential for the development of the subject. The equivalent annual cost and mathematical finance analysis methods were used, which assisted in the rational and informed decision-making process for indication of the renewal period that results in economic gains, thus avoiding vehicle replacement based on empirical experience.*

**Keywords:** Rescue. Fleet renewal. Firefighters.

---

<sup>1</sup>Pós-graduando do Curso de Especialização em Gerenciamento de Segurança Pública da Universidade Estadual de Goiás – UEG.

## INTRODUÇÃO

Os veículos automotores do Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo (CBMES) são de fundamental importância para o desempenho de suas atividades, pois são empregados em praticamente todos os atendimentos. Para o exercício de algumas atividades operacionais existe a necessidade de adaptá-los com características técnicas específicas para o melhor desempenho da tarefa, tais como o de Atendimento Pré-Hospitalar (APH), denominado na Corporação de viatura de resgate, que tem por objetivo socorrer vítimas de trauma, assistência em partos, atendimento de casos clínicos, acidentes de trânsito, quedas, ferimentos por arma branca e de fogo, queimaduras, intoxicações, afogamentos, entre outros (CBMES, 2013).

De acordo com um levantamento feito junto ao banco de dados do Centro Integrado Operacional de Defesa Social (CIODES) da Secretaria de Estado da Segurança Pública, o APH representou 52,60% em 2012 e 51,81% em 2013<sup>2</sup> do total de ocorrências do CBMES, revelando a elevada importância da atividade na Corporação. A viatura é classificada como de uso dedicado, ou seja, utilizada em uma função específica para este tipo de ocorrência e está fortemente integrada ao processo da atividade-fim, tornando-se indispensável no alcance da missão institucional. Deve assim ensejar confiabilidade, pois sua indisponibilidade torna quase que impraticável a execução do atendimento de forma eficiente e em tempo hábil.

Atualmente o CBMES emprega apenas critérios econômicos pontuais para realização de baixa patrimonial de veículos de resgate, não analisando o histórico de custos ao longo dos anos. Como não há uma política fundamentada de renovação da frota, foi estipulado de forma empírica o prazo máximo de utilização/substituição em 10 anos. A determinação deste período teve como base a experiência da equipe de manutenção da Corporação, levando-se em consideração que em torno deste momento o rendimento do veículo passa a ser muito precário, causando um excesso de interrupções/intervenções devido à manutenção ou panes, com maiores custos de reparos.

Aguardar a chegada do prazo empírico de substituição é altamente arriscado, pois justamente em torno deste período que temos falta de confiabilidade e excesso de indisponibilidade, com maior probabilidade de ocorrer uma pane justamente no momento em que uma vítima precisa de atendimento, podendo acarretar danos irreparáveis, que podem

---

<sup>2</sup> Contabilizado até outubro.

fazer a diferença entre a vida e a morte de uma pessoa, além da possibilidade de comprometer seriamente a imagem da Corporação.

Geralmente o aumento de custos de um veículo ou queda no seu rendimento ocorre de forma gradativa, sendo necessário acompanhar o histórico de funcionalidade visando prever o momento em que sua utilização deixa de ser econômica ou não enseja confiabilidade, antecedendo assim a sua troca. Um critério econômico de substituição, por ser quantitativo, remete a uma facilidade de decisão objetiva sobre a substituição. Tende, em alguns casos, a englobar fatores qualitativos, pois a partir do momento em que o custo para manter um veículo em operação se torna antieconômico, maiores serão os gastos com manutenção, resultando normalmente em um aumento da probabilidade de pane e tempo de indisponibilidade, ensejando assim na falta de confiabilidade.

Deste modo, o presente estudo tem por objetivo propor uma metodologia fundamentada para determinação do momento adequado de substituição do veículo de resgate no CBMES, baseada em critérios econômicos, por meio da aplicação de um modelo quantitativo que permita identificar e mensurar os fatores envolvidos na tomada de decisão.

Outros fatores de relevância para o estudo será dotar o CBMES de mais uma ferramenta para auxiliar a atingir uma das metas do seu planejamento estratégico vigente de “atualizar e implementar o plano de renovação de frota”, que demanda grande parcela de investimento e servir como mais uma pesquisa de gestão no serviço público visando preencher a carência de bibliografia especializada no assunto.

## **REVISÃO DA LITERATURA**

### **Renovação de frota**

Há vários critérios que podem ser adotados como parâmetro de renovação de frota em uma instituição, sendo que no referido estudo foi dado ênfase apenas aos fatores econômicos. O Decreto nº 1.110-R estabelece que:

Art. 12. Para os fins deste Decreto, considera-se:

[...]

III. **BAIXA PATRIMONIAL** a operação em que o bem patrimonial obsoleto, inutilizado, extraviado, **de utilização ou recuperação antieconômica**, destruído,

em desuso ou alienado é excluído do estoque ou do cadastro patrimonial e, contabilmente, gera registro de diminuição do saldo da conta patrimonial.

[...]

Art. 13. Quanto à utilidade, os bens patrimoniais em relação à repartição, órgão ou entidade que detém sua posse ou propriedade, serão classificados como:

[...]

II. **inservíveis** - quando o bem não tem mais utilização para a repartição, órgão ou entidade que detém a sua posse, em decorrência de ter sido considerado:

[...]

c. **antieconômico** - quando sua manutenção for onerosa, ou seu rendimento precário, em virtude do uso prolongado, desgaste prematuro, obsolescência ou em razão da inviabilidade econômica de sua recuperação; e

[...]

§ 1º **O bem patrimonial será classificado como antieconômico ou irrecuperável com base em laudo que diagnostique as suas condições e avalie a inviabilidade de sua recuperação e/ou reintegração ao uso.**

§ 2º **A reforma ou recuperação dos bens patrimoniais somente será considerada viável se a despesa for de, no máximo, 50% (cinquenta por cento) do valor do bem no mercado**, salvo na hipótese em que a análise do custo/benefício seja plenamente justificável. (ESPÍRITO SANTO, 2002, grifo nosso).

Os critérios antieconômicos pontuais de baixa patrimonial/inservibilidade descritos são fáceis de serem assimilados, tais como despesa de reforma ou recuperação que ultrapasse 50% do valor de mercado. Entretanto, outros critérios citados tais como manutenção onerosa (distribuída em um período), rendimento precário ou análise de sua utilização antieconômica necessitam de um estudo mais aprofundado visando avaliar a vida econômica do bem, permitindo assim tomar uma decisão fundamentada para determinar o momento de baixa patrimonial e sua conseqüente substituição. De acordo com o Plano Diretor de Transportes do Ceará (2007, p. 30), um dos motivos para não se cumprir um programa de renovação de frota nas organizações é a inexistência de um plano tecnicamente apoiado em um estudo.

Na definição de Blank & Tarquin (2008, p. 386), “um estudo de substituição, geralmente, é idealizado, primeiramente, para se tomar à decisão econômica de manter um equipamento ou substituí-lo”. Para que ocorra a substituição, é preciso que seja comprovado por meio de subsídios técnicos que o novo equipamento preenche as características técnicas e econômicas mínimas do equipamento substituído.

No caso do CBMES, quando é realizada a baixa patrimonial de um veículo, o mesmo é leilado e o dinheiro arrecadado é revertido novamente para a conta de um fundo de reequipamento criado para suprir a Corporação de equipamentos e condições indispensáveis à execução de suas atividades constitucionais, podendo assim, ser reinvestido na frota. Por isso, é de suma importância a análise da possibilidade de continuar com o veículo ou vendê-lo para aquisição de um novo, sempre considerando os custos para operá-lo e empregando os preceitos técnicos adotados na engenharia econômica, aplicando uma análise comparativa.

Segundo Ehrlich & Moraes (2013, p. 1), engenharia econômica fundamentalmente envolve formular, estimar e avaliar os resultados econômicos quando existem alternativas disponíveis para comparação, simplificando a análise e utilizando-se de critérios quantitativos. Consiste em agrupar valores econômicos específicos em fluxos de caixa estimados ao longo durante um determinado intervalo de tempo.

