

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FELIPE REZENDE WERNER

**ANÁLISE DO PONTO IDEAL DE SUBSTITUIÇÃO DE VEÍCULOS DE UMA  
TRANSPORTADORA DE CARGAS FRACIONADAS DE JUIZ DE FORA**

JUIZ DE FORA

2019

FELIPE REZENDE WERNER

**ANÁLISE DO PONTO IDEAL DE SUBSTITUIÇÃO DE VEÍCULOS DE UMA  
TRANSPORTADORA DE CARGAS FRACIONADAS DE JUIZ DE FORA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: D.Sc., Antônio Ângelo Missiaggia Picorone

JUIZ DE FORA

2019

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Werner, Felipe Rezende.

Análise do ponto ideal de substituição de veículos de uma transportadora de cargas fracionadas de Juiz de Fora / Felipe Rezende Werner. -- 2019.

45 f. : il.

Orientador: Antônio Ângelo Missiaggia Picorone

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia, 2019.

1. Gestão de Frotas. I. Picorone, Antônio Ângelo Missiaggia, orient. II. Título.


FELIPE REZENDE WERNER

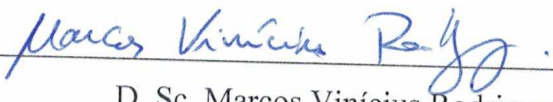
**ANÁLISE DO PONTO IDEAL DE SUBSTITUIÇÃO DE VEÍCULOS DE UMA  
TRANSPORTADORA DE CARGAS FRACIONADAS DE JUIZ DE FORA**

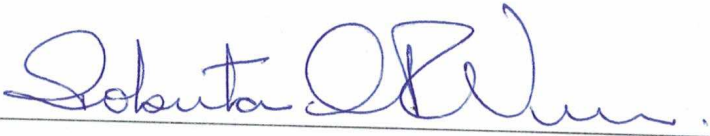
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Aprovada em 02 de Julho de 2019.

BANCA EXAMINADORA

  
\_\_\_\_\_  
D.Sc., Antônio Ângelo Missiaggia Picorone  
Universidade Federal de Juiz de Fora

  
\_\_\_\_\_  
D. Sc. Marcos Vinícius Rodrigues  
Universidade Federal de Juiz de Fora

  
\_\_\_\_\_  
D. Sc. Roberta Cavalcanti Pereira Nunes  
Universidade Federal de Juiz de Fora

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à minha família, em especial meus pais, Délio e Albertina, por todo o suporte, carinho e compreensão durante essa longa e difícil jornada. Agradeço aos meus irmãos Carlos e Tatiana pela cumplicidade e apoio incondicional. Agradeço também a minha querida e amada companheira Beatriz, que ao longo desses anos me deu forças para enfrentar todos os obstáculos e percalços encontrados durante toda essa caminhada, sendo minha fonte de inspiração e resiliência.

Agradeço também aos meus queridos amigos. Sem esse suporte nada disso seria possível. Amigos esses que me ajudaram a descobrir que não é necessário um laço sanguíneo para se formar uma família. Uma família composta por pessoas com personalidades heterogêneas se olhada individualmente, porém, que se misturam e se completam, formando um rígido e indestrutível pilar. Sem o apoio, estudos pré-provas, risadas em bares, viagens e outras diversas aventuras junto aos meus amigos do Wololo e Ibitimumu, certamente essa caminhada seria muito mais dolorosa. Muito obrigado pelos momentos inesquecíveis!

Por fim, fica meu agradecimento à UFJF e seus professores, que me muniram de conhecimento, caráter e ética, nos guiando e auxiliando nos caminhos profissionais e humanos.

## RESUMO

O Transporte Rodoviário de Cargas é atualmente o principal ramo de transportes no Brasil. A alta concorrência, juntamente com a maior exigência por um serviço rápido e de qualidade tem levado as empresas a reduzir seus custos operacionais para continuarem competitivas. A alta idade da frota de caminhões que atualmente circulam pelo país é uma realidade. Veículos com idades avançadas possuem maiores custos com manutenção do que veículos novos. Porém, a troca antecipada do veículo pode gerar ônus financeiro para a empresa. Este trabalho analisa o estudo do momento ideal de substituição dos veículos da frota de uma transportadora, considerando os custos de manutenção dos veículos e sua depreciação no decorrer do tempo. Para tal, foram abordadas duas metodologias de estudos: Custo Anual Uniforme Equivalente e o Custo Médio por Período. Em ambos, pode-se observar que em somente um veículo foi possível determinar o momento ideal de substituição. Tal fato é consequência da escassez de dados referentes aos demais veículos da empresa, nos quais só foram possíveis serem analisados 3, de um total de 20 veículos. O acompanhamento e o correto manuseio das informações referentes à manutenção dos veículos são fundamentais para que o estudo seja realizado de maneira correta e precisa, corroborando para que a empresa consiga planejar de forma eficiente o momento certo de substituir seus veículos, diminuindo seus custos com manutenção e evitando perdas financeiras, sendo ao trocar o veículo por um novo precocemente, ou sua substituição tardia.

Palavras-chave: Frota, custos, substituição.

## **ABSTRACT**

The Road Transportation of Freight is currently the main transportation sector in Brazil. High competition coupled with the increased demand for fast, quality service has led companies to reduce their operating costs to remain competitive. The high age of the fleet of trucks, currently circulating in the country is a reality. Vehicles of advanced age have higher maintenance costs than new vehicles. However, the early exchange of the vehicle can generate financial burden for the company. This paper analyzes the study of the ideal moment of replacement of the vehicles of the fleet of a carrier, considering the costs of maintenance of the vehicles and their depreciation over time. For this, the two methodologies of the studies were approached: Annual Equivalent Uniform Cost and Average Cost per Period. In both, it can be observed that in only one vehicle it was possible to determine the ideal moment of substitution. This is a consequence of the scarcity of data referring to the other vehicles of the company, in which only 3 of a total of 20 vehicles could be analyzed. The monitoring and correct handling of vehicle maintenance information is essential for the study to be performed in a correct and accurate manner, thus ensuring that the company is able to plan the right time to replace its vehicles faster, reducing its costs with maintenance and avoiding financial losses, either by replacing the vehicle with a new one, or by replacing it later.

**Keywords:** Fleet, costs, replacement

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1-Divisão dos tipos de empresas de transporte rodoviário de cargas .....	12
Figura 2 - Percentual de veículos por tipo de empresa.....	13
Figura 3 - Taxa de depreciação nos modelos linear simples, acelerado e constante por parte.....	20
Figura 4 - Valor do ativo descontando a depreciação .....	21
Figura 5 - Resultado do CAUE Normalizado .....	31
Figura 6 - Custo por Quilometro Normalizado .....	33



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Custo de Peças.....	28
Tabela 2 - Custo de Mão-de-Obra.....	28
Tabela 3 - Custo de Horas Paradas.....	29
Tabela 4 - Custo Total de Manutenção .....	29
Tabela 5 - Valor do Veículo Novo .....	29
Tabela 6 - Valor de Revenda.....	29
Tabela 7 - Custo Acumulado de Manutenção Atualizado.....	30
Tabela 8 - Custo de Depreciação Atualizado .....	30
Tabela 9 - Fator de Recuperação de Capital.....	30
Tabela 10 - Custo Anual Uniforme Equivalente .....	31
Tabela 11- Custo Médio de Depreciação .....	32
Tabela 12- Custo Médio Financeiro.....	32
Tabela 13- Custo Médio de Manutenção .....	32
Tabela 14- Custo Médio por Período .....	32
Tabela 15- Quilometragem por Ano .....	32
Tabela 16- Custo Médio por km.....	33
Tabela 17 - Custos de peças, mão-de-obra, valor de revenda e total de horas paradas de um veículo ao longo dos anos.....	39
Tabela 18 - Tabela de cálculo do CAUE.....	40
Tabela 19- Dados para o cálculo do Custo Médio por Período.....	43
Tabela 20- Cálculo do Custo Médio por Período.....	43

## SUMÁRIO

<b><u>1. INTRODUÇÃO.....</u></b>	<b><u>12</u></b>
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	12
1.2 JUSTIFICATIVA.....	14
1.3 ESCOPO DO TRABALHO .....	15
1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS.....	15
1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA .....	15
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	15
<b><u>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</u></b>	<b><u>17</u></b>
2.1 CUSTOS.....	17
2.2 EQUIVALENCIA DE VALORES EM DATAS DIFERENTES .....	22
2.3 MODELOS DE DETERMINAÇÃO DO MOMENTO IDEAL DE SUBSTITUIÇÃO .....	23
2.3.1 MÉTODO DO CUSTO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE .....	24
2.3.2 MÉTODO DO CUSTO MÉDIO POR PERÍODO.....	25
<b><u>3. ANÁLISE DO PONTO IDEAL DE SUBSTITUIÇÃO DE VEÍCULOS .....</u></b>	<b><u>27</u></b>
3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA DE ESTUDO.....	27
3.2 DADOS PARA REALIZAÇÃO DOS CÁLCULOS .....	27
3.3 CUSTO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE .....	30
3.4 CUSTO MÉDIO POR PERÍODO .....	31
<b><u>4. CONCLUSÃO .....</u></b>	<b><u>34</u></b>
<b><u>5. SUGESTÕES PARA ESTUDO .....</u></b>	<b><u>36</u></b>
<b><u>6. REFERÊNCIAS .....</u></b>	<b><u>37</u></b>
<b><u>ANEXO A – EXEMPLO DO CÁLCULO DO CAUE.....</u></b>	<b><u>39</u></b>
<b><u>ANEXO B – EXEMPLO DO CÁLCULO DO CUSTO MÉDIO POR PERÍODO.....</u></b>	<b><u>43</u></b>

