

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE
SUBSTITUIÇÃO DE UM VEÍCULO EM UMA
TRANSPORTADORA DE CARGAS FRIGORIFICADAS
DE SANTA MARIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Lucas Oliveira Fracari

**Santa Maria, RS, Brasil
2017**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE
SUBSTITUIÇÃO DE UM VEÍCULO EM UMA
TRANSPORTADORA DE CARGAS FRIGORIFICADAS DE
SANTA MARIA**

POR

Lucas Oliveira Fracari

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia de Produção.**

Orientador: Prof. Dr. Eng. Denis Rasquin Rabenschlag

**Santa Maria, RS, Brasil
2017**

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE SUBSTITUIÇÃO DE UM VEÍCULO EM UMA TRANSPORTADORA DE CARGAS FRIGORIFICADAS DE SANTA MARIA

LUCAS OLIVEIRA FRACARI(UFSM)

lucas.fracari@hotmail.com

DENIS RASQUIN RABENSCHLAG(UFSM)

drr.ufsm@gmail.com

Resumo

O transporte rodoviário de cargas é atualmente o modal logístico mais utilizado no Brasil, devido sua alta flexibilidade para a distribuição de produtos e mercadorias pelo vasto território brasileiro. Para manterem-se competitivas, as empresas transportadoras de cargas buscam cada vez mais enxugar suas operações e reduzir seus custos operacionais. Neste contexto, este trabalho realiza um estudo de caso em uma transportadora de cargas frigorificadas de Santa Maria e tem por objetivo avaliar a viabilidade econômica da substituição de um veículo, compreendendo que com o passar do tempo os equipamentos sofrem depreciação até tornarem-se obsoletos. O estudo permitiu identificar o período de tempo ótimo para a substituição dos ativos, ao final do quarto ano de uso, além de exemplificar a prolongação desse tempo caso ocorra diminuição nos custos anuais relativos a sua operação.

Palavras-chaves: VIDA ECONÔMICA; SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS;
ENGENHARIA ECONÔMICA.

Abstract

The road cargo transport is currently the most used logistic modal in Brazil, due to its high flexibility for the distribution of products and goods by the vast Brazilian territory. To remain competitive, the cargo transport companies increasingly seek to wipe their operations and reduce their operating costs. In this context, this paper makes a case study on a carrier of refrigerated cargo of Santa Maria and aims to assess the economic feasibility of replacing a vehicle, realizing that with the passage of time the equipment depreciate to become obsolete. The study allowed identifying the optimal time period for the replacement of the assets, at the end of the fourth year of use, as well as to exemplify the extension of this time in case there is a decrease in the annual costs related to its operation.

Keywords: ECONOMIC LIFE; REPLACEMENT OF EQUIPMENT; ECONOMIC
ENGINEERING

1. Introdução

Nos últimos anos, as empresas brasileiras e transportadoras rodoviárias de cargas tiveram suas margens de lucro pressionadas pelos constantes aumentos nos diversos custos envolvidos na cadeia logística. Para se manterem no mercado, as corporações procuram alternativas para aumentar sua competitividade, reduzir seus custos e otimizar suas operações.

De acordo com Souza e Clemente (2009), pela Teoria Econômica, as organizações são vistas como unidades produtivas, que transformam insumos em produtos e assim geram valor. Logo, com a produção de bens e serviços demandados pelo mercado, é que são gerados os recursos para sobreviver, crescer e lucrar, além também de contribuir para o bem-estar da produção e estimular outras atividades à frente, com o seu produto, e ao inverso, através da compra dos insumos.

Um diferencial competitivo para redução de custos das empresas transportadoras é a adequada substituição de veículos em um instante de tempo determinado ponto ótimo. Segundo Casarotto e Kopittke (2000), a engenharia econômica tem por objetivo a análise econômica das decisões sobre os investimentos das empresas, visto que não é raro a escolha de investimentos em projetos sem que o custo do capital empregado seja adequadamente mensurado.

Diante disso, no decorrer desse trabalho serão apresentados os dados coletados em uma empresa transportadora de cargas, os respectivos modelos matemáticos utilizados para encontrar o ponto ótimo para a substituição dos veículos, métodos de análise de investimentos, e os resultados obtidos. O objetivo é calcular a viabilidade econômica da substituição dos equipamentos e ajudar na tomada de decisão estratégia da empresa. Dessa forma, o tema geral da pesquisa compõe a gestão econômica, uma das grandes áreas da engenharia de produção, utilizando-se de aplicações de técnicas de engenharia econômica para a seleção da mais rentável alternativa de substituição de equipamentos.