### **Vida útil e vida útil econômica**

Os bens, como equipamentos, instalações e veículos, desgastam-se com o uso. Com o passar do tempo, o desgaste acaba por comprometer a função do qual desempenha. O conceito de vida útil é definido por Alvarenga & Novaes (2000, p. 106) como o “tempo máximo que se pode utilizar um bem, a partir do qual é necessária sua substituição devido à incapacidade de realizar o serviço do qual é destinado”.

A determinação do período de vida útil de um bem depende de como ele é utilizado e mantido, e é de fundamental importância estimar um prazo no estudo. Mesmo após sua vida útil, um bem pode ainda possuir um valor denominado valor residual ou Valor Residual Final (VRF). De acordo com o manual de contabilidade aplicada ao setor público da Secretaria do Tesouro Nacional (BRASIL, 2009, p. 52), o valor residual é definido como “valor estimado que a entidade obteria com a venda do ativo, caso o ativo já tivesse a idade, a condição esperada e o tempo de uso esperados para o fim de sua vida útil”. O período entre sua aquisição até o fim da vida útil é denominado ciclo-de-vida. Dentro deste período é que o equipamento desempenha suas funções, podendo alternar os níveis de segurança, produtividade e economicidade.

Já a vida útil econômica “é o número  $n$  de anos em que o valor uniforme equivalente dos custos é mínimo, considerando-se as estimativas de custos mais atuais, durante todos os anos em que o ativo possa oferecer o serviço” (BLANK; TARQUIN, 2008, p. 391). É o período de utilização dentro do ciclo-de-vida após o qual não é economicamente viável a sua permanência como ativo, não significando como tempo de duração do bem.

A vida útil adotada pelo CBMES para os veículos de resgate é de 10 anos enquanto a determinação da vida útil econômica é o objeto deste estudo. Segundo o Plano Diretor de Transportes do Ceará (2007, p. 13), a “renovação da frota se baseia no conceito clássico denominado vida útil econômica que compreende o momento quando o custo médio anual

adotado for mínimo”. Estes custos assumem grande relevância na metodologia, devem assim ser identificados e mensurados para a determinação do momento de substituição.

## **Custos**

Segundo Caixeta Filho & Martins (2001, p. 154), custo é o desembolso que está diretamente relacionado à execução efetiva de um serviço. Os custos envolvidos que determinam a decisão de manter o veículo em atividade são descritos como custos operacionais, e visam fornecer uma base quantitativa no intuito de determinar e controlar os gastos que possam auxiliar a prever o período a partir do qual se torna oneroso sua operação.

Alguns custos necessitam de um controle mais apurado, sendo indispensável sua identificação e mensuração. Para Valente *et al.* (2012, p.129 e 174), um sistema eficaz de controle de custos permite a tomada de melhores decisões e o exato conhecimento dos custos operacionais é indispensável no sucesso da determinação da hora certa de renovar a frota.

Os custos operacionais podem ser classificados em indiretos e diretos. Segundo Valente *et al.* (2012, p. 131), “custos indiretos são os custos necessários para manter o sistema de transporte da empresa e que não permitem uma correspondência direta com os serviços executados”. São de difícil associação à produtos ou serviços específicos, podendo citar como exemplos: custos com pessoal, água, energia, entre outros.

Já os custos diretos, segundo Caixeta Filho & Martins (2001, p. 154), são aqueles que podem ser relacionados diretamente com os serviços oferecidos ou produtos fabricados, podendo assim mensurar de forma simples e objetiva seu consumo.

Os custos diretos podem ser divididos em duas categorias: fixos ou variáveis. Para Valente *et al.* (2012, p. 130), os custos fixos “englobam o conjunto dos gastos, cujo valor, dentro de limites razoáveis de produção, não varia em função do nível de atividade da empresa ou grau de utilização do equipamento”. No caso de veículos, correspondem às despesas operacionais que não variam com a distância percorrida, isto é, continuam existindo ainda que o mesmo fique parado. Cita-se como exemplos a depreciação, a oportunidade de capital, o licenciamento, seguro do veículo e de responsabilidade civil facultativo, entre outros.

Alvarenga & Novaes (2011, p. 4) definem os custos variáveis como aqueles proporcionais à utilização e correspondem às despesas que variam com a quilometragem

percorrida, ou seja, que inexistem caso o veículo permaneça parado. Cita-se como exemplos as despesas com peças e serviços (manutenção), combustível, pneus e lubrificantes.

## **Depreciação**

Segundo a Norma Brasileira de Contabilidade T.16.9 descrita pelo Conselho Federal de Contabilidade (CFC, 2008), “depreciação é redução do valor dos bens tangíveis pelo desgaste ou perda de utilidade por uso, ação da natureza ou obsolescência”. Este custo é um dos componentes na determinação do custo operacional, constituindo um custo fixo.

A Lei nº 4.320 (BRASIL, 1964) não prevê por parte dos órgãos da administração pública direta a obrigatoriedade de cálculo da depreciação para os ativos em seu poder. A legislação brasileira estabelece certos critérios de depreciação, com o objetivo de evitar manobras que possibilitem as empresas de obterem benefícios fiscais. Devido à ausência de efeitos fiscais no CBMES, a metodologia é distinta das empresas privadas que obtém vantagens devido ao incentivo fiscal alocado como despesa. A referência disponível para depreciação é a Instrução Normativas da Secretaria da Receita Federal de nº 162 (BRASIL, 1998), que consideram uma depreciação linear na taxa de 25% ao ano, com vida útil de 04 anos para “veículos automóveis para usos especiais”.

## **Custo de oportunidade de capital**

A Corporação poderia renunciar comprar um novo veículo e obter benefícios econômicos a partir da renda gerada em alguma aplicação alternativa a uma determinada taxa, definida por muitos autores como Taxa Mínima Atrativa (TMA), que normalmente é associada a um baixo risco e alta liquidez. Este benefício é conceituado como “oportunidade renunciada” ou “custo de oportunidade do capital”.

Há divergências na definição de custo de oportunidade, diferindo pela análise contábil ou econômica, sendo esta última o enfoque adotado na metodologia proposta. Segundo Valente *et al.* (2012, p. 147) “os custos de propriedade de um veículo não se limitam à sua desvalorização por desgaste ou obsolescência. Incluem também a remuneração do capital empregado, conhecida como custo de oportunidade”. Os valores destes custos são os rendimentos da TMA sobre o valor do investimento para aquisição do veículo.

## **Manutenção**

Para Valente *et al.* (2012, p. 200), o conceito de manutenção é definido como o “conjunto de medidas e operações que tem como objetivo manter os veículos em condições adequadas de uso, de modo a evitar problemas que resultem em reparos e no comprometimento técnico, econômico e de segurança da frota”. Ainda segundo os autores a manutenção pode ser dividida em quatro etapas: preventiva, corretiva, de operação e reforma.

Como a vida útil de um veículo pode ser prorrogada indefinidamente, os custos de manutenção se tornam estratégicos, assumindo assim alta relevância na determinação do momento em que se torna antieconômico mantê-lo em uso. Alvarenga & Novaes (2011, p. 107) citam que:

No início da vida útil, os custos de manutenção são pequenos. À medida que o equipamento vai ficando velho, as despesas com manutenção vão aumentando significativamente. Aparecem problemas mecânicos, torna-se necessário num certo momento fazer a retífica do motor, e mesmo a carroceria começa a apresentar sinais de desgaste e deterioração. Quando isso ocorre com intensidade, o custo excessivo de manutenção pode superar de muito a economia de capital que se poderia obter a partir da utilização do equipamento por um período mais longo.

Uma boa gestão da manutenção diminui os custos, que acabam por influenciar o processo de renovação, prolongando a vida útil do veículo. Por isso, Valente *et al.* (2012, p. 151) recomendam que “para determinar a vida útil de um equipamento, é fundamental pesquisar e estabelecer uma política para sua manutenção”.