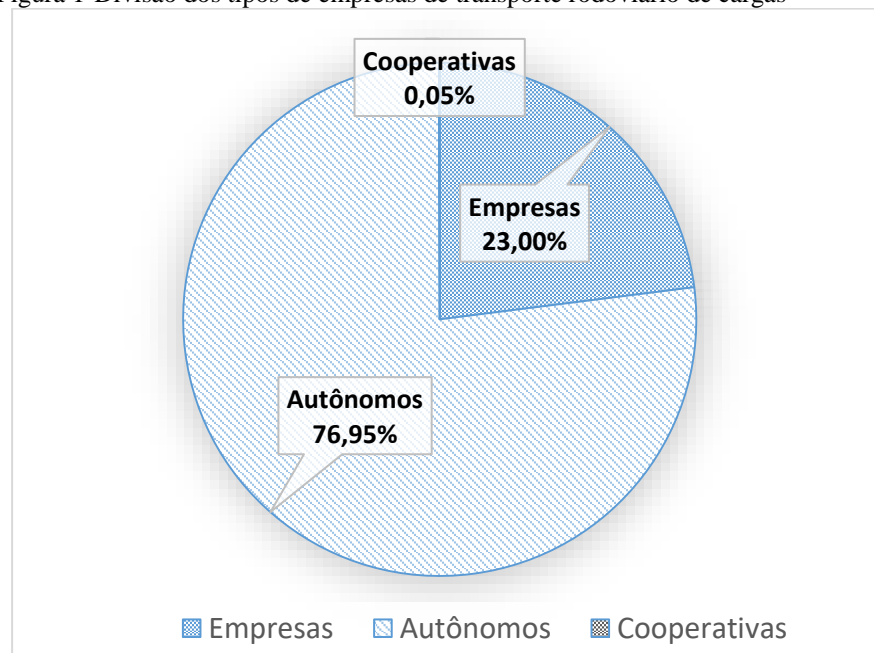
**ANEXO C – TERMO DE AUTENTICIDADE..... 45**

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O transporte terrestre de cargas é dividido em dois principais modais: Rodoviário e Ferroviário. No Brasil, segundo a Agência Nacional de Transporte Terrestre <sup>1</sup>(ANTT), o transporte rodoviário de carga é composto por 147.177 empresas, 322 cooperativas e 492.408 caminhoneiros autônomos, possuindo 1.835.621 veículos regulamentados para transporte de cargas, nos quais 1.122.472 veículos pertencem a empresas, 689.479 a autônomos e 23.670 a cooperativas. Como é possível visualizar na Figura 1, os autônomos têm grande representatividade no setor, sendo mais numerosos que as empresas, porém, de acordo com a Figura 2, a grande maioria dos veículos em circulação estão nas mãos das empresas. Atualmente, o país possui uma malha rodoviária de 1.720.700 km para circulação, sendo apenas 213.452 km pavimentadas. Já o transporte ferroviário possui uma malha de 29.074 km de extensão, 3.688 locomotivas em operação e 100.158 vagões sendo utilizados (ANTT). Devido às políticas de investimentos que priorizam a construção de rodovias, o transporte rodoviário é favorecido.

Figura 1-Divisão dos tipos de empresas de transporte rodoviário de cargas

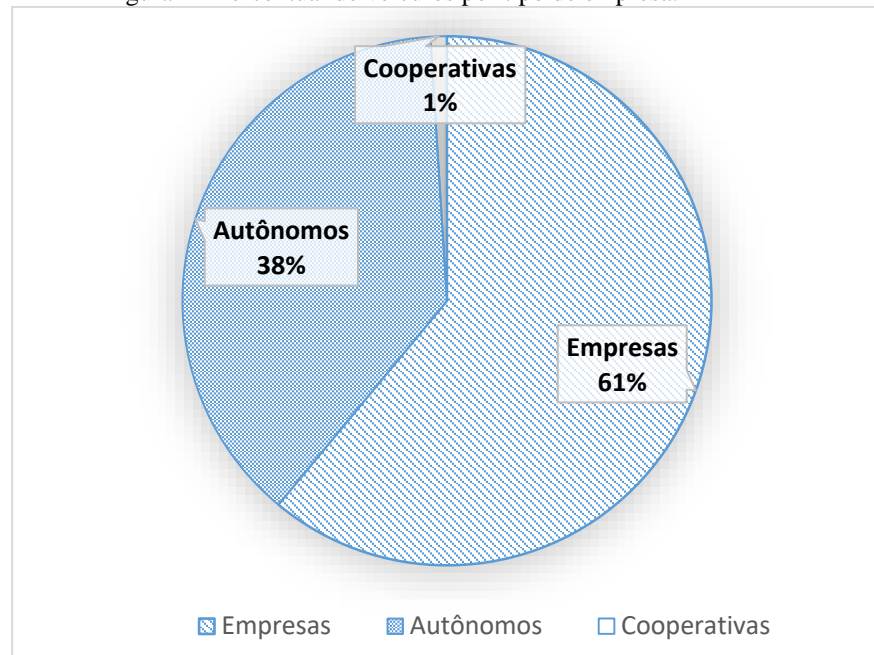


Fonte: ANTT – Acessado em outubro de 2018

---

<sup>1</sup> [www.antt.gov.br](http://www.antt.gov.br)

Figura 2 - Percentual de veículos por tipo de empresa.

Fonte: ANTT <sup>2</sup>

Para que as transportadoras consigam se manter competitivas, é importante que toda a sua cadeia produtiva tenha os processos com um nível de eficiência alto, minimizando seus custos. No caso das transportadoras, os veículos são os responsáveis por uma grande fatia dos gastos da empresa, seja em sua aquisição, ou na sua manutenção. A idade média dos caminhões no Brasil é de 12,4 anos (ANTT). Uma frota ultrapassada pode gerar custos como depreciação, aumento no custo de manutenção, diminuição da confiabilidade, além de aumentar o risco de acidente. Com isso, o estudo da gestão de frotas para a determinação do ponto ideal de substituição dos veículos é algo que pode ser decisivo para o crescimento e sobrevivência das empresas (VIEIRA et.al, 2016).

O presente trabalho visa estudar o tempo ideal de substituição dos veículos de uma transportadora com sede na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais, sendo uma das empresas de transportes a mais tempo em atividade no país, tendo foco em cargas fracionadas, lotação e urgentes. Atualmente a empresa objeto deste estudo atua nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro, possuindo sete filiais, localizadas em Barbacena, Belo Horizonte, Juiz de Fora, Rio de Janeiro, São Paulo, Três Corações e Três Rios, atendendo mais de 1300 cidades no país, contando com uma frota de 20 veículos, sendo estes: utilitários (até 1.500kg),

---

<sup>2</sup> [www.antt.gov.br](http://www.antt.gov.br)

caminhões leves (até 7.999 kg) e caminhões simples (até 29.000 kg). Em média, a idade da frota de veículos da empresa é de 21,65 anos, valor muito acima da idade média dos veículos do país, o que torna o estudo do tempo ideal de substituição de veículos algo de extrema importância, visando estabelecer para a empresa o melhor aproveitamento deste ativo, e, conseqüentemente, na redução dos custos relativos aos veículos.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Devido ao alto índice de concorrência do setor de transportes de cargas, as empresas, para ocupar uma fatia no mercado, têm que prestar um serviço de alta qualidade, sobretudo oferecendo um curto período de tempo para atender as demandas dos clientes (baixo *leadtime*), além preços atrativos. Conseqüentemente, devem minimizar seus custos, aproveitando-se ao máximo dos seus ativos, diminuindo o seu custo de manutenção de equipamentos, consumo excessivo de combustível entre outros gastos, além de torna-los mais confiáveis, minimizando as horas paradas, evitando prejuízos e desconforto aos clientes.

O custo de manutenção de um veículo novo é baixo, sendo basicamente a revisão de rotina, troca de pneus, óleos lubrificantes, lonas de freio, entre outros. Já um veículo com uma idade mais avançada possui um grande desgaste mecânico, fazendo com que sua manutenção seja mais recorrente e mais cara (VIEIRA et.al, 2016). Esse desgaste mecânico elevado gera um aumento nas pausas não programadas para manutenção, e, em alguns casos, há a quebra destes ativos quando estão em serviços. Estes acontecimentos geram uma perda na eficiência de entregas, gerando a necessidade de deslocamento de funcionários para o reparo e transbordo de carga para outro veículo, além dos custos inerentes da manutenção, como mão-de-obra, peças, impactando a empresa financeiramente e causando transtornos com os clientes.

Considerando o aumento da frequência e custo das manutenções nos veículos da empresa objeto de estudo, além do fato de notadamente possuírem idade média acima da média nacional, torna-se imperativo para a sobrevivência no mercado de transporte de cargas dispor de uma ferramenta que dê suporte à tomada de decisão sobre quando optar pela substituição da frota, representando o melhor momento para substituí-lo, ao invés de insistir na sua manutenção. O estudo do ponto ótimo de substituição da frota pode ser uma alternativa para que seja conhecido o melhor momento, maximizando a utilização do recurso, permitindo com que a empresa possa planejar a substituição da frota no momento adequado.

### 1.3 ESCOPO DO TRABALHO

Faz parte do escopo deste trabalho a análise das principais estratégias que definem o momento ideal de substituição de ativos, sobretudo de veículos. Além disso, as principais técnicas de definição do ponto ideal de substituição de frotas estudadas serão utilizadas, usando como parâmetros os dados dos últimos 5 anos de três, dos vinte veículos da frota da empresa objeto de estudo deste trabalho.

### 1.4 ELABORAÇÃO DOS OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo geral analisar as principais estratégias disponíveis na literatura para identificar o tempo ideal em anos ou quilometragem para a substituição de veículos de transporte de carga de uma transportadora de cargas fracionadas localizada na cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais.

Como objetivo específico, este trabalho busca responder às seguintes questões:

- i. Quais são as principais estratégias para se determinar o ponto ideal de substituição de frotas de transporte?
- ii. Quais são os dados necessários para calcular o ponto ideal de substituição de frota de transporte?
- iii. Quais são os pontos ideais de substituição dos três veículos selecionados da empresa de transporte objeto deste estudo?

### 1.5 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA

O presente trabalho se dará, inicialmente, através de pesquisas bibliográficas, nas quais serão estudados os métodos conhecidos para a identificação do momento ideal da substituição de veículos. Em seguida, serão levantados os dados necessários para a análise do ponto ideal de substituição juntamente à empresa objeto de estudo. Finalmente, os dados serão aplicados para a obtenção do momento ideal de substituição da frota da empresa.

### 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em cinco capítulos: o capítulo 1 apresenta uma breve introdução ao tema, os objetivos do trabalho e a metodologia adotada. No capítulo 2 são discutidos os conceitos, modelos e dados necessários para a realização do cálculo do momento ideal de substituição de veículos. O capítulo 3 apresenta os dados da frota de veículos da

empresa de transporte fracionado em estudo e as definições dos pontos ideais de renovação de alguns dos veículos dessa frota. O capítulo 4 apresenta as conclusões deste trabalho. Por fim, o capítulo 5 sugere ações para futuros trabalhos.



## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Para o estudo do momento ideal de substituição de veículos serão necessários alguns conhecimentos de matemática financeira, tais como custos, depreciação, valor presente, dentre outros. Tais conceitos são apresentados neste capítulo e em seguida são discutidos os principais métodos de determinação do momento ideal de substituição de veículos.