É corriqueiro nas empresas, o uso de equipamentos por longos períodos de tempo, aumentando assim a vida média dos equipamentos em uso nos processos produtivos e diminuindo a confiabilidade e produtividade do sistema, além disso, muitas vezes esses equipamentos continuam sendo utilizados mesmo que com o passar dos anos os seus gastos com manutenção aumentem exponencialmente. Entretanto, para que as corporações se mantenham competitivas, é necessário que as informações dos custos relativos aos seus processos sejam aferidas, bem como um estudo direcionado à vida econômica dos equipamentos e maquinários utilizados ao adicionar valor aos seus produtos e serviços (CASAROTTO; KOPITTKKE, 2000).

Assim, surge o questionamento: Alinhadas as técnicas da engenharia econômica, qual a opção mais rentável para a troca de veículos?

O estudo é fundamentado em teorias e referências bibliográficas na temática da Engenharia Econômica e em uma pesquisa quantitativa e dados reais coletados em uma empresa, caracterizando assim natureza teórica e prática.

O objetivo geral do trabalho é analisar e avaliar as diferentes alternativas e opções de investimentos, utilizando-se de um estudo de viabilidade econômica para auxiliar a empresa na tomada de decisão a cerca da substituição de equipamentos que lhes for mais apropriada. Os objetivos específicos são: verificar as diferentes alternativas de investimentos referentes à compra de veículos e seus custos inerentes, analisar a viabilidade dos projetos em estudo, ponderar as considerações e riscos dos projetos, sugerir ações de melhorias que promovam a redução de custos.

As decisões estratégicas e de capital das empresas, de acordo com Souza e Clemente (2009), são assim classificadas, pois implicam em mudanças no relacionamento da empresa com seus clientes, concorrentes e fornecedores, também essas decisões compartilham de horizonte de médio ou longo prazos e, normalmente, são irreversíveis pois envolvem grandes somas de capital, afetam a rotina da empresa por grandes períodos de tempo, e são irreversíveis ou apresentam custos de reversibilidade muito elevados.

Logo, como se percebe, as decisões de capital são cruciais e podem tanto estabelecer uma trajetória de expansão, quanto comprometer a própria sobrevivência da empresa. Desse modo, é sensato que essas decisões se baseiem, sempre que possível, em previsões e cálculos de todas suas implicações relevantes.

Nesse contexto, este trabalho mostra-se benéfico a contribuir para que, as empresas e gestores compreendam a relevância e percebam as vantagens dos estudos aprofundados dos custos e da viabilidade de projetos, reduzindo assim as chances de fracassos e os possíveis prejuízos advindos de escolhas errôneas e ineficazes.

2. Referencial Teórico

2.1 A Engenharia Econômica

De acordo com Casarotto Filho e Kopittke (2000), somente um estudo econômico pode confirmar a correta viabilidade técnica de projetos. Nesse sentido, a engenharia econômica tem por objetivo a análise econômica de decisões sobre investimentos a fim de identificar quais promovem maior retorno financeiro e, além disso, tem aplicações bastante

amplas, pois os investimentos poderão ser tanto particulares, como de empresas ou entidades governamentais.

Em análises de Engenharia Econômica, geralmente é levado em conta o tempo futuro, assim, as estimativas são feitas com o que se espera que aconteça. Levando em consideração as taxas de juros, fluxo de caixa financeiro, tempo de aplicação e por isso podem ocorrer variações do planejado, afirmam Blank e Tarquin (2011) e Souza e Clemente (2009), ao afirmar que embora com estudos, análises e avaliações coerentes, as decisões de capital sempre detêm um risco, isto é, a possibilidade de que os resultados previstos não se concretizem.

2.2 Métodos de Análise de Investimentos

Qualquer empresa é constantemente submetida a processos de tomada decisão, para isso, utilizam métodos capazes de fornecer e gerar informações adicionais a fim de tornar mais confiável e preciso o processo decisório. Nesse contexto, os métodos de análise de investimentos são amplamente utilizados a fim de auxiliar na avaliação de diversos tipos de decisões econômicas.

Rocha (2009) afirma que, um bom estudo de viabilidade econômica deve partir de um plausível cenário hipotético, utilizar de um bom modelo matemático para as simulações, apontar e saber interpretar os indicadores apresentados pelo modelo matemático, além de saber interpretar os indicadores através de critérios específicos de decisão. Uma análise com viabilidade positiva esclarece que o projeto é viável e pode ser aceito.