Entretanto, algumas frotas são diferenciadas e exigem alta confiabilidade e desempenho. Com o passar do tempo, mesmo com um controle rigoroso de manutenção, os veículos acabam trazendo prejuízo na cadeia de gestão de transporte, pois maiores serão as suas indisponibilidades e custos de manutenção. Quando mais um veículo se aproxima do fim de sua vida útil, mais frequentes e longas são as paralisações, causando baixa eficiência e maior probabilidade de interrupção na prestação de serviço.

## **METODOLOGIA**

A metodologia empregada é um estudo de caso em uma tipologia de veículo do CBMES, por meio de pesquisa de natureza exploratória e quantitativa, desenvolvida a partir do levantamento bibliográfico e pesquisa de campo, proporcionando a base teórica para fundamentação do trabalho. A pesquisa de campo foi necessária para o levantamento de dados

e informações relacionadas com os principais componentes de custos operacionais para avaliação do momento econômico ideal de renovação.

A pesquisa foi realizada com 03 amostras da frota, sendo feito a escolha por diferentes marcas, modelos, ano de fabricação e áreas de atuação, para verificar a aplicabilidade em um universo mais abrangente de dados, visando melhor análise do método proposto.

### Coleta de dados

Os valores de aquisição foram obtidos na seção de patrimônio e os valores residuais finais foram obtidos junto à seção de manutenção do CBMES, sendo realizada a média aritmética simples dos seguintes valores apurados: preço em revenda do ramo, publicação em jornal de grande circulação no Estado e levantamento junto à Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE, 2013). Apesar de um veículo de leilão possuir um valor de revenda abaixo do mercado, espera-se que este decréscimo possa ser compensado pelo interesse na adaptação que o mesmo sofreu ao serviço de resgate e que não foi contabilizado nas coletas de preço. Todos os dados coletados e os resultados obtidos foram agrupados na tabela 1:

**Tabela 1** – Dados dos veículos a serem analisados

Marca	Modelo	Ano de fabricação	Valor de aquisição (R\$)	Valor residual (R\$)
Mercedes Benz	Sprinter	2002	55.672,00	29.817,00
Iveco	Daily	2005	113.200,00	47.213,00
Ford	Transit	2009	131.778,00	57.008,55 <sup>3</sup>

Fonte: CBMES, adaptado pelo autor (2013)

Para o cálculo da vida útil econômica foi preciso reconhecer os valores do dinheiro em suas épocas utilizando-se de uma TMA para atualização monetária, visando ajustar quaisquer valores originais para determinada período, pois na engenharia econômica não se soma ou subtrai quantias que não estejam na mesma data. O valor da taxa adotada foi a indexação média no período de análise dos veículos, e tendo como parâmetro o valor percentual de Variação da Referência do Tesouro Estadual do Estado do Espírito Santo (VRTE), criada pelo artigo 2º da lei nº 6.556 (ESPÍRITO SANTO, 2000), traduzindo a variação do poder aquisitivo da moeda nacional. Os dados coletados foram agrupados na tabela 2:

<sup>3</sup> Como o veículo ainda não atingiu o término da vida útil, este valor servirá de parâmetro para o cálculo do VRF no prazo previsto de 10 anos.

**Tabela 2** – Taxa mínima atrativa

ANO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
TAXA (%)	9,10	6,86	6,36	3,64	3,30	6,39	4,17	5,20	6,97	5,45	5,84

Fonte: Secretaria da Fazenda do Estado do Espírito Santo, adaptado pelo autor (2013)

Foram levantados junto a Seção de Transporte do CBMES a quilometragem percorrida ao ano por veículo e os custos com manutenção, excetuando-se os relativos à acidentes, sendo os dados descritos na tabela 1 do anexo A.

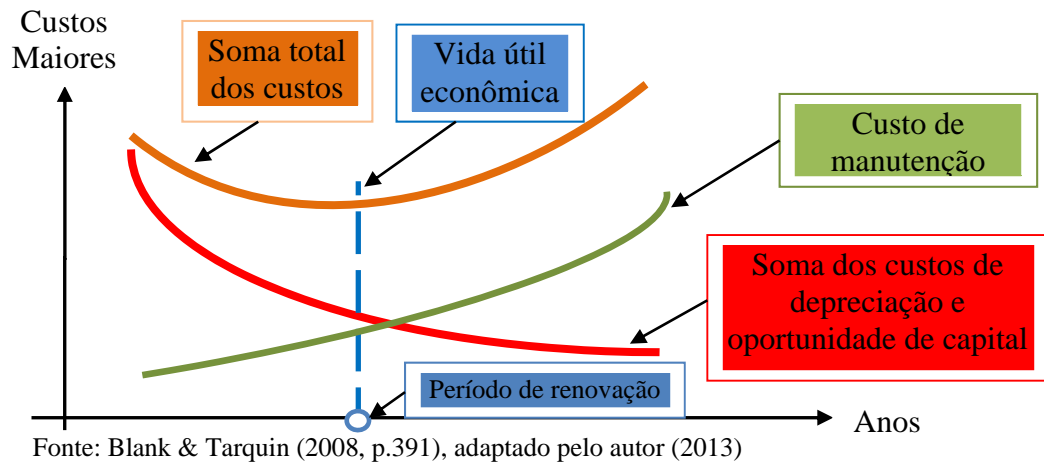
### Métodos de renovação da frota

Existem vários métodos para fundamentar a substituição de um ativo sujeito à depreciação. Blank & Tarquin (2008, p. 216) citam os métodos do Valor Presente (VP) e Valor Anual (VA). Alvarenga & Novaes (2000, p. 111) citam o método clássico. Casarotto Filho & Kopittke (2010, p. 95) citam o método do Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE) e Método da Taxa Interna de Retorno (TIR). Valente *et al.* (2012, p. 226) citam o método simplificado e análise pela matemática financeira.

Diante de tantos métodos de substituição, cabe a cada instituição avaliar qual é o mais adequado, em função da tipologia de frota e da variação dos custos que irão compor o fluxo de caixa. Para Blank & Tarquin (2008, p. 216), “o método VA apresenta vantagens, quando comparado com o valor presente, o valor futuro e a taxa de retorno, pois é fácil de ser compreendido por qualquer pessoa familiarizada com montantes anuais”. Consiste na análise de investimento considerando os custos anuais e utiliza a transformação de um fluxo de caixa irregular em uma série uniforme equivalente utilizando uma TMA, onde são considerados apenas os custos e excluindo as receitas, obtendo assim o custo total anual.

Com o passar do tempo o custo de manutenção tende a aumentar e o de depreciação e oportunidade de capital a diminuir. Por meio deste método, adotamos que a vida útil econômica se encerra no período que o custo total (oportunidade de capital, depreciação e manutenção), devidamente ajustados no tempo, atingem o mínimo, conforme pode-se visualizar na figura 1:

**Figura 1** – Método VA: Curvas dos valores anuais de elementos que determinam a vida útil



O método VA apresenta um formato facilitador para verificação do momento de substituição. Como equaciona os custos totais em forma de fluxo de caixa a valor presente, permite uma comparação imediata entre os períodos. O referido método é muito útil em uma frota em que o tempo/indisponibilidade para manutenção não afeta o rendimento do veículo.

Valente *et al.* (2012, p. 238) descrevem a análise matemática financeira, que pode ser considerada uma forma complementar do método VA, uma vez que também se calcula o valor anual equivalente dos custos do veículo, mas divide pela quilometragem percorrida, obtendo assim o custo por quilômetro rodado. Este método simplesmente utiliza dados já levantados no método VA para avançar na análise do rendimento da frota, sendo possível avaliar, por exemplo, como as intervenções para manutenção (programada ou não) afetam a produtividade ou mesmo para um comparativo de custos relacionados com a quilometragem percorrida.