### 2.1 CUSTOS

Os custos estão diretamente envolvidos na determinação do momento ideal de substituição de uma frota. Através da identificação e mensuração desses custos, é possível ter uma base para identificar o quão caro um veículo está sendo para empresa. Porém, é importante definir os tipos de custos e qual o seu impacto na tomada de decisão para a substituição de um veículo (VIEIRA et.al, 2016).

Para a determinação do momento ideal de substituição do ativo, pode-se classificar os custos em três categorias: Custos Relevantes; Custos pouco relevantes e custos irrelevantes (LIMA, 2002).

**Custos Relevantes:** São aqueles que estão diretamente ligados com a idade do equipamento, sendo eles:

- Custos de Mão-de-obra de Manutenção;
- Custos de peças utilizadas na manutenção do veículo;
- Custo da hora parada do veículo;
- Depreciação

**Custos Pouco Relevantes:** São os custos nos quais a diferença entre um veículo novo e um antigo são pouco relevantes:

- Custos com Seguros;
- Custos com IPVA;
- Custos com Emplacamento

**Custos Irrelevantes e/ou distorcivos:** Custos que não impactam diretamente na determinação do momento ideal de substituição do veículo, ou então, podem distorcer os cálculos quando utilizados, não devendo ser utilizados nos cálculos, como por exemplo:

- Custos com Pneus;
- Custos com Lubrificantes;

- Custos com Produtos de lavagem;
- Custos de Aluguel;
- Custos administrativos;

Os custos de peças e mão-de-obra de um veículo compõem o denominado custo de manutenção. O custo de manutenção tende a ser maior à medida que a quilometragem aumenta, ou seja, veículos novos tendem a apresentar custos mais baixos de manutenção (MERCEDDES BENZ, 1988). Com o avançar do tempo, o veículo tende a ter um custo maior com a manutenção, pois há um aumento nos problemas mecânicos, como por exemplo, a retífica de um motor. Quando a manutenção chega neste ponto, o custo pode superar a economia realizada por manter o equipamento por um tempo maior (VIEIRA et.al, 2016).

O tempo gasto por um veículo parado na oficina também pode ser considerado como um custo, pois isso faz com que o veículo não produza. Muitas vezes a empresa acaba sendo obrigada a contratar algum veículo terceirizado, ou utilizar outro veículo de sua frota, gerando gastos extras. Fatos como estes mostram a importância de se ter um planejamento de manutenção, visando minimizar as quebras, conseqüentemente, ajudando a manter a conservação, reduzindo custos (LIMA, 2002).

Grande parte dos ativos de uma empresa possui vida útil limitada. Com o passar do tempo, esse ativo irá se desgastar, desvalorizando-se. Essa desvalorização é chamada depreciação. O custo de depreciação de um ativo no final do n-ésimo período é dado por:

$$C_d(n) = V_0 \times i_d(n), n = 1, 2, \dots, U. \quad \text{Eq. 1}$$

em que  $V_0$  é o valor do equipamento novo no início do horizonte de tempo considerado, e  $i_d(n)$  é a taxa de depreciação aplicada no n-ésimo período, sendo  $U$  a vida útil do equipamento.

A taxa de depreciação utilizada é escolhida em função do objetivo da análise dos custos de depreciação, por exemplo, para aplicações contábeis a depreciação é definida através de normas estabelecidas pela Receita Federal, podendo ser escrita matematicamente como:

$$i_d(n) = I_d, \forall n \in \mathbb{N}^*, \quad \text{Eq. 2}$$

em que  $I_d(n)$  depende do ativo avaliado. Considerando que o desgaste de uma máquina é uma função do seu tempo de uso, a legislação da Receita Federal estabelece que a taxa de

depreciação dos equipamentos que realizam o trabalho de dois turnos de 8 horas deve-se considerar um coeficiente de aceleração  $\alpha = 1,5$ , enquanto equipamentos que são utilizados em três turnos de 8 horas deve-se considerar  $\alpha = 2$ . Nestes casos,

$$i_d(n) = \alpha I_d, \alpha > 1, \quad \text{Eq. 3}$$

Tanto para a depreciação linear simples (Eq. 2) quanto para a depreciação linear acelerada (Eq. 3), o custo de depreciação pode ser obtido por:

$$C_d(n) = \frac{V_0 - V_R}{U}, n = 1, 2, \dots, U. \quad \text{Eq. 4}$$

em que  $V_R$  é o valor residual do ativo. O valor residual nada mais é do que o valor do bem após ele não ser mais útil para a empresa, podendo ser considerado em alguns casos o valor que se obteria na venda do ativo como sucata.

Observe que, uma vez que a taxa de depreciação é constante para todos os períodos considerados, combinando-se as Eq. 1, Eq. 2 e Eq. 4, tem-se:

$$I_d(n) = \frac{1 - \frac{V_R}{V_0}}{U}, n = 1, 2, \dots, U. \quad \text{Eq. 5}$$

Aplicando-se a Eq. 5 em Eq. 3 resulta em:

$$i_d(n) = \frac{\alpha}{U} \left( 1 - \frac{V_R}{V_0} \right) n = 1, 2, \dots, U. \quad \text{Eq. 6}$$

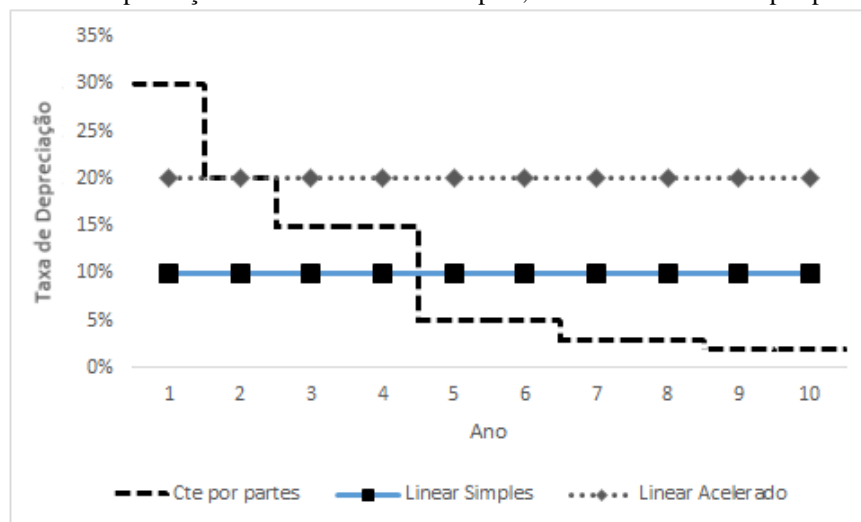
Ao se tratar de veículos, a depreciação não é uniforme, ou seja, a depreciação não ocorre a taxas constantes. Veículos de transporte possuem uma alta depreciação nos primeiros anos, e, no decorrer do tempo, essa depreciação vai diminuindo até praticamente se estabilizar no final de sua vida útil (MERCEDES BENZ, 1988). Para caminhões a taxa de depreciação pode ser considerada como constante por partes, ou seja, por exemplo (VIEIRA et.al, 2016):

$$i_a(n) = \begin{cases} 0,3, \text{ para } n = 1, \\ 0,2, \text{ para } n = 2, \\ 0,15 \text{ para } n = 3, \\ 0,15 \text{ para } n = 4, \\ 0,05 \text{ para } n = 5, \\ 0,05 \text{ para } n = 6, \\ 0,03 \text{ para } n = 7, \\ 0,02 \text{ para } n = 8. \end{cases} \quad \text{Eq. 7}$$

Quanto maior for o prazo para a renovação da frota, menor será a desvalorização média anual. Esse fato pode induzir empresas a manter uma idade mais avançada da frota, porém, o custo de manutenção se eleva muito com o passar dos anos, não sendo, em muitos casos, a melhor alternativa (VIEIRA et.al, 2016).

Como exemplo de uso de modelos de depreciação apresentados, na Figura 3 estão representados os três modelos vistos até aqui, ou seja, taxa de depreciação linear simples, linear acelerada e constante por partes. Considerando um equipamento no valor de 200.000 unidades monetárias, com uma vida útil de 10 anos e valor residual zero. Para o cálculo da taxa de depreciação acelerada, foi considerado o mesmo equipamento trabalhando em 3 turnos de 8 horas ( $\alpha = 2$ ), e, para a constante por partes, foi considerado as taxas de depreciação igualmente à Eq.7 (VIEIRA et.al, 2016). É possível perceber que a taxa de depreciação do modelo acelerado é maior do que a do modelo linear simples, porém ambas se mantêm constantes ao longo do tempo. A depreciação constante por partes tem uma taxa elevada nos primeiros anos, porém havendo uma grande queda com o decorrer do tempo.

Figura 3 - Taxa de depreciação nos modelos linear simples, acelerado e constante por parte.



Fonte: Autoria própria

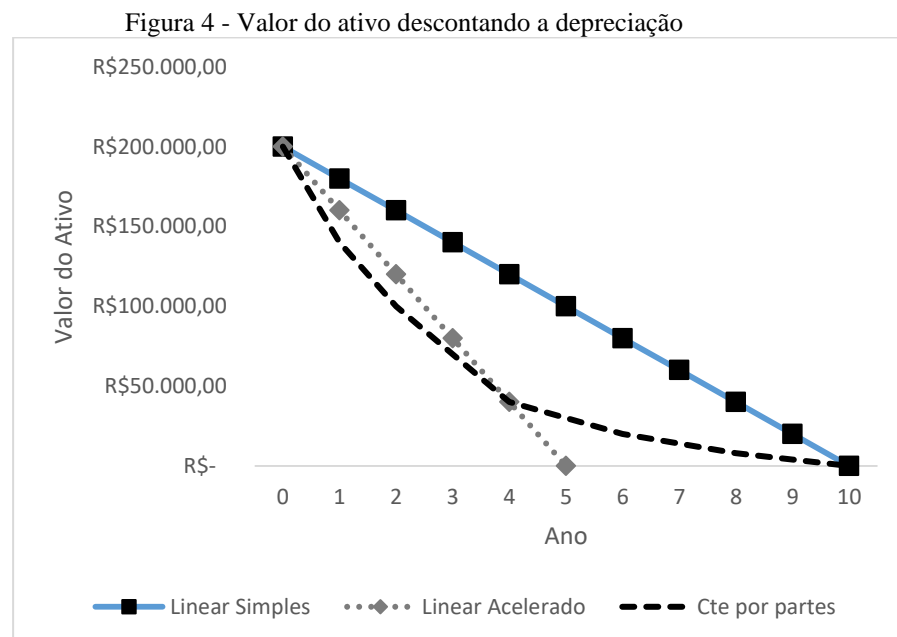
O custo de depreciação é descontado do valor do ativo anualmente. Isso significa dizer que anualmente o equipamento perde valor (MARION, 2015). O valor do equipamento no n-ésimo período é dado por:

$$V_n = \begin{cases} V_0 - C_d(n), & \text{para } V_0 \geq C_d(n), \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} . \quad \text{Eq. 8}$$

O custo de depreciação acumulada até o n-ésimo período pode ser obtido por:

$$C_{dA}(n) = \sum_{j=1}^n C_d(j) . \quad \text{Eq. 9}$$

Na Figura 4 é possível verificar o comportamento do valor do equipamento, descontando-se a depreciação de acordo com cada modelo estudado, utilizando os mesmos dados do exemplo anterior. É possível observar que o tempo em que o equipamento demora para se depreciar por completo é muito menor na depreciação linear acelerada do que na linear simples. Já a constante por partes possui uma grande queda no valor do ativo nos primeiros anos, porém, a taxa de depreciação é suavizada à medida que o equipamento vai chegando próximo ao fim de sua vida útil.