Conforme Samanez (2007), os métodos geralmente utilizados para medir a criação de valor e a renda econômica geradas por uma alternativa de investimentos, são o VPL e o CAUE (associados a rentabilidade), além da TIR e do Payback (associados ao risco do investimento). Assim, as alternativas de investimentos somente podem ser comparadas se as decorrências monetárias forem analisadas em um ponto em comum no tempo, e com o uso desses métodos o investidor pode ampliar seu entendimento a cerca do processo decisório.

2.2.1 Valor Presente Líquido (VPL)

Samanez (2007), explica que o VPL tem a finalidade de calcular o impacto de eventos futuros ligados a uma alternativa de investimentos, ou seja, ele indica o valor presente dos fluxos de caixa gerados ao longo de sua vida útil, para tal é descontada a taxa mínima de atratividade da empresa (TMA). Clemente e Souza (2009) citam que o VPL é a técnica robusta, mais utilizada e conhecida para a análise de investimentos.

Dessa forma, o VPL compara as alternativas de investimentos na data zero do fluxo de caixa. A opção, para ser a mais economicamente viável, é aquela que apresentar o maior valor presente líquido. O cálculo é realizado através da seguinte equação:

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t}$$

Onde:

- VPL = Valor Presente Líquido;
- i = taxa de desconto (TMA);
- I = investimento inicial;
- t = período genérico;
- n = número de períodos;
- FC_t = fluxo de caixa do período t;

2.2.2 Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE)

De acordo com Samanez (2007), em determinados projetos, pode haver dificuldade de quantificar as receitas e benefícios monetários, porém os custos podem ser mais facilmente projetados. Assim, podem existir alternativas que produzam os mesmos benefícios, mas a diferentes custos. Para essa análise, o custo anual uniforme equivalente realiza um rateio uniforme, por unidade de tempo, dos custos de oportunidade, custos de investimentos e custos operacionais das opções. A alternativa que apresentar o menor custo anual uniforme equivalente é a opção com maior viabilidade econômica.

Casarotto e Kopittke (2000) explicam que esse método consiste em encontrar a série uniforme anual equivalente e relativa a todos os fluxos de caixa de cada projeto utilizando como referência a taxa mínima de atratividade da empresa.

2.2.3 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Segundo Clemente e Souza (2009), a TIR é a taxa em que o VPL de um fluxo de caixa torna-se igual a zero, nesse contexto, para o projeto ser considerado viável é necessário que a TIR apresente-se maior que a TMA do investidor, caso contrário, o investimento é considerado descartável.

Motta e Calôba (2011) explicam que a taxa interna de retorno é um índice que utiliza um determinado intervalo de tempo para medir a rentabilidade do projeto, porém, para isso, é necessário que haja investimentos e receitas envolvidos.

Para Gitman (2006), a taxa interna de retorno pode ser a técnica de orçamento de capital mais utilizada, porém, seu cálculo manual é mais difícil que o cálculo do VPL. Paralelo a isso, em uma análise de investimentos, não há garantias de que o VPL e a TIR ordenarão os projetos na mesma ordem, porém, os dois métodos devem concluir igualmente quanto a aceitação ou não do projeto. .

2.2.4 *Payback*

De forma geral, Motta e Calôba (2011) afirmam que quanto mais alongado for o prazo para que o investimento recupere seu capital investido, ou seja, quanto maior o *Payback* menos atrativo o investimento se torna para o investidor. Também, é utilizado para avaliar a atratividade das alternativas de investimentos relativas, mas deve ser utilizado somente como indicador, não servindo como base sólida de seleção de investimentos e decisões financeiras.

Gitman (2006) explica que, no caso de fluxo de caixa anual, o *payback* pode ser calculado dividindo-se o investimento inicial pelo valor das entradas anuais de caixa. Para uma série mista de fluxos de caixa, é preciso acumular as entradas anuais até que o valor do investimento inicial seja resgatado. É importante ressaltar que embora o *Payback* simples seja um método bastante usado, ele é reconhecido como uma técnica pouco sofisticada para orçamento de capital, tendo em vista que não considera o valor do dinheiro no tempo, explicitamente.