Pelos motivos elencados, foram adotados os dois métodos para um melhor estudo comparativo, tomando como parâmetro que a vida útil econômica se encerra no período que o custo total de Valor Anual (VA) uniforme equivalente ou  $VA/km$ , ajustados no tempo, atingem o mínimo. O custo de depreciação e perda de oportunidade de capital devem ser convertidos a valores presentes e transformados em valores anuais uniformes equivalentes. Os custos de manutenção anual também devem ser referenciados à valores presentes, mas a distribuição uniforme no decorrer dos anos é referenciada em relação ao montante acumulado no período.

Para aplicação dos métodos propostos é preciso descrever algumas equações e fatores que são bastante referenciados em cálculos de análise financeira. Também é necessária a introdução dos termos “*P*” para designar o valor ou quantidade de dinheiro em um tempo designado como o presente, “*F*” como valor ou quantidade de dinheiro em algum tempo

futuro, “ $A$ ” como série de montantes consecutivos, iguais e em fim de período, “ $i$ ” como taxa de juros ou taxa de retorno em determinado período e “ $t$ ” como tempo declarado em períodos.

Blanck & Tarquin (2008, p. 50) citam o Fator de Valor Presente (*FVP*) ou fator  $P/F$  e o Fator de Valor Futuro (*FVF*) ou fator  $F/P$ . O primeiro determina o valor presente, dado o valor  $F$ , e o segundo calcula o valor futuro, dado o valor  $P$ , ambos depois de  $n$  anos. Ainda segundo os autores (2008, p. 58) temos o Fator de Recuperação de Capital (*FRC*) ou fator  $A/P$ , que calcula o valor anual uniforme equivalente  $A$  no período de  $n$  anos para um dado valor  $P$  no ano 0 (zero). Casarotto Filho & Kopittke (2010, p. 18) citam o Fator de Amortização (*FFA*) ou fator  $A/F$ , que calcula o valor anual uniforme equivalente  $A$  no período de  $n$  anos para um dado valor futuro  $F$ .

Estas representações facilitam a análise do fluxo de caixa e a tarefa de interpretação dos dados no processo decisório. A notação padrão adotada na matemática financeira inclui o símbolo da função financeira, a taxa de juros e o número de períodos (considerado anual na metodologia adotada). Ela é apresentada na forma geral  $(X/Y, i, n)$ .  $X$  representa aquilo que é procurado e  $Y$  aquilo que é dado. Cita-se como exemplo a notação  $(P/F, 10\%, 5)$  que representa o FVP usado para calcular o valor presente quando dado um montante futuro, a uma taxa de 10% em 5 períodos.

Os valores de *FVP*, *FRC* e *FFA* são funções financeiras que, dependendo das taxas, são tabeladas, sendo que para aplicação prática do método pode-se recorrer a planilhas eletrônicas em Excel®. São também importantes para o reconhecimento de custos quando referenciado a um determinado tempo, onde suas notações e equações encontram-se na tabela 1 do anexo B.

### **Cálculo dos valores residuais**

A Instrução Normativa da Secretaria da Receita Federal de nº 162 (BRASIL, 1998) não reflete a realidade adotada no CBMES, já que os veículos não são depreciados como um elemento contábil, além do CBMES utilizar-se de uma vida útil de 10 anos com valor residual próximo ao praticado no mercado e comprovado por meio dos valores de revenda do último leilão realizado pela Corporação. A própria Secretaria do Tesouro Nacional (2009, p. 86) estabelece que fica a critério da entidade a definição dos percentuais e estimativas de vida útil a ser aplicada na depreciação.

Para o cálculo dos valores residuais foi preciso definir os métodos de depreciação. A Norma Brasileira de Contabilidade T.16.9 descrita pelo CFC (2008) recomenda a utilização dos métodos das quotas constantes, soma dos dígitos e das unidades produzidas. Casarotto Filho & Kopittke (2010, p. 146) e Ehrlich & Moraes (2013, p. 118) citam o método exponencial. Blanck & Tarquin (2008, p. 529) acrescentam o balanço declinante e declinante duplo.

Como não há parâmetros matemáticos que possam correlacionar as variáveis envolvidas no estudo a um determinado método, realizou-se uma média aritmética simples entre o valor praticado em revenda do ramo e valor levantado junto à Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE, 2013). Estes valores foram comparados com os resultados obtidos por meio da aplicação dos métodos recomendados pela Norma Brasileira de Contabilidade T.16.9 (CFC, 2008), sendo que a análise pela soma dos dígitos apresentou valores residuais com maior similaridade ao apurado na prática para o período de vida útil utilizado pelo CBMES, optando-se então por sua utilização.

Para aplicação deste método, Valente *et al.* (2012, p. 144) definem a equação (1) para o cálculo em qualquer ano  $n$  da depreciação ( $Dn$ ):

$$Dn = \left[ DT \times \left( \frac{N - n + 1}{\sum N} \right) \right] \quad (1)$$

O coeficiente  $DT$  corresponde à Depreciação Total do veículo, ou seja, a diferença entre o Valor de Compra ( $VC$ ) e o Valor Residual Final ( $VRF$ ). Ainda segundo os autores (2012, p. 144), o cálculo do valor do veículo para qualquer ano  $n$  ( $Vn$ ) é definido pela equação (2):

$$Vn = [VC - (D1 + D2... + Dn)] \quad (2)$$

Tendo como base a vida útil estimada e a partir do valor de aquisição (valor de compra) e valor residual no fim da vida útil, foi aplicado o método da soma dos dígitos e obtido a depreciação e os valores residuais ano a ano. Entretanto, o valor residual representa um valor futuro, sendo necessário transformá-lo em uma sequência anual uniforme ano a ano aplicando o fator  $FFA$ , obtendo assim o Valor Residual Uniforme ano a ano ( $VRUn$ ) conforme descreve a equação (3):

$$VRUn = Vn \left( \frac{A}{F}, i, n \right) \quad (3)$$

Os valores residuais e a sua sequência anual uniforme dos veículos foram agrupados na tabela 1 do apêndice A.

### **Custo de propriedade ou recuperação de capital**

Os custos de propriedade ou Recuperação de Capital ( $RC$ ) em um determinado ano compreendem o somatório dos custos referentes à depreciação total (diferença entre o  $VC$  e o  $Vn$  no referido ano) com as perdas de oportunidade de capital até o ano  $n$ , onde os mesmos devem ser convertidos em uma sequência anual uniforme conforme equação (4). Cabe salientar que  $VC$  se refere a valor presente e  $Vn$  a valor futuro, influenciado no fator a ser aplicado.

$$RC = \left\{ \left[ VC \left( \frac{F}{P}, i, n \right) - VC \right] + [VC - Vn] \right\} \left( \frac{A}{F}, i, n \right) \quad (4)$$

Também pode ser calculado pela diferença entre o custo anual uniforme do investimento inicial ( $VC$ ) e o valor residual uniforme do veículo ano a ano ( $Vn$ ). Os cálculos são definidos pela equação (5):

$$RC = VC \left( \frac{A}{P}, i, n \right) - Vn \left( \frac{A}{F}, i, n \right) = VC \left( \frac{A}{P}, i, n \right) - VRUn \quad (5)$$

Cabe salientar que a equação (5) apresenta maior facilidade de aplicação, pois envolve a utilização da sequência dos valores residuais uniformes já calculados, restando apenas o custo anual uniforme do investimento inicial. Os valores obtidos do custo anual uniforme do investimento e do custo de recuperação de capital por veículo foram agrupados na tabela 2 do apêndice A.