Fonte: Autoria própria

A depreciação contábil está diretamente relacionada à Demonstração do Resultado do Exercício (DRE), balanço patrimonial e imposto de renda da empresa. A depreciação de um ativo entra como despesa no balanço, fazendo com que o lucro da empresa seja contabilmente menor, o que gera um ganho ao aplicar o imposto de renda (MARION, 2015). Porém, para este estudo utilizaremos a depreciação operacional, que é o cálculo da depreciação considerando os valores residuais como sendo o valor de mercado do bem de estudo, ou seja, dada por (MERCEDES BENZ, 1988):

$$C_d(n) = V_0 - V_{REV}(n), \quad \text{Eq. 10}$$

em que  $V_{REV}$  é o valor de revenda do veículo no n-ésimo ano.

Note que, neste caso o cálculo do custo de depreciação já fornece o custo equivalente da depreciação acumulada. Ou seja, o valor da depreciação encontrado, por exemplo, no ano 4, é referente ao valor acumulado da depreciação do ano 1 ao 4.

## 2.2 EQUIVALENCIA DE VALORES EM DATAS DIFERENTES

O valor do dinheiro pode variar de acordo com a data em que se está analisando. Uma determinada quantia hoje terá um valor diferente após alguns anos. Sendo assim, só podemos comparar valores em uma mesma data. Para comparar valores em datas diferentes é necessário estabelecer uma equivalência de valores em uma data base (SECAF, 1985). A equivalência é necessária pois o mercado se utiliza de juros para a valorização ou desvalorização monetária. As instituições financeiras utilizam-se de taxas de juros ao disponibilizarem empréstimos ou financiamentos. Esses juros existem devido a fatores como a inflação, risco, custo de oportunidade dentre outros. Os juros são divididos basicamente em dois grupos: Juros Simples e Juros compostos. O valor futuro baseado em juros simples ( $F_s$ ) e o valor futuro baseado em juros compostos ( $F_c$ ) são dados respectivamente por:

$$F_s = P \times (1 + i \times n), \quad \text{Eq. 11}$$

$$F_c = P \times (1 + i)^n, \quad \text{Eq. 12}$$

sendo:

$P$  o Valor Presente;

$i$  a Taxa de Juros;

$n$  o número de Períodos.

O cálculo do valor presente, baseado em juros compostos, conhecendo-se o valor futuro pode ser realizado utilizando-se a Eq. 12, ou seja,

$$P = F_c \times \frac{1}{(1+i)^n}, \quad \text{Eq.13}$$

em que  $\frac{1}{(1+i)^n}$  é denominado *Fator de Valor Presente*.

Para que uma série de valores seja equivalente a outra série de valores em datas diferentes, é necessário que ambas possuam o mesmo valor presente, sendo utilizada a mesma taxa de juros. Para tal, torna-se interessante conhecer o Valor Anual Uniforme Equivalente, que é dado por (SECAF, 1985):

$$A = P \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}, \quad \text{Eq. 14}$$

ou:

$$P = A \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n}, \quad \text{Eq. 15}$$

em que:

$A$  é o Valor Anual Uniforme Equivalente;

$P$  é o Valor Presente da Série dada;

$\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$  é chamado de *Fator de Recuperação de Capital*;

$\frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n}$  é chamado de *Fator de Valor Presente para Séries Uniformes*.

### 2.3 MODELOS DE DETERMINAÇÃO DO MOMENTO IDEAL DE SUBSTITUIÇÃO

Existem diversos modelos matemáticos para se determinar o momento ideal de substituição de veículos (FRACARI, 2017; LIMA, 2002; VIEIRA et.al.,2016). Neste trabalho são abordados os métodos do Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE), que consiste na equivalência econômica dos valores, considerando as taxas de juros referentes ao período analisado, transformando-os em valores presentes equivalentes. Essa taxa pode ser chamada de Taxa Mínima de Atratividade, na qual é considerada a taxa média de juros do período, desconsiderando a inflação (MERCEDES-BENZ, 1988) e o Método do Custo Médio por período, que pode ser utilizado para um grupo de veículos, ou para veículos em separado,

baseando-se nos valores médios dos custos de manutenção, de capital e depreciação dos veículos em cada período (VIEIRA et.al, 2016; LIMA, 2002).

### 2.3.1 MÉTODO DO CUSTO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE

A determinação do ponto ideal de troca do veículo se dará a partir do momento em que o CAUE se igualar ao custo total anual, ou, quando o CAUE atingir o seu menor valor. O CAUE é dependente do custo anual uniforme equivalente de manutenção (CAUEM) e custo anual uniforme equivalente de depreciação (CAUED). Porém, tais valores deverão ser transformados para valores equivalentes presentes, como veremos a seguir (MERCEDEZ-BENZ, 1988).

$$CAUE = CAUEM + CAUED . \quad \text{Eq. 16}$$

O CAUEM, que é o custo de manutenção trazido para o valor presente e considerando a recuperação de capital, é dado por:

$$C_n = \left[ \sum_{n=1}^n \frac{C_m(n)}{(1+i)^n} \right] \times \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}, \quad \text{Eq. 17}$$

em que:

$C_m(n)$  é o custo de manutenção no  $n$ -ésimo período;

$C_n$  é o CAUEM de  $n$  anos de uso;

$n$  é o número de Períodos;

$i$  é a Taxa de Juros.

Segundo o Guia da Mercedes-Benz (1988), podemos obter o Custo Anual Uniforme Equivalente de Depreciação (CAUED) utilizando o preço de revenda do veículo utilizando a seguinte fórmula:

$$C_n = \left[ V_0 - V_{REV}(n) \frac{1}{(1+i)^n} \right] \times \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}, \quad \text{Eq. 18}$$

onde:

$C_n$  é o CAUED de  $n$  anos de uso;



$V_0$  é o valor do equipamento novo em unidades monetárias no início do horizonte de tempo considerado;

$V_{REV}(n)$  é o Valor de revenda do veículo no ano  $n$ ;

$V_0 - V_{REV}(n) \frac{1}{(1+i)^n}$  é a diferença entre o preço pago pelo veículo e seu valor de revenda, já atualizado para o ano  $n$ .

$i$  é a Taxa de Juro.

O Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) é dado pela soma do Custo Anual Uniforme Equivalente de Manutenção (CAUEM) com o Custo Anual Uniforme Equivalente de Depreciação (CAUED). Matematicamente temos:

$$CAUE_n = C_n + C'_n, \quad \text{Eq. 19}$$

ou ainda:

$$CAUE_n = \left[ V_0 - \frac{V_{REV}(n)}{(1+i)^n} + \sum_{m=1}^n \frac{C_m(n)}{(1+i)^m} \right] \times \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}. \quad \text{Eq. 20}$$

No ANEXO A do presente trabalho consta um exemplo numérico de como calcular o ponto ótimo de substituição de um veículo.

### 2.3.2 MÉTODO DO CUSTO MÉDIO POR PERÍODO

O custo médio por período é realizado através dos custos médios de manutenção, financeiro e depreciação. É definido o ponto ideal de substituição quando o custo médio por quilometro possui o seu valor mínimo. Ou seja (VIEIRA et.al, 2016):

$$\bar{C}_d(n) = \frac{C_d(n)}{n}, \quad \text{Eq. 21}$$

sendo:

$\bar{C}_d(n)$  é o Custo Médio de Depreciação de  $n$  anos;

$C_d(n)$  é o Custo de Depreciação Acumulada em  $n$  anos;

$n$  é o número de Períodos (anos).

$$C_f(n) = (V_0 - C_d(n-1)) \times i, \quad \text{Eq. 22}$$

em que:

$C_f(n)$  é o Custo Financeiro no ano  $n$ ;

$V_0$  é o valor do equipamento novo em unidades monetárias no início do horizonte de tempo considerado.

$$C_{fA}(n) = \sum_{j=1}^n C_f(j), \quad \text{Eq. 23}$$

onde:

$C_{fA}(n)$  é o Custo Financeiro acumulado de  $n$  anos.

$$\overline{C}_f(n) = \frac{C_{fA}(n)}{n}, \quad \text{Eq. 24}$$

sendo:

$\overline{C}_f(n)$  é o Custo Médio Financeiro de  $n$  anos.

$$C_{mA}(n) = \sum_{j=1}^n C_m(j), \quad \text{Eq. 25}$$

em que:

$C_{mA}(n)$  é o Custo de Manutenção acumulado de  $n$  anos;

$C_m(n)$  é o Custo de Manutenção no ano  $n$ .

$$\overline{C}_m(n) = \frac{C_{mA}(n)}{n} \quad \text{Eq. 26}$$

onde:

$\overline{C}_m(n)$  é o Custo de Médio de Manutenção de  $n$  anos.

$$CMP_n = \overline{C}_d(n) + \overline{C}_f(n) + \overline{C}_m(n) \quad \text{Eq. 27}$$

sendo:

$CMP_n$  é o Custo Médio por Período do ano  $n$ .

Para um melhor entendimento, o ANEXO B deste artigo traz os cálculos realizados em um exemplo.