2.3 **Substituição de Equipamentos**

A substituição de equipamentos, na ótica de Motta e Calôba (2011), pode ser atribuída em quatro tipos de situação, são elas: quando o equipamento é inadequado para a tarefa (baixa capacidade), quando o bem está desgastado e tem sua capacidade de produção prejudicada com a manutenção excessiva e declínio de eficiência, quando o bem em uso é obsoleto, ou seja, já existem no mercado equipamentos aperfeiçoados que realizam a mesma tarefa de forma mais eficiente, e por último quando há vantagens exógenas para a substituição mesmo que o equipamento apresente boas condições para o uso, como por exemplo, baixa taxa de juros, crédito facilitado, subsídios, entre outros.

Para Clemente e Souza (2009), a substituição de equipamentos não se refere somente à troca de bens de capital compreendidos como máquinas, mas também compreende toda a diversidade de ativos fixos, incluindo assim equipamentos, instalações, bens de capital e equipamentos. É corriqueiro que as empresas guiem-se exclusivamente por aspectos técnicos a fim de estabelecer as tomadas de decisões de baixa ou substituição de equipamentos, como

decorrência disso essas decisões são subótimas. Aliado a isso, a estratégia mais comumente utilizada é estipular um prazo de vida útil de valor significativo aos equipamentos, geralmente conforme indicação do fabricante, e através disso, programar todos os encadeamentos financeiros e econômicos do investimento, o que é claramente insatisfatório, reiterando assim de um estudo a cerca da substituição de equipamentos.

A substituição de ativos de capital, na ótica de Casarotto e Kopittke (2000), é necessária a partir de análises de situações práticas nas quais há necessidade de dar baixa em equipamentos ou adquirir bens novos em substituição aos atuais. A partir disso, cinco situações podem ser desenvolvidas: substituição estratégica, substituição não idêntica, substituição idêntica, substituição com progresso tecnológico, e por fim, baixa sem reposição.

2.4 Vida Econômica

A definição de vida econômica é semelhante à de vida útil, porém, para Souza e Clemente (2009), ao contrário de referir à capacidade de produção ou não de um bem, ela diz respeito aos custos gerais que a empresa onera para manter em operação tal bem de capital. Esses custos podem ser divididos conforme sua alocação em três tipos: Custos de capital, de operação, e por último de operação. Para calcular tais custos relativos a cada período, pode-se utilizar o método do CAUE, e assim, encontrar o nível mínimo dos custos totais de certo equipamento e realizar sua substituição no tempo ideal.

2.5 Depreciação e Imposto de Renda

A depreciação de ativos, segundo Ehrlich e Moraes (2013), é na maioria das vezes calculada com um percentual de 10% ao ano, ou seja, em 10 anos a vida contábil do equipamento é zerada. Porém, a legislação brasileira autoriza diversos meios de contabilizá-la, conforme a configuração dos ativos. A exemplo, os imóveis geralmente são depreciados 5% ao ano, ou seja, ao longo de 20 anos e ao final desse período seu valor contábil será nulo.

Apesar disso, não necessariamente o ativo que atingir seu valor contábil zero precise ser substituído, em vista que o desgaste físico não necessariamente depende do tempo de utilização. Para os autores, é normal que um ativo ostente plenas condições de uso mesmo após estar totalmente depreciado. E também, convém para a empresa que os equipamentos depreciem contabilmente de forma acelerada, pois assim, em caso de venda de um bem, menor será o valor do imposto devido.

Paralelo a isso, Blank e Tarquin (2011) explicam que o valor de mercado é o montante em dinheiro pelo qual um bem pode ser vendido no mercado aberto. Esse valor pode ser substancialmente diferente do valor contábil através da depreciação. Por exemplo, um imóvel comercial tende a se valorizar com o passar do tempo, ao passo que seu valor contábil decresce.

3. Processos Metodológicos

Para o êxito do estudo proposto, se faz necessário seguir métodos de pesquisa partindo da análise quanto às características do tema abordado. Yin (2001) menciona que existem três condições para definir a utilização de métodos de pesquisa:

- a) que tipo de questão de pesquisa é proposto;
- b) a extensão do controle que o pesquisador tem sobre eventos comportamentais efetivos;
- c) o grau de enfoque em acontecimentos históricos em oposição a acontecimentos contemporâneos.

Portanto define-se, após análise, a tipologia dessa pesquisa em relação aos objetivos como de caráter exploratório, pois visa à busca de respostas concretas sobre a viabilidade ou não do problema em questão, utilizando-se de orientação acadêmica e da triagem de bibliografia correspondente, para tal a abordagem utilizada será quantitativa.