### **Custo de manutenção**

Os custos de manutenção anual foram referenciados à valores presentes aplicando o fator  $P/F$ , onde calculou-se o montante acumulado em um dado período e transformados com base na distribuição uniforme no decorrer dos anos da posse do bem, aplicando o fator de recuperação de capital. Não foram contabilizados no estudo os custos com taxas e impostos devido à isenção do CBMES de acordo com as Leis Estaduais nº 6.999 e nº 7.001 (ESPÍRITO

SANTO, 2001). Para o cálculo do custo de manutenção anual ( $CM$ ), utilizou-se das equações (6 ou 7), sendo os anos de análise variando de “ $j=1$  até o ano  $k$ ”:

$$CM = \left[ \sum_{j=1}^{j=k} CM_j \left( \frac{P}{F}, i, j \right) \right] \left( \frac{A}{P}, i, k \right) \quad (6)$$

ou

$$CM = \left[ \sum_{j=1}^{j=k} CM_j \left( \frac{F}{P}, i, j \right) \right] \left( \frac{A}{F}, i, k \right) \quad (7)$$

Não foi elencado o custo para o ano de 2013 dos veículos Mercedes Benz Sprinter e Iveco Daily, pois os mesmos estavam em processo da baixa patrimonial. Inclusive, a Daily atingiu a vida útil antes do momento de substituição atualmente adotado pelo CBMES de 10 anos, por se enquadrar no critério antieconômico descrito no artigo 13 do Decreto 1.110-R (ESPÍRITO SANTO, 2002). No caso do veículo modelo Ford Transit, os valores de custos de 2013 foram calculados de forma proporcional ao período anual, pois os valores foram apurados somente até outubro do referido ano. Os valores calculados de manutenção anual equivalente por veículo foram agrupados na tabela 3 do apêndice A.

### Vida útil econômica

Para cálculo da vida útil econômica utilizou-se o método VA, que corresponde à soma do custo de recuperação de capital com o custo de manutenção equivalente.

Os custos indiretos não influem proporcionalmente na produção do serviço e/ou produto e foram desconsiderados nos resultados desta pesquisa. A equação (8) é uma descrição completa do método de cálculo de VA que envolve todos os custos pertinentes.

$$VA = \left[ VC \left( \frac{A}{P}, i, n \right) - VRUn \right] + \left[ \sum_{j=1}^{j=k} CM_j \left( \frac{P}{F}, i, j \right) \right] \left( \frac{A}{P}, i, k \right) \quad (8)$$

Com os valores obtidos, aplicou-se a outra metodologia adotada no estudo de análise pela matemática financeira, bastando dividir os valores obtidos de VA pelas quilometragens, obtendo o  $VA/km$ . Os resultados obtidos pela aplicação de ambos os métodos foram agrupados na tabela 3:

**Tabela 3** – Valor anual equivalente e valor anual equivalente/km

“n” (anos)	Valor anual equivalente (R\$)			Valor anual equivalente/km (R\$)		
	Sprinter	Daily	Transit	Sprinter	Daily	Transit
1	8.886,18	21.180,15	26.869,48	0,45	1,76	3,58
2	8.907,20	20.553,81	25.647,68	0,47	1,03	2,58
3	8.822,80	19.321,44	24.551,66	0,45	1,75	1,35
4	8.776,82	18.226,25	23.743,17	0,40	0,91	1,21
5	9.178,67	17.515,48	23.884,19	0,50	0,71	2,48
6	9.430,38	17.697,75	-	0,53	1,63	-
7	9.960,54	17.524,00	-	0,74	1,82	-
8	11.462,23	17.579,77	-	1,38	3,37	-
9	11.611,00	-	-	0,82	-	-
10	11.820,12	-	-	0,71	-	-

Fonte: Elaborada pelo autor (2013).

Apesar da descrição das equações para análise dos cálculos facilitar o entendimento do assunto e a familiarização com os termos empregados na engenharia econômica, foi desenvolvido um modelo de planilha (figuras 1, 2 e 3 do apêndice B) com os dados dos veículos abordados no estudo, com o intuito de facilitar a aplicação dos métodos utilizando a ferramenta Excel®. As figuras auxiliam na confecção de uma planilha para análise de substituição, pois trazem as descrições dos modelos de rótulos de referência das células, onde na aplicabilidade da mesma é necessário apenas o preenchimento das informações do valor de aquisição, valor residual final, valor da TMA no período, valor de manutenção e quilometragem, dispensando assim a utilização de cálculos.

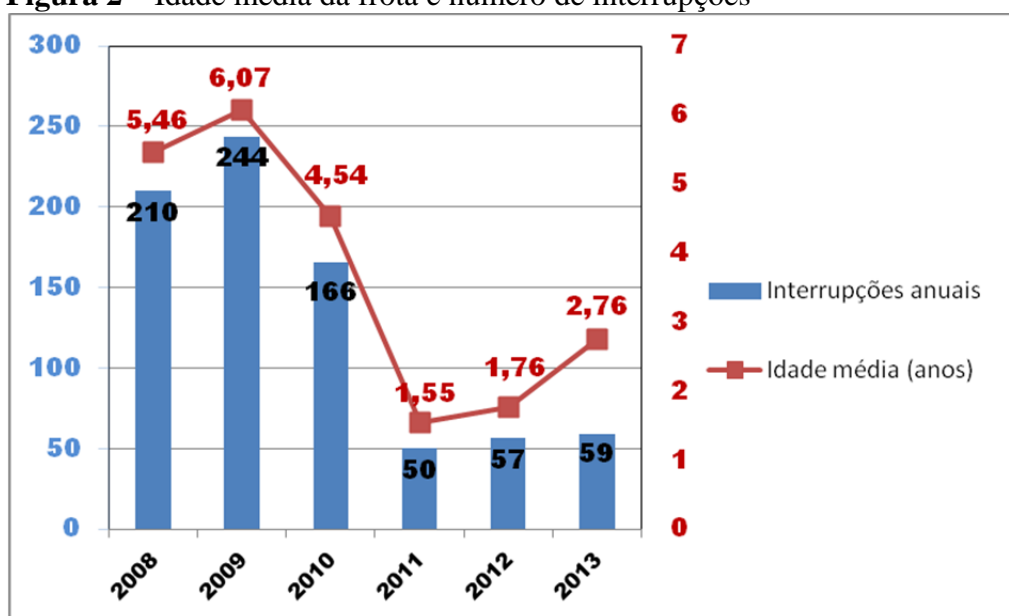
## RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Por meio da aplicação das equações descritas no estudo e levando-se em consideração o tempo de utilização até o momento de baixa patrimonial ou ano de análise (no caso do Ford Transit), calculou-se o momento econômico de renovação que apresentou o menor VA e VA/km, sendo coincidentemente igual em ambos os métodos, obtendo-se o 4º ano para os veículos Mercedes Benz Sprinter e Ford Transit e o 5º ano para o veículo Iveco Daily.

Observou-se ainda que o efeito da variação do valor anual equivalente não é tão significativo em torno do ano de substituição devido ao fato dos custos envolvidos obedecerem a uma distribuição uniforme ao longo dos anos. Por isso, é perfeitamente prudente adequar o momento de troca exatamente neste período ou em sua proximidade. Já na análise do VA/km, percebeu-se uma diferença de custo por quilômetro entre o momento ideal de substituição até

o final da vida útil de até 345% no veículo Mercedes Benz Sprinter e 474,65% no veículo Iveco Daily. O veículo Ford Transit já apresentou um aumento de 204,95% no primeiro ano posterior ao recomendado de substituição. Isto traduz que no CBMES, quanto maior o gasto de manutenção, menor será a quilometragem percorrida devido à maior indisponibilidade, resultando assim em um maior custo por quilômetro rodado. No intuito de correlacionar as variáveis, foram realizados levantamentos junto ao banco de dados do CIODES e Seção de Manutenção objetivando coletar o número de interrupções no atendimento dos veículos de resgate ao ano<sup>4</sup> devido a panes ou manutenção na Região Metropolitana da Grande Vitória (04 unidades de atendimento) e confrontar com a idade média da frota em operação de cada época. Com os dados, obteve-se a figura 2:

**Figura 2 – Idade média da frota e número de interrupções**



Fonte: CBMES (2013), adaptador pelo autor (2013)

Observou-se que uma frota com maior idade média possui um número elevado de interrupções (programadas ou não). Em 2011 a 2013 este quantitativo foi perfeitamente aceitável e está dentro dos padrões normais de manutenção, sendo que praticamente não variou com o aumento da idade média que, para efeito comparativo, está abaixo do período previsto de renovação neste estudo. Mas, analisando os anos de 2008 a 2010, percebeu-se um grande crescimento justamente quando a idade média encontrava-se acima do prazo de vida útil econômica estimada, corroborando com viabilidade de adoção da metodologia proposta. Visando aprofundar sobre o tema, procurou-se avaliar qual a relação existente entre o número

<sup>4</sup> Em 2013 foram contabilizadas as interrupções no atendimento até outubro e realizado a devida proporcionalidade para uma estimativa anual.

de interrupções e a idade média da frota que se encontrava acima do período de substituição previsto.