### **3. ANÁLISE DO PONTO IDEAL DE SUBSTITUIÇÃO DE VEÍCULOS**

#### **3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA DE ESTUDO**

A empresa em estudo possui 20 veículos próprios, sendo que destes, 4 são veículos de transferências, responsáveis por transportar as cargas entre as filiais. O trecho mais longo percorrido por veículos próprios é entre as filiais de Juiz de Fora (MG) e São Paulo (SP), principal rota da transportadora, sendo responsável por cerca de 85% da movimentação total de carga. Cada filial tem sua predominância de cargas, sendo a unidade de São Paulo a unidade com maior volume expedido, ou seja: a maior parte das cargas são provenientes dela. Por outro lado, a unidade de Juiz de Fora é a que possui maior volume recebido. Tal fato não é de se estranhar, pois ela é a responsável por centralizar e distribuir as cargas para as demais unidades, devido a cidade estar muito bem localizada geograficamente, sendo próxima às principais capitais do Sudeste brasileiro.

A quebra de um dos veículos que realiza a rota entre as filiais de São Paulo e Juiz de Fora gera enormes impactos na operação, não somente na unidade de Juiz de Fora, mas também em todas as outras filiais, tendo em vista que Juiz de Fora é responsável pela distribuição de cargas para as demais unidades. Além do impacto operacional, há também o custo de deslocamento de mecânicos para o local da quebra, compra de peças de reposição, e, dependendo da situação, necessidade de contratação de carreteiros terceirizados para a substituição deste veículo até que sua manutenção seja concluída. Nos últimos anos, a incidência de problemas mecânicos nos veículos tem aumentado, podendo ser consequência da idade avançada de alguns caminhões, tornando-se necessário o estudo para conhecimento do ponto ideal de troca da frota.

#### **3.2 DADOS PARA REALIZAÇÃO DOS CÁLCULOS**

Para a realização do estudo do momento ideal de substituição, são necessários conhecer o custo de manutenção, depreciação e valor de compra do veículo. Sabendo-se que empresa possui veículos que foram adquiridos entre 1987 e 2016, só serão considerados para o presente trabalho os veículos cujas aquisições foram realizadas após o ano de 1994, a fim de evitar cálculos de transformação de moedas, devido as várias mudanças no período, além da forte influência da inflação, fator que poderia mascarar o resultado do cálculo do momento ideal de substituição. Além disso, a empresa de estudo passou a implementar o monitoramento dos

custos referentes à manutenção em meados de 2005. Com isso, não foi possível extrair os dados anteriores a esta data, referentes aos custos como peças, serviços e etc. de grande parte da frota. Tais dados eram anteriormente enviados somente para o faturamento e contabilidade, a fim de cumprir com os requisitos da lei contábil brasileira, não sendo discriminado o valor gasto em cada veículo. Tendo em vista estes fatores, o estudo de caso considera, finalmente, os veículos adquiridos após 2005, sendo eles: Mercedes-Benz Axor 2544; Hyundai HR – HDB e Mercedes-Benz Accelo 1016.

Definidos os veículos de estudo, torna-se necessário a obtenção dos seus custos. O custo de manutenção (Tabela 4) é composto pela soma do custo de peças (Tabela 1); custo da mão-de-obra (Tabela 2) e o custo da hora parada (Tabela 3). Estes dados foram retirados do *software* ControlCar, responsável por toda a gestão de dados do setor de manutenção da empresa. Já o Custo de depreciação está diretamente ligado ao valor de compra do veículo, fornecidos pelo setor contábil da transportadora e descritos na Tabela 5. O valor de revenda é considerado como valor residual, pois é o valor que a transportadora conseguiria no mercado caso desejasse se desfazer de seu bem. Este valor é encontrado na tabela FIPE, de acordo com a marca, modelo e ano de fabricação. Os dados provenientes da consulta realizada para os veículos da empresa estão descritos na Tabela 6.

Tabela 1 - Custo de Peças

	Ano				
	1	2	3	4	5
<b>Axor</b>	R\$ 14.986,14	R\$ 22.644,44	R\$ 18.196,60	R\$ 12.944,97	R\$ 27.020,44
<b>Hyundai HR</b>	R\$ 10.007,10	R\$ 3.643,75	R\$ 1.767,78	R\$ 2.892,39	R\$ 3.832,97
<b>Accelo</b>	R\$ 18.260,76	R\$ 6.423,37	R\$ 4.593,20	R\$ 3.974,98	R\$ -

Fonte: ControlCar

Tabela 2 - Custo de Mão-de-Obra

	Ano				
	1	2	3	4	5
<b>Axor</b>	R\$ 636,50	R\$ 3.952,88	R\$ 5.871,75	R\$ 4.639,28	R\$ 7.482,24
<b>Hyundai HR</b>	R\$ 200,00	R\$ 487,00	R\$ 756,00	R\$ 1.406,00	R\$ 846,00
<b>Accelo</b>	R\$ 7.567,00	R\$ 1.889,20	R\$ 2.374,34	R\$ 1.886,10	

Fonte: ControlCar

Tabela 3 - Custo de Horas Paradas

	Ano				
	1	2	3	4	5
<b>Axor</b>	R\$ 25.000,00	R\$ 30.000,00	R\$ 35.000,00	R\$ 25.000,00	R\$ 60.000,00
<b>Hyundai HR</b>	R\$ 1.800,00	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00	R\$ 4.200,00	R\$ 5.400,00
<b>Accelo</b>	R\$ 2.400,00	R\$ 4.000,00	R\$ 4.000,00	R\$ 5.600,00	

Fonte: ControlCar

Tabela 4 - Custo Total de Manutenção

	Ano				
	1	2	3	4	5
<b>Axor</b>	R\$ 40.622,64	R\$ 56.597,32	R\$ 59.068,35	R\$ 42.584,25	R\$ 94.502,68
<b>Hyundai HR</b>	R\$ 12.007,10	R\$ 7.130,75	R\$ 5.523,78	R\$ 8.498,39	R\$ 10.078,97
<b>Accelo</b>	R\$ 28.227,76	R\$ 12.312,57	R\$ 10.967,54	R\$ 11.461,08	

Fonte: Autoria própria

Tabela 5 - Valor do Veículo Novo

<b>Axor</b>	R\$ 294.000,00
<b>Hyundai HR</b>	R\$ 67.300,00
<b>Accelo</b>	R\$ 171.000,00

Fonte: ControlCar

Tabela 6 - Valor de Revenda

	Ano				
	1	2	3	4	5
<b>Axor</b>	R\$ 232.134,00	R\$ 205.539,00	R\$ 175.622,00	R\$ 144.541,00	R\$ 139.710,00
<b>Hyundai HR</b>	R\$ 55.485,00	R\$ 55.383,00	R\$ 54.520,00	R\$ 53.900,00	R\$ 55.120,00
<b>Accelo</b>	R\$ 110.066,00	R\$ 107.215,00	R\$ 104.933,00	R\$ 102.521,00	

Fonte: Tabela FIPE – Acessado em Maio de 2018

De posse destes dados, o momento ideal de substituição de veículos será calculado utilizando a metodologia do CAUE e a do Custo Médio por Período.

### 3.3 CUSTO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE

Conforme apresentado no capítulo 2 do presente trabalho, o CAUE (Tab. 10) é encontrado fazendo-se a soma entre o CAUEM (Eq. 17) e CAUED (Eq. 18). Por conveniência, a equação do CAUE será rerepresentada, cujo resultados encontram-se na Tabela 10.

$$CAUE_n = \left[ V_0 - \frac{V_{REV}(n)}{(1+i)^n} + \sum_{n=1}^n \frac{C_m(n)}{(1+i)^n} \right] \times \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1},$$

em que:

$V_0 - \frac{V_{REV}(n)}{(1+i)^n}$  Estão representados na tabela 8;

$\sum_{n=1}^n \frac{C_m(n)}{(1+i)^n}$  Encontra-se na tabela 7;

$\frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$  está descrito na tabela 9.

Tabela 7 - Custo Acumulado de Manutenção Atualizado

	Ano				
	1	2	3	4	5
<b>Axor</b>	R\$ 36.270,21	R\$ 81.389,25	R\$ 123.432,94	R\$ 150.496,00	R\$ 204.119,36
<b>Hyundai HR</b>	R\$ 10.720,63	R\$ 16.405,22	R\$ 20.336,93	R\$ 25.737,81	R\$ 31.456,89
<b>Accelo</b>	R\$ 25.203,36	R\$ 35.018,86	R\$ 42.825,34	R\$ 50.109,06	

Fonte: Autoria própria

Tabela 8 - Custo de Depreciação Atualizado

	Ano				
	1	2	3	4	5
<b>Axor</b>	R\$ 86.737,50	R\$ 130.145,57	R\$ 168.995,73	R\$ 202.141,58	R\$ 214.724,79
<b>Hyundai HR</b>	R\$ 17.759,82	R\$ 23.149,01	R\$ 28.493,74	R\$ 33.045,58	R\$ 36.023,43
<b>Accelo</b>	R\$ 72.726,79	R\$ 85.528,86	R\$ 96.310,76	R\$ 105.846,05	

Fonte: Autoria própria

Tabela 9 - Fator de Recuperação de Capital

Fator de Recuperação de Capital (i=12% a.a.)				
1	2	3	4	5
1,1200	0,5917	0,4163	0,3292	0,2774

Fonte: Autoria própria

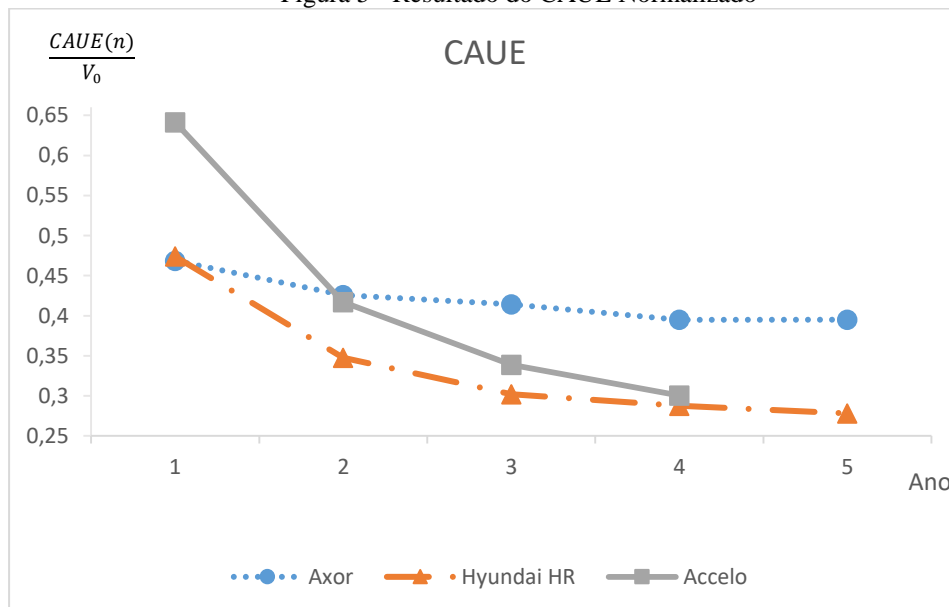
Tabela 10 - Custo Anual Uniforme Equivalente

	Ano				
	1	2	3	4	5
<b>Axor</b>	R\$ 137.768,64	R\$ 125.164,75	R\$ 121.752,38	R\$ 116.100,43	R\$ 116.191,44
<b>Hyundai HR</b>	R\$ 31.898,10	R\$ 23.404,16	R\$ 20.330,60	R\$ 19.353,52	R\$ 18.719,70
<b>Accelo</b>	R\$ 109.681,76	R\$ 71.327,86	R\$ 57.929,18	R\$ 51.345,79	R\$ -

Fonte: Autoria própria

Os resultados apresentados na Tabela 10 sugerem que para o veículo Axor, o momento ideal de substituição é o quarto ano após a sua aquisição, pois é onde se encontra o menor CAUE. Tal resultado pode ser observado na Figura 5, em que o ponto de mínimo para este veículo encontra-se no ponto referente ao ano 4. Ainda conforme a Figura 5, para os outros dois veículos não foi possível identificar o momento ideal de troca, pois o CAUE ainda não atingiu o seu ponto mínimo, o que demonstra que ainda é rentável manter tais veículos na frota da empresa segundo a metodologia do CAUE.