3.1 Método de Pesquisa

Para a realização do estudo e aplicação dos conceitos explicitados anteriormente, serão coletados dados diretamente em uma empresa transportadora de Santa Maria. Esses dados serão obtidos através da análise de relatório emitido pelo *software* de gestão da empresa, além de entrevista não estruturada com os responsáveis pela frota da companhia.

Sendo assim, o presente trabalho trata-se de um estudo de caso, pois envolve a apuração de um problema em sua complexidade e subsequente julgamento e interpretação dos resultados advindos de sua aplicação, o cálculo da vida econômica através do método da substituição idêntica foi o escolhido para o presente estudo.

3.2 Cenário

Essa pesquisa foi realizada em uma empresa transportadora de mercadorias da cidade de Santa Maria, a empresa em questão é a Lucas Log Transportadora Ltda., que atua com a

distribuição de mercadorias principalmente refrigeradas, pelo estado do Rio Grande do Sul, e detêm como principais clientes os Grupos Marfrig Frigoríficos do Brasil e JBS Global Foods. Atualmente a empresa é sediada na cidade de Santa Maria/RS, mas as operações de embarque ocorrem nas cidades de Alegrete, Bagé, Nova Santa Rita e São Gabriel.

3.3 Etapas da Pesquisa

Para a realização da pesquisa foram estudados exercícios acerca do assunto em questão, para tal utilizou-se de livros, materiais virtuais e de periódicos, afim de adquirir embasamento teórico suficiente para sua efetividade.

Em continuidade, foram coletados dados *in loco* na empresa, para posterior análise dos resultados através de modelos de substituição de equipamentos. Para tal foram utilizadas planilhas eletrônicas, e ao final foram registradas as devidas considerações a cerca do trabalho realizado.

Em consenso, foi escolhido um modelo de caminhão para a realização do estudo, devido a maior parte da frota manter semelhante configuração desse modelo, além de possuir maior quantidade de dados históricos para análise por ser o veículo da frota com maior idade, a fim de proporcionar segurança aos resultados e maior proximidade à realidade.

Os custos anuais levantados são associados à manutenção, consumo de combustível, seguros e impostos, iniciando no ano de 2012. Ao final da coleta de dados, foram calculadas as médias dos custos anuais e sua variação durante os anos. A Tabela FIPE foi utilizada como referência para determinar o valor de revenda do veículo e sua desvalorização.

Assim, foram estimados os comportamentos dos dados ao longo dos períodos e calculados os fluxos de caixa considerando a venda ao final de cada ano. Por fim, foram considerados os efeitos da depreciação e do imposto de renda a ser descontado ao respectivo fluxo de caixa. A partir disso, foi possível calcular o CAUE e em consequência, a vida econômica do equipamento.

4. Resultados e discussões

De acordo com as entrevistas realizadas com a empresa, foram relatadas informações sobre a frota de veículos. Dentre elas, foi informado que a empresa detêm contratos de transporte com seus clientes em que se é exigido a troca dos veículos com um prazo de 5 anos de uso, e que esse prazo pode ser estendido por no máximo mais 2 anos, dependendo do

histórico e da conservação do veículo, ou seja, é previsto em contrato que a empresa pode ter em sua frota veículos com no máximo 7 anos de uso.

O veículo escolhido para estudo, com maior vida atualmente na empresa, e consequentemente maior quantidade de dados históricos, é um modelo Volkswagen 9-150 Delivery ano 2011 modelo 2012. O volume de dados se faz necessário para uma sólida análise de dados e dos custos associados a realidade da empresa e do estudo. Além disso, a vida contábil para veículos é de 5 anos, pois sobre esse tipo de equipamento incide depreciação acelerada. Sendo assim, o cenário utilizado foi de substituição idêntica, em que é realizada a troca de um bem de capital por outro igual ou de pequeno progresso tecnológico.

Na tabela 1, os custos foram divididos em: custo de combustível, custo de manutenção e custos de seguros e impostos. Os dados disponibilizados pela empresa compreendem os custos anuais entre o ano de 2012 e 2016. Os dados históricos foram utilizados para realizar aproximações futuras considerando seus delineamentos ao longo dos períodos.