Na análise foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson (MEMÓRIA, 2004, p. 27), descrita na equação (8) que reflete a extensão linear entre dois conjuntos de dados, avaliando o custo de manutenção e quilometragem percorrida:

$$r = \left[ \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}} \right] \quad (8)$$

O índice “ $r$ ” possui dimensão entre +1,0 e -1,0. Quanto mais próximo destes valores, maior a relação entre as variáveis em estudo, sendo que próximo a zero não existe relação. Aplicando a equação, obteve-se um coeficiente de 0,99. No meio matemático tal índice demonstra uma relação que é considerada como praticamente perfeita positiva, evidenciado que há uma clara analogia entre estes dois fatores.

Outro fator relevante na pesquisa foi o custo de manutenção, que impactou no momento de renovação, sendo possível observar um aumento súbito de gastos após o momento econômico de substituição. Procurou-se também avaliar a relação entre o custo de manutenção e a quilometragem percorrida depois de decorrido a vida útil econômica estimada dos veículos, já que antes deste período muito provavelmente a quilometragem estava associada somente a demanda de atendimento, pois as paralisações nesta fase normalmente são raras e não há “picos” de crescimento de custos de manutenção.

Aplicado novamente a equação (8), foram obtidos os coeficientes positivos de 0,93 para o veículo Mercedes Benz Sprinter, 0,99 para o veículo Iveco Daily e 0,99 para o veículo Ford Transit, demonstrando também uma relação considerada como forte positiva tendendo a perfeita positiva, evidenciado que há uma grande ligação entre o aumento do custo de manutenção com a queda da quilometragem percorrida após o momento econômico de renovação.

Já os custos de depreciação e de oportunidade são inevitáveis e caracterizam-se como variáveis independentes de controle direto. No caso da depreciação, o estado de conservação do veículo é o único ponto que se pode agir visando maior retorno financeiro na revenda, já que no CBMES a aquisição é feita por um processo licitatório aberto, quase sem exercício de escolha do chassi nesta tipologia de veículo.

Observou-se que todas as ações, que iniciam desde a especificação até o momento de substituição, acabam por direta ou indiretamente influenciar na determinação do momento e substituição do veículo. De acordo com Borges (2012, p. 21), uma correta aquisição, uma manutenção que permita disponibilidade dos bens e uma desincorporação bem elaborada pode gerar diminuição de custos e eficiência nas atividades corporativas, trazendo como consequência um melhor atendimento à sociedade, sendo que falhas nesses processos trazem certamente prejuízos para as atividades da Corporação.

## **CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Concluiu-se que a metodologia aplicada corroborou com a proposta inicial desta pesquisa, que foi determinar o momento adequado de substituição do veículo de resgate no CBMES, baseado em critérios econômicos. Houve a aplicação de um modelo quantitativo que permitiu identificar e mensurar os fatores envolvidos na tomada de decisão, proporcionando ganhos econômicos que auxiliaram na indicação fundamentada do período de renovação.

Os resultados demonstraram ainda uma adequação de substituição em relação ao determinado pelo decreto em vigor de baixa patrimonial, pois ficou caracterizada como elementos comprobatórios a utilização antieconômica e a manutenção onerosa. O método da análise da matemática financeira demonstrou ser mais pertinente neste estudo para os veículos do CBMES, pois os mesmos desenvolvem suas atividades de forma ininterrupta e as paralisações interferem no rendimento, gerando diminuição da quilometragem percorrida e consequentemente em maiores custos por quilômetro rodado.

Os custos operacionais foram determinantes no estudo, sendo recomendando a implementação de um programa computacional para gerenciá-los, remetendo a um controle mais preciso e tornando-os de fácil aplicação em uma gestão eficiente, permitindo utilizá-los não só para avaliar o momento de renovação, mas também permitir um controle mais preciso de manutenção em todos os escalões.

O custo de manutenção é o fator que contrabalança com os custos de depreciação e oportunidade de capital. Enquanto estes últimos tendem a diminuir com o tempo, o de manutenção tende a aumentar. Caso uma Corporação negligencie a manutenção, não cumprindo as recomendações determinadas pelo fabricante, poderá “prolongar” a vida útil

econômica da viatura, pois estará demandando menores custos, mas comprometendo a confiabilidade e segurança. Entretanto, esta ação tende a ocasionar o estado de sucateamento no momento de baixa patrimonial, ensejando em baixo retorno de revenda, já que ocorre a substituição por assim dizer dos custos de manutenção pelo de depreciação. Logo, a economia obtida pela falta de manutenção pode acabar por se anular devido ao baixo retorno financeiro da revenda, sendo que infelizmente esta ação é culturalmente ainda bastante difundida no serviço público.

Outra sugestão para facilitar o controle e gestão no processo de renovação é a adoção de medidas de depreciação próprias no CBMES, para veículos que sofrem grande transformação em sua estrutura, pois não há um critério de reconhecimento, mensuração e evidenciação da depreciação para os mesmos. Veículos de bombeiros possuem grandes diferenciações em relação aos demais órgãos públicos, sendo alguns de cunho administrativo que seguem o ordenamento de depreciação aplicado pelo Manual de Contabilidade Aplicada ao Setor Público da Secretaria do Tesouro Nacional (BRASIL, 2009), até veículos com grande depreciação no início da vida útil, devido ao elevado custo de transformação. Esta modificação acentuada no chassi é inerente apenas ao desempenho das atividades da Corporação, e provavelmente este investimento se perderia no momento de baixa patrimonial, necessitando assim de um critério diferenciado. Portanto, recomenda-se que nos primeiros anos da vida útil se contabilize a depreciação de forma mais acentuada, visando referenciar o valor de mercado da viatura somente ao custo do chassi, evitando assim um impacto distribuído ao longo dos anos, que pode inclusive inviabilizar/mascarar o momento de renovação da frota. Nos demais anos poderia ser feito um levantamento como elencado no estudo sobre os valores de revenda.

Não se pretendeu esgotar com o presente trabalho a demais possibilidades de substituição de um veículo, apesar do estudo fornecer de forma mais objetiva possível o momento mais adequado para a substituição. Sugere-se inclusive uma análise de multicritérios econômicos e não econômicos. A importância da análise multicritério é reconhecer que um serviço emergencial envolve não só a questão econômica, vislumbrando quais os resultados e as perspectivas esperadas pela Corporação e sociedade que influem no processo decisório. Poderiam ser definidos critérios primários como os elencados na pesquisa

e critérios secundários, tais como nível de segurança do veículo, conforto, quantidade e tempo de interrupções, agilidade, nível de poluição, tecnologia embarcada, entre outros, representando estes indicadores por meio de unidades quantitativas. Seria classificado os critérios de acordo com a importância determinada pelo CBMES, mensurando pesos para os mesmos e aplicando a engenharia econômica para encontrar o momento ideal de substituição. Infelizmente esta análise foge ao escopo de tempo e recursos disponíveis deste artigo.

Espera-se então que este trabalho sirva de estímulo para a realização de outras pesquisas científicas, que venham contribuir para a melhoria do desempenho das organizações públicas, tornando-as mais eficientes e eficazes, minimizando o custeio do serviço público e tornando a carga tributária menos onerosa para os contribuintes.

## REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Antonio Carlos; NOVAES, Antonio Galvão N. **Logística aplicada: suprimento e distribuição física**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2011. 194p.

BLANK, Leland T.; TARQUIN, Anthony J. **Engenharia econômica**. 6. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008. 756p.