Figura 5 - Resultado do CAUE Normalizado



Fonte: Autoria própria.

### 3.4 CUSTO MÉDIO POR PERÍODO

O Custo Médio por Período é composto pela soma do Custo Médio de Depreciação (Tabela 11), Custo Médio Financeiro (Tabela 12) e Custo Médio de Manutenção (Tabela 13). O momento ideal de substituição se dá onde for encontrado o menor custo médio por período por quilometro (Tabela 16), sendo encontrado através da divisão entre o Custo Médio por

Período (Tabela 14) pela quantidade de quilômetros rodados pelo veículo no período (Tabela 15).

Tabela 11- Custo Médio de Depreciação

	Ano				
	1	2	3	4	5
<b>Axor</b>	R\$ 61.866,00	R\$ 44.230,50	R\$ 39.459,33	R\$ 37.364,75	R\$ 30.858,00
<b>Hyundai HR</b>	R\$ 11.815,00	R\$ 5.958,50	R\$ 4.260,00	R\$ 3.350,00	R\$ 2.436,00
<b>Accelo</b>	R\$ 60.934,00	R\$ 31.892,50	R\$ 22.022,33	R\$ 17.119,75	R\$ -

Fonte: Autoria própria

Tabela 12- Custo Médio Financeiro

	Ano				
	1	2	3	4	5
<b>Axor</b>	R\$ 35.280,00	R\$ 31.568,04	R\$ 29.266,92	R\$ 27.218,85	R\$ 25.244,06
<b>Hyundai HR</b>	R\$ 8.076,00	R\$ 7.367,10	R\$ 7.126,72	R\$ 6.980,64	R\$ 6.878,11
<b>Accelo</b>	R\$ 20.520,00	R\$ 16.863,96	R\$ 15.531,24	R\$ 14.796,42	R\$ -

Fonte: Autoria própria

Tabela 13- Custo Médio de Manutenção

	Ano				
	1	2	3	4	5
<b>Axor</b>	R\$ 40.622,64	R\$ 48.609,98	R\$ 52.096,10	R\$ 49.718,14	R\$ 58.675,05
<b>Hyundai HR</b>	R\$ 12.007,10	R\$ 9.568,93	R\$ 8.220,54	R\$ 8.290,01	R\$ 8.647,80
<b>Accelo</b>	R\$ 28.227,76	R\$ 20.270,17	R\$ 17.169,29	R\$ 15.742,24	R\$ -

Fonte: ControlCar

Tabela 14- Custo Médio por Período

	Ano				
	1	2	3	4	5
<b>Axor</b>	R\$ 137.768,64	R\$ 124.408,52	R\$ 120.822,36	R\$ 114.301,74	R\$ 114.777,11
<b>Hyundai HR</b>	R\$ 31.898,10	R\$ 22.894,53	R\$ 19.607,26	R\$ 18.620,65	R\$ 17.961,91
<b>Accelo</b>	R\$ 109.681,76	R\$ 69.026,63	R\$ 54.722,86	R\$ 47.658,41	R\$ -

Fonte: Autoria própria

Tabela 15- Quilometragem por Ano

	Ano				
	1	2	3	4	5
<b>Axor</b>	135.860	263.569	270.026	278.287	254.246
<b>Hyundai HR</b>	25.899	26.697	27.177	31.067	33.767
<b>Accelo</b>	128.354	137.871	131.458	139.598	

Fonte: ControlCar



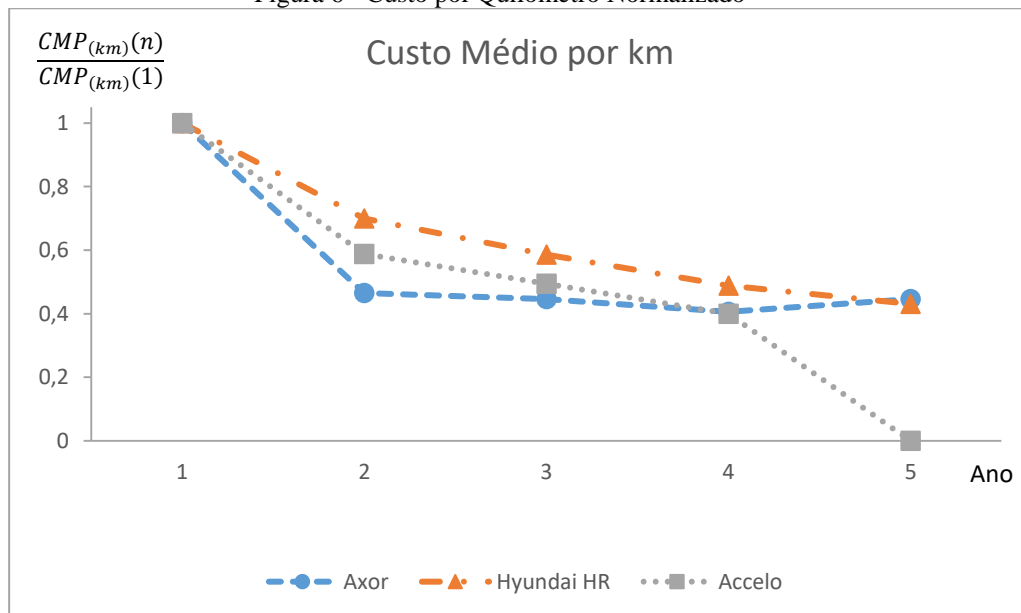
Tabela 16- Custo Médio por km

	Ano				
	1	2	3	4	5
<b>Axor</b>	R\$ 1,01	R\$ 0,47	R\$ 0,45	R\$ 0,41	R\$ 0,45
<b>Hyundai HR</b>	R\$ 1,23	R\$ 0,86	R\$ 0,72	R\$ 0,60	R\$ 0,53
<b>Accelo</b>	R\$ 0,85	R\$ 0,50	R\$ 0,42	R\$ 0,34	

Fonte: Autoria própria

Assim como na metodologia do CAUE, os resultados obtidos na Tabela 14 e Tabela 16 demonstram que o veículo Axor tem o seu quarto ano de uso como o ideal para ser substituído, tanto pelo Custo Médio por período, quanto através do Custo Médio por km. Os demais veículos ainda não atingiram a idade ideal para que sejam substituídos, pois ainda não é possível encontrar o Custo Médio por Período e por quilômetro mínimo. Estes valores podem ser observados na Figura 6, em que o valor mínimo do custo por quilometro do veículo Axor está no quarto ano, enquanto os demais veículos ainda não possuem um ponto de mínimo.

Figura 6 - Custo por Quilometro Normalizado



Fonte: Autoria própria

#### 4. CONCLUSÃO

Os cenários econômicos atuais, juntamente com o grande número de empresas especializadas no transporte rodoviário de cargas, tornam o setor altamente competitivo. Para que as empresas consigam manter uma saúde financeira adequada, é necessário que todos os seus processos estejam otimizados, minimizando perdas, conseqüentemente, diminuindo despesas, permitindo-as praticar preços competitivos.

A alta média de idade dos veículos de transporte terrestre é um indicativo de que o planejamento de substituição da frota não é algo usualmente utilizado por grande parte dos envolvidos no setor. De acordo com diversos autores, ter uma frota com idade adequada representa a diminuição nos custos inerentes deste veículo, além de gerar maior segurança e qualidade no serviço oferecido, sendo algo de extrema relevância para as empresas de transportes.

A empresa foco deste estudo apresenta uma idade média de frota acima da média nacional, tornando tal estudo altamente relevante para que a mesma possa passar a ter um planejamento de substituição adequado, diminuindo seus custos.

No presente artigo foram utilizados dois métodos para a determinação do ponto ideal de substituição de veículos: o método do Custo Médio por Período e o método do Custo Anual Uniforme Equivalente. Em seguida foi realizado o estudo de 3 veículos da frota de uma empresa transportadora de cargas fracionadas, de um total de 20. Foram escolhidos o modelo Mercedes-Benz Axor 2544; Hyundai HR – HDB e Mercedes-Benz Accelo 1016, sendo os dois primeiros com 5 anos de uso, e o terceiro com 4. Nas duas metodologias utilizadas, o modelo Mercedes-Benz Axor 2544 obteve o ponto ideal de substituição como sendo o quarto ano, o que reforça que o veículo que está indo para o seu sexto ano de funcionamento já atingiu a sua maturidade, deixando de ser um ativo economicamente atrativo para a empresa, com seus custos tendendo a aumentar a cada ano. Diferentemente do Axor, os veículos Hyundai HR – HDB e Mercedes-Benz Accelo 1016 ainda são economicamente atrativos para a empresa, pois seus custos mínimos ainda não foram atingidos, não sendo interessante substituí-los por veículos novos neste momento.

Os veículos que foram adquiridos anteriormente ao ano de 2005 não possuem dados históricos de manutenção, impossibilitando a aplicação dos métodos aqui abordados. Levando-se em consideração a idade avançada dos mesmos, sugere-se a empresa que levante

detalhadamente os custos inerentes destes veículos, a fim de elaborar o planejamento de substituição, dado que a idade média dos mesmos é de, aproximadamente, 20 anos.