Sendo assim, foram calculadas as médias dos custos e o percentual de variação no decorrer dos anos. Percebeu-se que os custos relacionados ao consumo de combustível sofreram um aumento gradual de 2,3% em média, portanto foram considerados os dados históricos e sua variação média para os próximos períodos. As despesas com manutenção, da mesma forma, apresentaram um aumento gradual com o passar do tempo, porém na ordem de 32,9%. Por outro lado, os custos atrelados aos seguros e impostos apresentaram um alto valor inicial seguidos de uma redução de 4,5% nos demais períodos.

Tabela 1 – Projeção de comportamento dos custos

Ano	Custos combustíveis		Custos manutenção		Custos seguros e impostos		Total
1	R\$	27.329,78	R\$	3.997,35	R\$	5.700,96	R\$ 37.028,09
2	R\$	29.208,09	R\$	5.396,68	R\$	4.402,37	R\$ 39.007,14
3	R\$	36.969,35	R\$	8.459,30	R\$	4.220,81	R\$ 49.649,46
4	R\$	35.891,99	R\$	9784,39	R\$	4.095,92	R\$ 49.772,30
5	R\$	39.507,99	R\$	12.167,84	R\$	3.836,48	R\$ 55.512,31
6	R\$	40.411,23	R\$	16.176,54	R\$	3.664,90	R\$ 60.252,67
7	R\$	41.335,12	R\$	21.505,92	R\$	3.500,99	R\$ 66.342,03
8	R\$	42.280,13	R\$	28.591,07	R\$	3.344,41	R\$ 74.215,62
9	R\$	43.246,75	R\$	38.010,43	R\$	3.194,84	R\$ 84.452,01

Fonte: elaborado pelo autor

A partir de 2012, começaram a ser fabricados no Brasil somente caminhões com motorização que atendam ao Euro 5, também conhecido como Proconve P7, que é um programa nacional de controle da poluição do ar por veículos automotores, cujo principal objetivo é reduzir o nível de emissão de gases poluentes na atmosfera. Com isso, todas as montadoras tiveram que se adaptar e renovar os modelos que antes eram comercializados.

Assim, para o valor de investimento inicial do estudo, foi utilizado o preço de compra de um veículo Volkswagen 9-160 Delivery ano/modelo 2017, que é muito semelhante ao seu antecessor. O valor estimado pela tabela FIPE, para compra do veículo zero quilômetro é de R\$148.041,00.

Na tabela 2 (tabela FIPE), foram consultados os valores de venda do veículo no decorrer dos anos. Já no primeiro ano o equipamento apresenta uma desvalorização inicial de 21,57%. Após essa depreciação, notou-se um comportamento de queda média de 6,09% ao ano. Com isso, foi possível a análise da depreciação real do equipamento, ou seja, sua perda de valor mercantil ao longo dos períodos.

Tabela 2 – Projeção da depreciação real do modelo Volkswagen 9.190 Delivery

Ano	Valor do mercado
0	R\$ 148.041,00
1	R\$ 116.104,00
2	R\$ 106.738,00
3	R\$ 98.482,00
4	R\$ 95.121,00
5	R\$ 90.243,00
6	R\$ 84.751,09
7	R\$ 79.593,41
8	R\$ 74.749,60
9	R\$ 70.200,58

Fonte: elaborado pelo autor

Para o cálculo da depreciação contábil aplica-se a taxa de 20% ao ano sobre veículos, caracterizando-se como depreciação acelerada e restando ao final do quinto ano de uso um valor residual contábil igual a zero, conforme a tabela 3.

Tabela 3 – Depreciação contábil

Ano	Depreciação contábil		Valor contábil	
0	R\$	-	R\$	148.041,00
1	R\$	29.608,20	R\$	118.432,80
2	R\$	29.608,20	R\$	88.824,60
3	R\$	29.608,20	R\$	59.216,40
4	R\$	29.608,20	R\$	29.608,20
5	R\$	29.608,20	R\$	-
6	R\$	-	R\$	-
7	R\$	-	R\$	-
8	R\$	-	R\$	-
9	R\$	-	R\$	-

Fonte: elaborado pelo autor

A partir das projeções dos custos e das depreciações real e contábil, pode-se calcular o fluxo de caixa considerando a venda do equipamento ao final de cada um dos nove períodos. No quadro 1 são elencados os valores do fluxo de caixa para cada período, através da subtração entre o somatório dos custos totais para o período e o valor de mercado para uma possível venda no mesmo período, respectivamente.