BORGES, Carlos Eduardo. **A gestão da frota veicular do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal: Um estudo sobre a integração dos processos relativos à aquisição, manutenção e desincorporação das viaturas**. Monografia apresentada ao Centro de Estudos de Política, Estratégia e Doutrina como requisito para conclusão do Curso de Altos Estudos para Oficiais com Especialização em Gestão Estratégica Corporativa do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. Brasília: 2012. 195p.

BRASIL. **Lei nº 4.320, de 17 de março de 1964**. Estatui Normas Gerais de Direito Financeiro para elaboração e controle dos orçamentos e balanços da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L4320.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4320.htm)>. Acesso em: 24 nov. 2013.

\_\_\_\_\_. SECRETARIA DA RECEITA FEDERAL. **Instrução Normativa SRF nº 162**, de 31 de dezembro de 1998. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/Legislacao/Ins/Ant2001/1998/in16298.htm>>. Acesso em 22 out. 13.

\_\_\_\_\_. SECRETARIA DO TESOUREIRO NACIONAL. **Manual de Contabilidade Aplicada ao Setor Público: Procedimentos Contábeis Patrimoniais**. Volume II. Brasília, 2009/2010. Disponível em <<http://www.tesouro.fazenda.gov.br>>. Acesso em 29 out. 13.

CAIXETA FILHO, José Vicente; MARTINS, Ricardo S. **Gestão Logística do Transporte de Cargas**. São Paulo: Atlas, 2001. 300p.

CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITTKKE, Bruno Hartmut. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 411p.

CEARÁ. **Plano Diretor de Transportes: Frota Oficial**. Fortaleza. CE. Secretaria do Planejamento e Gestão do Estado do Ceará.

CFC. CONSELHO FEDERAL DE CONTABILIDADE. **Resolução CFC nº 1.136, de 21 de novembro de 2008**. Aprova a NBC T 16.9 - Depreciação, Amortização e Exaustão. Disponível em: [http://www2.cfc.org.br/sisweb/sre/detalhes\\_sre.aspx?Codigo=2008/001136](http://www2.cfc.org.br/sisweb/sre/detalhes_sre.aspx?Codigo=2008/001136). Acesso em 24 nov. 13.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESPÍRITO SANTO. **Portaria nº 290-R, de 03 de junho de 2013**. Estabelece Normas para o emprego em serviço emergencial da Viatura RESGATE. Disponível em: <<http://www.cb.es.gov.br/files/meta/9c79332b-f0d2-4891-8f9c-b26d981b2258/debb48c9-a74c-4814-b895-26f8eed81e99/91.pdf>>. Acesso em 24 nov.13.  
EHRlich, Pierre Jacques. MORAES, Edmilson Alves de. **Engenharia econômica: avaliação e seleção de projetos de investimento**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2013. 177p.

ESPÍRITO SANTO. **Decreto nº 1.110-R, de 12 de dezembro de 2002**. Aprova normas do sistema de administração patrimonial do Estado, regulamentando a lei 2.583 de 12 de março de 1971. Disponível em: <<http://www.cgj.es.gov.br/arquivos/legislacao/PATRIMONIO-LEGISL-COMPLETA.pdf>>. Acesso em 24 nov. 13.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 6.556, de 28 de dezembro de 2000**. Introduz alterações na Lei n 5.298, de 13 de dezembro de 1996. Disponível em: <<http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=126043>>. Acesso em 24 nov. 13.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 6.999, de 27 de dezembro de 2001**. Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores - IPVA, consolidando e atualizando as normas do tributo e dá outras providências. Disponível em:<<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=126056>>. Acesso em 24 nov. 13.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 7.001, de 27 de dezembro de 2001**. Define as taxas devidas ao Estado em razão do exercício regular do Poder de Polícia e dá outras providências. Disponível em:<<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=126561>>. Acesso em 17 nov. 13.

FIPE. FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS. **Preço Médio de Veículos Passeio/Utilitários e caminhões**. Disponível em:<<http://www.fipe.org.br/web/index.asp?aspx=/web/indices/veiculos/introducao.aspx>>. Acesso em: 15 nov. 2013.

MEMÓRIA, José Maria Pompeu. **Breve história da estatística**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 111p.

VALENTE, Amir Mattar *et al.* **Gerenciamento de transporte e frotas**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 340p.

## ANEXO A – Custo de manutenção e quilometragem

**Tabela 1** – Custo de manutenção anual e quilometragem percorrida

“n” (anos)	Custo de manutenção (R\$)			Quilometragem percorrida		
	Sprinter	Daily	Transit	Sprinter	Daily	Transit
1	989,70	833,73	441,75	19.720	12.022	7.512
2	1.772,87	2118,70	892,90	18.789	20.017	9.939
3	2.195,55	1.367,77	1558,34	19.513	11.022	18.206
4	2.864,80	1.684,45	3164,17	21.912	20.017	19.662
5	5.931,64	3.675,08	9315,90 <sup>5</sup>	18.239	24.728	9.612 <sup>6</sup>
6	6.456,29	10.334,76	-	17.685	10.858	-
7	9.983,62	9.970,19	-	13.490	9.623	-
8	21.401,78	13.761,83	-	11.284	5.214	-
9	10.420,93	-	-	14.197	-	-
10	12.125,37	-	-	16.673	-	-

Fonte: CBMES (2013)

<sup>5</sup> Valores contabilizados até outubro de 2013 e realizado a devida proporcionalidade como estimativa para um período anual.

<sup>6</sup> Quilometragem contabilizada até outubro de 2013 e realizado a devida proporcionalidade como estimativa para um período anual.

## ANEXO B – Funções financeiras

Tabela 1 – Funções financeiras: Notações e equações

Fator	Notação e equações			
	Nome	Equação com notação padrão	Fórmula fator	Função Excel
$P/F$ (FVP)	Fator de valor presente	$(P/F, i, n)$	$\frac{P}{F} = \frac{1}{(1+i)^n}$	$VP(taxa; nper; pgto; vf; tipo)$
$F/P$ (FVF)	Fator de valor futuro	$(F/P, i, n)$	$\frac{F}{P} = (1+i)^n$	$VF(taxa; nper; pgto; vp; tipo)$
$A/P$ (FRC)	Fator de recuperação de capital	$(A/P, i, n)$	$\frac{A}{P} = \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$	$PGTO(taxa; nper; vp; vf; tipo)$
$A/F$ (FFA)	Fator de amortização	$(A/F, i, n)$	$\frac{A}{F} = \frac{i}{(1+i)^n - 1}$	$PGTO(taxa; nper; vp; vf; tipo)$

Fonte: Blank & Tarquin (2008), adaptado pelo autor (2013)

## APÊNDICE A – Valor residual e custos

**Tabela 1 – Valor residual e sequência anual uniforme do valor residual**

“n” (anos)	Valor residual (R\$)			Sequência uniforme do valor residual (R\$)		
	Sprinter	Daily	Transit	Sprinter	Daily	Transit
1	50.971,09	98.536,22	113.085,64	50.971,09	98.536,22	113.085,64
2	46.740,27	85.705,42	96.262,51	22.718,13	41.803,44	46.758,88
3	42.979,55	74.707,58	81.308,62	13.534,76	23.693,23	25.572,40
4	39.688,91	65.542,72	68.223,96	9.107,62	15.202,17	15.625,53
5	36.868,36	58.210,83	57.008,55	6.574,36	10.530,49	10.139,39
6	34.517,91	52.711,92	-	4.981,08	7.745,67	-
7	32.637,55	49.045,97	-	3.919,22	6.020,15	-
8	31.227,27	47.213,00	-	3.184,65	4.940,70	-
9	30.287,09	-	-	2.664,14	-	-
10	29.817,00	-	-	2.289,92	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