Por fim, para que o correto estudo do momento ideal de substituição de frotas seja realizado, é necessário que a empresa mantenha os custos e despesas referentes à sua frota sempre atualizados em seu *software*, inclusive o tempo que os veículos ficam parados para manutenção – consequentemente sem produzir.

## 5. SUGESTÕES PARA ESTUDO

A definição do momento ideal de substituição de veículos leva em consideração dois pilares:

- Custo de Depreciação;
- Custo de Manutenção.

Para trabalhos futuros torna-se interessante o estudo do impacto das diversas formas conhecidas de planejamento da manutenção no momento ideal de substituição de frota, pois o aumento ou diminuição destes custos impactam diretamente no resultado do estudo. Além disso, a empresa em estudo é optante pelo regime tributário de lucro presumido, fazendo com que a tributação seja feita a partir do lucro pré-determinado pela empresa. Neste caso, a depreciação não altera o lucro da empresa, não havendo ganhos tributários com base em ativos. Porém, para outros regimes tributários o valor da depreciação contábil é de grande importância, pois geram alguns ganhos fiscais, caso que não foi abordado no presente trabalho. Com isso, torna-se importante o estudo do momento ideal de substituição de veículos levando em consideração os ganhos e perdas fiscais de ativos – no caso veículos – e seus impactos no respectivo cálculo.

Os métodos aqui apresentados fornecem o momento ideal de substituição dos veículos a partir de dados históricos. Com isso, o momento ideal só será conhecido ao final do ano subsequente ao ano ideal de substituição. Porém, o estudo matemático que permita estimar o ponto ideal de substituição com antecedência seria de grande valia para que as empresas possam planejar a substituição desses veículos com antecedência.

## 6. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES – **Relatórios Anuais**, 2018.  
Disponível em: <[www.antt.gov.br](http://www.antt.gov.br)> Acesso em: 12/10/2018

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial**, 5th edição. Bookman, 2018.

CAIXETA-FILHO, José Vicente, Martins, Ricardo Silveira, (Org.) . **Gestão Logística do Transporte de Cargas**. Atlas, 12/2002.

CAXITO, Fabiano. **Logística - um enfoque prático** - 2ª Edição, 2nd edição. Saraiva, 06/2014.

DIAS, Marco Aurélio P. . **Administração de Materiais: Uma Abordagem Logística**, 6ª edição. Atlas, 04/2015.

FRACARI, Lucas Oliveira. **Análise da Viabilidade Econômica de Substituição de um Veículo em uma Transportadora de Cargas Frigorificadas de Santa Maria**. 2017. Dissertação (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro de Tecnologia – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONOMICAS – **Tabela FIPE**, 2019.  
Disponível em: <[www.veiculos.fipe.org.br](http://www.veiculos.fipe.org.br)> Acesso em: 07/05/2019

GOVERNO FEDERAL – **Conheça a História das cédulas e moedas nacionais**, 2009.  
Disponível em: <[www.brasil.gov.br/governo/2009/11/conheca-a-historia-das-credulas-e-moedas-nacionais](http://www.brasil.gov.br/governo/2009/11/conheca-a-historia-das-credulas-e-moedas-nacionais)> Acesso em: 07/05/2019

LIMA, Adriano Araújo de. **Uma Metodologia Para determinação do Ponto Econômico de Substituição de Equipamentos de Transporte**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MARION, José Carlos . **Contabilidade Básica: Atualizada Conforme os Pronunciamentos do CPC (Comitê de Pronunciamentos Contábeis) e as Normas Brasileiras de Contabilidade NBC TG 1000 e ITG 1000**, 11ª edição. Atlas, 04/2015.

MERCEDES BENZ. **Administração do Transporte de Cargas – Renovação de Frota**. Gerência de Marketing, 03/1988.

RECEITA FEDERAL DO BRASIL – **Consulta de Normas**, 2019.  
Disponível em: <<http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/consulta.action>>  
Acesso em: 24/06/2019

SECAF, Walter, **Manual de Procedimentos Para a Reposição de Veículos de Uma Frota: Uma Análise Econômica com Aplicação da Engenharia Econômica**, 1ª Edição. Walter Secaf, 03/1985.

VIEIRA, Amir Mattar Valente | Antonio Galvão Novaes | Eunice Passaglia |  
H. **Gerenciamento de Transporte e Frotas**, 3rd edição. Cengage Learning Editores, 2016-06-24.

WANKE, Peter F. **Logística e transporte de cargas no Brasil** : produtividade e eficiência no Século XXI. Atlas, 05/2010.

## ANEXO A – EXEMPLO DO CÁLCULO DO CAUE

Para exemplificação do cálculo realizado para a identificação da idade ótima para substituição de veículos, será utilizado uma simulação com valores fictícios que são fornecidos pelo manual da Mercedes-Benz (1988). No exemplo, o custo adicional de hora parada é de \$312,50 e a taxa mínima de atratividade desconsiderando a inflação é de 12% ao ano. Os custos de manutenção e de depreciação, assim como os valores de revenda encontram-se nas Tabela 17. Na Tabela 18. estão expostos os cálculos realizados para encontrar o CAUE (MERCEDES-BENZ, 1988).

Para melhor entendimento, o cálculo realizado em cada linha será discriminado.

Tabela 17 - Custos de peças, mão-de-obra, valor de revenda e total de horas paradas de um veículo ao longo dos anos.

<b>Idade (Anos)</b>	<b>Peças</b>	<b>Mao-de-obra</b>	<b>Horas paradas</b>	<b>Valor de Revenda</b>
<b>0</b>	-	-	-	\$ 560.000,00
<b>1</b>	\$ 26.500,00	\$ 13.200,00	104	\$ 450.000,00
<b>2</b>	\$ 34.000,00	\$ 17.100,00	120	\$ 360.000,00
<b>3</b>	\$ 45.000,00	\$ 24.000,00	152	\$ 300.000,00
<b>4</b>	\$ 50.500,00	\$ 25.000,00	144	\$ 250.000,00
<b>5</b>	\$ 57.000,00	\$ 28.500,00	160	\$ 210.000,00
<b>6</b>	\$ 67.000,00	\$ 34.000,00	200	\$ 185.000,00
<b>7</b>	\$ 76.500,00	\$ 38.500,00	208	\$ 165.000,00
<b>8</b>	\$ 98.500,00	\$ 50.000,00	184	\$ 150.000,00

Fonte: Adaptado de Mercedes-Benz, 1988.

Tabela 18 - Tabela de cálculo do CAUE

Linha	Cálculo	Anos							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Horas Paradas	104	120	152	144	160	200	208	184
2	Custo das Horas Paradas	\$ 32.500,00	\$ 37.500,00	\$ 47.500,00	\$ 45.000,00	\$ 50.000,00	\$ 62.500,00	\$ 65.000,00	\$ 57.500,00
3	Custo de Peças	\$ 26.500,00	\$ 34.000,00	\$ 45.000,00	\$ 50.500,00	\$ 57.000,00	\$ 67.000,00	\$ 76.500,00	\$ 98.500,00
4	Custo de Mão-de-Obra	\$ 13.200,00	\$ 17.100,00	\$ 24.000,00	\$ 25.000,00	\$ 28.500,00	\$ 34.000,00	\$ 38.500,00	\$ 50.000,00
5	Custo de Manutenção	\$ 72.200,00	\$ 88.600,00	\$ 116.500,00	\$ 120.500,00	\$ 135.500,00	\$ 163.500,00	\$ 180.000,00	\$ 206.000,00
6	Valor de Revenda	\$ 450.000,00	\$ 360.000,00	\$ 300.000,00	\$ 250.000,00	\$ 210.000,00	\$ 185.000,00	\$ 165.000,00	\$ 150.000,00
7	Fator de Valor Presente	0,8928	0,7971	0,7117	0,6355	0,5674	0,5066	0,4523	0,4038
8	Valor de Revenda Atualizado	\$ 401.760	\$ 286.956	\$ 213.510	\$ 158.875	\$ 119.154	\$ 93.721	\$ 74.629	\$ 60.570
9	Custo de Depreciação Atualizado	\$ 158.240	\$ 273.044	\$ 346.490	\$ 401.125	\$ 440.846	\$ 466.279	\$ 485.371	\$ 499.430
10	Custo de Manutenção Atualizado	\$ 64.460	\$ 70.623	\$ 82.913	\$ 76.578	\$ 76.883	\$ 82.829	\$ 81.414	\$ 83.183
11	Custo de Manutenção Acumulado	\$ 64.460	\$ 135.083	\$ 217.996	\$ 294.574	\$ 371.457	\$ 454.286	\$ 535.700	\$ 618.883
12	Fator de Recuperação de Capital	1,12	0,5916	0,4163	0,3292	0,2774	0,2432	0,2191	0,2013
13	Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE)	\$ 249.424	\$ 241.448	\$ 234.996	\$ 229.024	\$ 225.333	\$ 223.881	\$ 223.717	\$ 225.116

Fonte: Adaptado de Mercedes-Benz, 1988.

1. Horas Paradas: Total de horas que o veículo permaneceu sem funcionamento para a realização da manutenção do mesmo.
2. Custo de Horas Paradas: O cálculo das horas paradas é realizado através da multiplicação das horas em que o veículo ficou parado para manutenção pelo valor do custo adicional por hora parada, que no exemplo é de \$312,5
3. Custo de Peças: Total gasto com o veículo para a aquisição de peças de reposição ou peças necessárias para a realização da manutenção da frota.
4. Custo de Mão-de-obra: Valor gasto com a mão-de-obra para a realização da manutenção do veículo.
5. Custo de Manutenção: O custo da manutenção é dado pela soma dos custos de mão-de-obra com o valor gasto com peças, juntamente com o custo das horas paradas
6. Valor de Revenda: Valor que o veículo possui caso fosse vendido em determinado ano. No exemplo, foram simulados de acordo com a variação do mercado, porém, podem ser obtidos através da tabela FIPE, por exemplo.
7. Fator de Valor Presente: O fator de valor presente, ou atual, é calculado através da fórmula  $\frac{1}{(1+i)^n}$ . Este valor é tabelado, podendo ser encontrados em livros de matemática financeira. Para esse exemplo, a taxa utilizada é de 12% ao ano.