Quadro 1 – Fluxo de caixa após venda em cada período

Fluxo de Caixa									
ANO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	R\$ 148.041,00	R\$ 148.041,00	R\$ 148.041,00	R\$ 148.041,00	R\$ 148.041,00	R\$ 148.041,00	R\$ 148.041,00	R\$ 148.041,00	R\$ 148.041,00
1	-R\$ 79.075,91	R\$ 37.028,09	R\$ 37.028,09	R\$ 37.028,09	R\$ 37.028,09	R\$ 37.028,09	R\$ 37.028,09	R\$ 37.028,09	R\$ 37.028,09
2		-R\$ 67.730,86	R\$ 39.007,14	R\$ 39.007,14	R\$ 39.007,14	R\$ 39.007,14	R\$ 39.007,14	R\$ 39.007,14	R\$ 39.007,14
3			-R\$ 48.832,54	R\$ 49.649,46	R\$ 49.649,46	R\$ 49.649,46	R\$ 49.649,46	R\$ 49.649,46	R\$ 49.649,46
4				-R\$ 45.348,70	R\$ 49.772,30	R\$ 49.772,30	R\$ 49.772,30	R\$ 49.772,30	R\$ 49.772,30
5					-R\$ 34.730,69	R\$ 55.512,31	R\$ 55.512,31	R\$ 55.512,31	R\$ 55.512,31
6						-R\$ 24.498,42	R\$ 60.252,67	R\$ 60.252,67	R\$ 60.252,67
7							-R\$ 13.251,38	R\$ 66.342,03	R\$ 66.342,03
8								-R\$ 533,99	R\$ 74.215,62
9									R\$ 14.251,44

Fonte: elaborado pelo autor

Entretanto, é necessário que o efeito do imposto de renda sobre o ganho de capital seja considerado, tendo em vista que a legislação tributária aplicável à empresa e a seu enquadramento tributário exige o pagamento de tal imposto sobre a venda de bens de capital.

Assim, do valor de compra do veículo novo é descontada sua depreciação real ao final de cada período, denominado valor de mercado, desse montante é subtraído o valor contábil do mesmo período em estudo. O valor resultante é denominado ganho de capital sobre a

venda, e sobre ele incide a alíquota do Imposto de renda. A Taxa Mínima de Atratividade – TMA – adotada foi de 12% ao ano, e a alíquota sobre o Imposto de Renda utilizada foi de 15%.

Quadro 2 – Indicação do fluxo de caixa após desconto do Imposto de Renda sobre o ganho de capital da venda após 1 ano

Venda após 1º ano				
Período	Fluxo antes IR	Ganho de capital	IR Ganho de Capital	Fluxo após IR
0	-R\$ 148.041,00			
1	-R\$ 79.075,91	-R\$ 2.328,80		-R\$ 79.075,91

Fonte: elaborado pelo autor

Conforme apresenta o quadro 2, o Imposto de Renda aplicado sobre o ganho de capital que incide sobre uma possível venda ao final do primeiro ano é zero, isso ocorre pois as depreciações real (valor de mercado) e contábil são respectivamente, 21,57% e 20%. Logo, assumindo que o valor de mercado é inferior ao valor contábil, o ganho de capital é nulo, e assim, os fluxos de caixa antes e depois do desconto de Imposto de Renda são iguais.

Quadro 3 - Indicação do fluxo de caixa após desconto do Imposto de Renda sobre o ganho de capital da venda após 2 anos

Venda após 2º ano				
Período	Fluxo antes IR	Ganho de capital	IR Ganho de Capital	Fluxo após IR
0	-R\$ 148.041,00			
1	-R\$ 37.028,09			
2	R\$ 67.730,86	R\$ 17.913,40	R\$ 2.687,01	R\$ 65.043,85

Fonte: elaborado pelo autor

Em sequência ao final do segundo ano, as depreciações real e contábil assumem valores distintos de respectivamente, 8,07% e 20%. Sendo assim, o ganho de capital aumenta consideravelmente e é positivo, pela primeira vez no estudo em questão, em paralelismo com o Imposto de Renda a ser desembolsado em caso de venda do bem.

Quadro 4 - Indicação do fluxo de caixa após desconto do Imposto de Renda sobre o ganho de capital da venda após 3 anos

Venda após 3º ano					
Período	Fluxo antes IR	Ganho de capital	IR	Ganho de Capital	Fluxo após IR
0	-R\$ 148.041,00				
1	-R\$ 37.028,09				
2	-R\$ 39.007,14				
3	R\$ 48.832,54	R\$ 39.265,60	R\$	5.889,84	R\$ 42.942,70

Fonte: elaborado pelo autor

Para a venda após do terceiro ano, a depreciação real e contábil detêm respectivamente os valores de 7,73% e 20%. Com isso, elevando ainda mais o Imposto de Renda devido em caso de venda, em comparação aos quadros anteriores. Em sequência, foram analisados os próximos 6 anos, totalizando os 9 anos do estudo.