**Tabela 2 – Custo anual uniforme do investimento e custo de recuperação de capital**

“n” (anos)	Custo anual uniforme do investimento (R\$)			Custo de recuperação de capital (R\$)		
	Sprinter	Daily	Transit	Sprinter	Daily	Transit
1	58.867,57	118.882,64	139.513,37	7.896,482	20.346,42	26.427,73
2	30.254,97	60.896,77	71.745,67	7.536,842	19.093,32	24.986,78
3	20.727,33	41.583,59	49.180,91	7.192,573	17.890,36	23.608,51
4	15.970,92	31.938,57	37.916,87	6.863,297	16.736,41	22.291,33
5	13.122,99	26.160,80	31.173,07	6.548,632	15.630,32	21.033,67
6	11.229,28	22.316,64	-	6.248,200	14.570,97	-
7	9.880,84	19.577,39	-	5.961,621	13.557,23	-
8	8.873,16	17.528,67	-	5.688,516	12.587,98	-
9	8.092,65	-	-	5.428,507	-	-
10	7.471,14	-	-	5.181,218	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

**Tabela 3 – Custo de manutenção equivalente por veículo**

“n” (anos)	Custo de manutenção equivalente (R\$)		
	Sprinter	Daily	Transit
1	989,70	833,73	441,75
2	1.370,36	1.460,48	660,89
3	1.630,22	1.431,08	943,15
4	1.913,53	1.489,85	1.451,84
5	2.630,04	1.885,16	2.850,52
6	3.182,18	3.126,77	-
7	3.998,92	3.966,77	-
8	5.773,71	4.991,79	-
9	6.182,50	-	-
10	6.638,90	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

## APÊNDICE B – Modelos de planilha

**Figura 1** – Modelo de planilha de cálculo do valor anual equivalente do veículo Mercedes Benz Sprinter 2002

	A	B	C	D	E	F	G	F
1		VC (R\$)	55.672,00	= \$C1-SDA(\$C\$1;\$C\$2;\$C\$4;\$A6)				
2		VRF (R\$)	29.817,00	=PGTO(\$C\$4;\$A6;-\$C\$1;\$B6)				
3		TMA (%)	5,74					
4		Vida útil (anos)	10	= -PGTO(\$C\$4;\$A6;VPL(\$C\$4;\$D6:\$D6))+0				
5	Ano "n"	Valor residual (R\$)	Recuperação de capital (R\$)	Custo de manutenção (R\$)	Man. anual equivalente (R\$)	Valor anual equivalente VA (R\$)	Km	VA/km (R\$)
6	1	50.971,09	7.896,482	989,70	989,70	8.886,18	19.720	0,45
7	2	46.740,27	7.536,842	1.772,87	1.370,36	8.907,20	18.789	0,47
8	3	42.979,55	7.192,573	2.195,55	1.630,22	8.822,80	19.513	0,45
9	4	39.688,91	6.863,297	2.864,80	1.913,53	8.776,82	21.912	0,40
10	5	36.868,36	6.548,632	5.931,64	2.630,04	9.178,67	18.239	0,50
11	6	34.517,91	6.248,200	6.456,29	3.182,18	9.430,38	17.685	0,53
12	7	32.637,55	5.961,621	9.983,62	3.998,92	9.960,54	13.490	0,74
13	8	31.227,27	5.688,516	21.401,78	5.773,71	11.462,23	8.328	1,38
14	9	30.287,09	5.428,507	10.420,93	6.182,50	11.611,00	14.197	0,82
15	10	29.817,00	5.181,218	12.125,37	6.638,90	11.820,12	16.673	0,71
		=PGTO(\$C\$4;\$A15;-\$C\$1;\$B15)		=(\$C15+\$E15)		=\$F15/\$G15		
		=\$B14-SDA(\$C\$1;\$C\$2;\$C\$4;\$A15)		= -PGTO(\$C\$4;\$A15;VPL(\$C\$4;\$D6:\$D15))+0				

Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

**Figura 2** – Modelo de planilha de cálculo do valor anual equivalente do veículo Iveco Daily 2005

	A	B	C	D	E	F	G	F	
1		VC (R\$)	113.200,00	= \$C1 - SDA(\$C\$1;\$C\$2;\$C\$4;\$A6)					
2		VRF (R\$)	47.213,00	= PGTO(\$C\$4;\$A6;-\$C\$1;\$B6)					
3		TMA (%)	5,02						
4		Vida útil (anos)	8	= -PGTO(\$C\$4;\$A6;VPL(\$C\$4;\$D6:\$D6))+0					
5	Ano "n"	Valor residual (R\$)	Recuperação de capital (R\$)	Custo de manutenção (R\$)	Man. anual equivalente (R\$)	Valor anual equivalente VA (R\$)	Km	VA/km (R\$)	
6	1	98.536,22	20.346,42	833,73	833,73	21.180,15	12.022	1,76	
7	2	85.705,42	19.093,32	2.118,70	1.460,48	20.553,81	20.017	1,03	
8	3	74.707,58	17.890,36	1.367,77	1.431,08	19.321,44	11.022	1,75	
9	4	65.542,72	16.736,41	1.684,45	1.489,85	18.226,25	20.017	0,91	
10	5	58.210,83	15.630,32	3.675,08	1.885,16	17.515,48	24.728	0,71	
11	6	52.711,92	14.570,97	10.334,76	3.126,77	17.697,75	10.858	1,63	
12	7	49.045,97	13.557,23	9.970,19	3.966,77	17.524,00	9.623	1,82	
13	8	R\$ 47.213,00	12.587,98	13.761,83	4.991,79	17.579,77	5.214	3,37	
		= \$B12 - SDA(\$C\$1;\$C\$2;\$C\$4;\$A13)		= -PGTO(\$C\$4;\$A13;-\$C\$1;\$B13)			= -PGTO(\$C\$4;\$A13;VPL(\$C\$4;\$D6:\$D13))+0		= \$F13/\$G13
				= (\$C13+\$E13)					

Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

**Figura 3** – Modelo de planilha de cálculo do valor anual equivalente do veículo Ford Transit 2009

	A	B	C	D	E	F	G	F
1		VC (R\$)	131.778,00	= \$C1-SDA(\$C\$1;\$C\$2;\$C\$4;\$A6)				
2		VRV (R\$)	28.970,00 <sup>7</sup>	=PGTO(\$C\$4;\$A6;-\$C\$1;\$B6)				
3		TMA (%)	6,15					
4		Vida útil (anos)	10	=-PGTO(\$C\$4;\$A6;VPL(\$C\$4;\$D6:\$D6))+0				
5	Ano "n"	Valor residual (R\$)	Recuperação de capital (R\$)	Custo de manutenção (R\$)	Man. anual equivalente (R\$)	Valor anual equivalente VA (R\$)	Km	VA/km (R\$)
6	1	113.085,64	26.427,73	441,75	441,75	26.869,48	7.512	3,58
7	2	96.262,51	24.986,78	892,90	660,89	25.647,68	9.939	2,58
8	3	81.308,62	23.608,51	1.558,34	943,15	24.551,66	18.206	1,35
9	4	68.223,96	22.291,33	3.164,17	1.451,84	23.743,17	19.662	1,21
10	5	57.008,55	21.033,67	9.315,90	2.850,52	23.884,19	9.612	2,48
11	6	47.662,36	-	-	-	-	-	-
12	7	40.185,42	-	-	-	-	-	-
13	8	34.577,71	-	-	-	-	-	-
14	9	30.839,24	-	-	-	-	-	-
15	10	28.970,00	-	-	-	-	-	-
		= \$B9-SDA(\$C\$1;\$C\$2;\$C\$4;\$A10)				= (\$C10+\$E10)		= (\$F10/\$G10)
		=PGTO(\$C\$4;\$A10;-\$C\$1;\$B10)		=-PGTO(\$C\$4;\$A10;VPL(\$C\$4;\$D6:\$D10))+0				

Fonte: Elaborado pelo autor (2013)

<sup>7</sup> Valor estimado no fim da vida útil do veículo (10 anos) por meio do cálculo de depreciação pelo método da soma dos dígitos que acarreta o valor de mercado atual do veículo.