8. Valor de Revenda Atualizado: É o valor de revenda trazida para o valor presente. Para tal, é necessário efetuar a multiplicação do valor de revenda do veículo pelo fator de valor presente do respectivo ano, ou seja:  $V_{REV}(n) \frac{1}{(1+i)^n}$ , porém,  $\frac{1}{(1+i)^n}$  já foi calculado na linha 7, bastando então, fazer a multiplicação entre o valor de revenda informado pelo resultado encontrado na linha 7.
9. Custo de Depreciação Atualizado: Assim como o valor de revenda, o custo de depreciação também deve ser atualizado para o valor presente, utilizando a seguinte fórmula:  $(V_0 - V_{REV}(n) \frac{1}{(1+i)^n})$ , porém,  $V_{REV}(n) \times \frac{1}{(1+i)^n}$  já foi calculado na linha 8, bastando realizar a subtração de P menos o valor encontrado no respectivo ano da linha 8. em que para este exemplo, P vale \$560.000,00.
10. Custo de Manutenção Atualizado: O custo de manutenção foi calculado na linha 5 da tabela, porém, é necessário que seja calculado o valor presente deste custo. Para isso, deve ser multiplicado o valor encontrado na linha 5 pelo valor encontrado na linha 7, ou seja,  $(\text{Custo de Manutenção no ano } n) \times \frac{1}{(1+i)^n}$ .
11. Custo de Manutenção Acumulada: É a soma do custo de manutenção atualizado do ano 1 até o ano n, dado por:  $\sum_1^n C_m(j) \times \frac{1}{(1+i)^n}$ , sendo  $\frac{1}{(1+i)^n}$  já calculado na linha 7.
12. Fator de Recuperação de Capital: Este valor é tabelado, podendo ser encontrado em livros de matemática financeira, ou calculado através da seguinte fórmula:  $\frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$ . Neste exemplo, i está sendo considerado como 12% ao ano.
13. Custo Anual Uniforme Equivalente: O Custo Anual Uniforme Equivalente é calculado a partir da soma entre o Custo Anual Uniforme Equivalente de Manutenção e o Custo Anual Uniforme Equivalente de Depreciação. É dado pela seguinte fórmula:  $CAUE_n = \left[ V_0 - \frac{V_{REV}(n)}{(1+i)^n} + \sum_{n=1}^n \frac{C_m(n)}{(1+i)^n} \right] \times \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$ , em que  $V_0 - \frac{V_{REV}(n)}{(1+i)^n}$  foi previamente calculado na linha 9,  $\sum_1^n C_m(j) \times \frac{1}{(1+i)^n}$  calculado na linha 11 e  $\frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$  na linha 12, bastando fazer a seguinte conta utilizando a tabela: (Linha 9 + Linha 10) x Linha 11, obtendo assim, o CAUE

Portanto, no exemplo utilizado, temos que a substituição do veículo deveria ser realizada em seu sétimo ano, pois é quando o valor do CAUE é mínimo, e, segundo MERCEDES-BENZ (1988), é o ponto em ótimo para substituição.

## ANEXO B – EXEMPLO DO CÁLCULO DO CUSTO MÉDIO POR PERÍODO

Para exemplificar o cálculo do Custo Médio por período foi utilizado o exemplo retirado de (VIEIRA et.al, 2016). Os valores de revenda, custo de manutenção e km rodado estão listados na Tabela 19 e os resultado dos cálculos encontram-se na Tabela 20. Para um melhor entendimento, o passo-a-passo de cada cálculo realizado estará exposto abaixo da Tabela 20.

Tabela 19- Dados para o cálculo do Custo Médio por Período

Tempo (anos)	Valor de Revenda	Valor Manutenção	km rodado
0	R\$ 120.000,00	R\$ -	R\$ -
1	R\$ 84.000,00	R\$ 13.440,00	102000
2	R\$ 60.000,00	R\$ 14.760,00	100920
3	R\$ 42.000,00	R\$ 16.200,00	99660
4	R\$ 24.000,00	R\$ 18.840,00	98196
5	R\$ 18.000,00	R\$ 21.360,00	96480
6	R\$ 12.000,00	R\$ 24.120,00	94512
7	R\$ 8.400,00	R\$ 26.760,00	92256
8	R\$ 6.000,00	R\$ 30.600,00	89664
9	R\$ 6.000,00	R\$ 34.560,00	86688
10	R\$ 6.000,00	R\$ 38.880,00	83304
11	R\$ 6.000,00	R\$ 44.160,00	79440
12	R\$ 6.000,00	R\$ 50.040,00	75000

Fonte: Adaptado de VIEIRA *et.al*, 2016.

Tabela 20- Cálculo do Custo Médio por Período

Linha	Conta	Tempo (anos)					
		1	2	3	4	5	6
1	Custo Médio de Depreciação	R\$ 36.000,00	R\$ 30.000,00	R\$ 26.000,00	R\$ 24.000,00	R\$ 20.400,00	R\$ 18.000,00
2	Custo Financeiro	R\$ 14.400,00	R\$ 10.080,00	R\$ 7.200,00	R\$ 5.040,00	R\$ 2.880,00	R\$ 2.160,00
3	Custo Financeiro Acumulado	R\$ 14.400,00	R\$ 24.480,00	R\$ 31.680,00	R\$ 36.720,00	R\$ 39.600,00	R\$ 41.760,00
4	Custo Médio Financeiro	R\$ 14.400,00	R\$ 12.240,00	R\$ 10.560,00	R\$ 9.180,00	R\$ 7.920,00	R\$ 6.960,00
5	Custo de Manutenção Acumulado	R\$ 13.440,00	R\$ 28.200,00	R\$ 44.400,00	R\$ 63.240,00	R\$ 84.600,00	R\$ 108.720,00
6	Custo Médio de Manutenção	R\$ 13.440,00	R\$ 14.100,00	R\$ 14.800,00	R\$ 15.810,00	R\$ 16.920,00	R\$ 18.120,00
7	Custo Médio Anual	R\$ 63.840,00	R\$ 56.340,00	R\$ 51.360,00	R\$ 48.990,00	R\$ 45.240,00	R\$ 43.080,00
8	Custo Médio Anual por km	R\$ 0,626	R\$ 0,558	R\$ 0,515	R\$ 0,499	R\$ 0,469	R\$ 0,456

continuação

Linha	Conta	Tempo (anos)					
		7	8	9	10	11	12
1	Custo Médio de Depreciação	R\$ 15.942,86	R\$ 14.250,00	R\$ 12.666,67	R\$ 11.400,00	R\$ 10.363,64	R\$ 9.500,00
2	Custo Financeiro	R\$ 1.440,00	R\$ 1.008,00	R\$ 720,00	R\$ 720,00	R\$ 720,00	R\$ 720,00
3	Custo Financeiro Acumulado	R\$ 43.200,00	R\$ 44.208,00	R\$ 44.928,00	R\$ 45.648,00	R\$ 46.368,00	R\$ 47.088,00
4	Custo Médio Financeiro	R\$ 6.171,43	R\$ 5.526,00	R\$ 4.992,00	R\$ 4.564,80	R\$ 4.215,27	R\$ 3.924,00
5	Custo de Manutenção Acumulado	R\$ 135.480,00	R\$ 166.080,00	R\$ 200.640,00	R\$ 239.520,00	R\$ 283.680,00	R\$ 333.720,00
6	Custo Médio de Manutenção	R\$ 19.354,29	R\$ 20.760,00	R\$ 22.293,33	R\$ 23.952,00	R\$ 25.789,09	R\$ 27.810,00
7	Custo Médio por Período	R\$ 41.468,57	R\$ 40.536,00	R\$ 39.952,00	R\$ 39.916,80	R\$ 40.368,00	R\$ 41.234,00
8	Custo Médio Anual por km	R\$ 0,449	R\$ 0,452	R\$ 0,461	R\$ 0,479	R\$ 0,508	R\$ 0,550

Fonte: Adaptado de VIEIRA et.al, 2016.

1. Custo Médio de Depreciação: É o custo médio de depreciação por período:  $\overline{C_d}(n) = \frac{C_d(n)}{n}$ ;
2. Custo Financeiro: É o custo financeiro inerente de cada ano sobre o valor do equipamento, utilizando-se a seguinte fórmula:  $C_f(n) = (V_0 - C_d(n - 1)) \times i$ , sendo a taxa de juros de 12%;
3. Custo Financeiro Acumulado: Valor acumulado do custo financeiro, retornando o custo financeiro total em  $n$  anos, seguindo a seguinte formulação:  $C_{fA}(n) = \sum_1^n C_f(j)$ ;
4. Custo Médio Financeiro: Valor médio considerando o período total utilizado:  $\overline{C_f}(n) = \frac{C_{fA}(n)}{n}$
5. Custo de Manutenção Acumulado: É a soma dos custos de manutenção em  $n$  períodos, dado por:  $C_{mA}(n) = \sum_1^n C_m(j)$ ;
6. Custo Médio de Manutenção: Média do custo de manutenção em  $n$  anos:  $\overline{C_m}(n) = \frac{C_{Macn}}{n}$ ;
7. Custo Médio por Período: É a soma dos custos médios de depreciação, financeiro e manutenção.
8. Custo Médio por km: É dado através da divisão do Custo Médio por Período pela quilometragem rodada no período equivalente.

Para o exemplo utilizado, o momento ideal de substituição é o sétimo ano, pois é onde se encontra o menor custo médio por km, segundo (VIEIRA *et al.*, 2016).

## ANEXO C – TERMO DE AUTENTICIDADE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
FACULDADE DE ENGENHARIA

### Termo de Declaração de Autenticidade de Autoria

Declaro, sob as penas da lei e para os devidos fins, junto à Universidade Federal de Juiz de Fora, que meu Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Engenharia de Produção é original, de minha única e exclusiva autoria. E não se trata de cópia integral ou parcial de textos e trabalhos de autoria de outrem, seja em formato de papel, eletrônico, digital, áudio-visual ou qualquer outro meio.

Declaro ainda ter total conhecimento e compreensão do que é considerado plágio, não apenas a cópia integral do trabalho, mas também de parte dele, inclusive de artigos e/ou parágrafos, sem citação do autor ou de sua fonte.

Declaro, por fim, ter total conhecimento e compreensão das punições decorrentes da prática de plágio, através das sanções civis previstas na lei do direito autoral<sup>1</sup> e criminais previstas no Código Penal<sup>2</sup>, além das cominações administrativas e acadêmicas que poderão resultar em reprovação no Trabalho de Conclusão de Curso.

Juiz de Fora, 02 de JULHO de 2019.

Felipe Rezende Werner  
NOME LEGÍVEL DO ALUNO (A)

201549067  
Matrícula

Felipe Rezende Werner  
ASSINATURA

073.893.956-05  
CPF

<sup>1</sup> LEI N° 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.

<sup>2</sup> Art. 184. Violar direitos de autor e os que lhe são conexos: Pena - detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.