Quadro 5 - Indicação do fluxo de caixa após desconto do Imposto de Renda sobre o ganho de capital da venda após 4 anos

Venda após 4º ano					
Período	Fluxo antes IR	Ganho de capital	IR	Ganho de Capital	Fluxo após IR
0	-R\$ 148.041,00				
1	-R\$ 37.028,09				
2	-R\$ 39.007,14				
3	-R\$ 49.649,46				
4	R\$ 45.348,70	R\$ 65.512,80	R\$	9.826,92	R\$ 35.521,78

Fonte: elaborado pelo autor

Quadro 6 - Indicação do fluxo de caixa após desconto do Imposto de Renda sobre o ganho de capital da venda após 5 anos

Venda após 5º ano					
Período	Fluxo antes IR	Ganho de capital	IR	Ganho de Capital	Fluxo após IR
0	-R\$ 148.041,00				
1	-R\$ 37.028,09				
2	-R\$ 39.007,14				
3	-R\$ 49.649,46				
4	-R\$ 49.772,30				
5	R\$ 34.730,69	R\$ 90.243,00	R\$	13.536,45	R\$ 21.194,24

Fonte: elaborado pelo autor

A partir do quinto ano, o valor contábil se torna zero, pois a depreciação contábil atingiu 100%, assim o Imposto de Renda sobre o ganho de capital passa a ser calculado através do valor de mercado.

Quadro 7 - Indicação do fluxo de caixa após desconto do Imposto de Renda sobre o ganho de capital da venda após 6 anos

Venda após 6º ano				
Período	Fluxo antes IR	Ganho de capital	IR Ganho de Capital	Fluxo após IR
0	-R\$ 148.041,00			
1	-R\$ 37.028,09			
2	-R\$ 39.007,14			
3	-R\$ 49.649,46			
4	-R\$ 49.772,30			
5	-R\$ 55.512,31			
6	R\$ 24.498,42	R\$ 84.751,09	R\$ 12.712,66	R\$ 11.785,76

Fonte: elaborado pelo autor

Quadro 8 - Indicação do fluxo de caixa após desconto do Imposto de Renda sobre o ganho de capital da venda após 7 anos

Venda após 7º ano				
Período	Fluxo antes IR	Ganho de capital	IR Ganho de Capital	Fluxo após IR
0	-R\$ 148.041,00			
1	-R\$ 37.028,09			
2	-R\$ 39.007,14			
3	-R\$ 49.649,46			
4	-R\$ 49.772,30			
5	-R\$ 55.512,31			
6	-R\$ 60.252,67			
7	R\$ 13.251,38	R\$ 79.593,41	R\$ 11.939,01	R\$ 1.312,36

Fonte: elaborado pelo autor

Quadro 9 - Indicação do fluxo de caixa após desconto do Imposto de Renda sobre o ganho de capital da venda após 8 anos

Venda após 8º ano				
Período	Fluxo antes IR	Ganho de capital	IR Ganho de Capital	Fluxo após IR
0	-R\$ 148.041,00			
1	-R\$ 37.028,09			
2	-R\$ 39.007,14			
3	-R\$ 49.649,46			
4	-R\$ 49.772,30			
5	-R\$ 55.512,31			
6	-R\$ 60.252,67			
7	-R\$ 66.342,03			
8	R\$ 533,99	R\$ 74.749,60	R\$ 11.212,44	-R\$ 10.678,45

Fonte: elaborado pelo autor

Quadro 10 - Indicação do fluxo de caixa após desconto do Imposto de Renda sobre o ganho de capital da venda após 9 anos

Venda após 9º ano				
Período	Fluxo antes IR	Ganho de capital	IR Ganho de Capital	Fluxo após IR
0	-R\$ 148.041,00			
1	-R\$ 37.028,09			
2	-R\$ 39.007,14			
3	-R\$ 49.649,46			
4	-R\$ 49.772,30			
5	-R\$ 55.512,31			
6	-R\$ 60.252,67			
7	-R\$ 66.342,03			
8	-R\$ 74.215,62			
9	-R\$ 14.251,44	R\$ 70.200,58	R\$ 10.530,09	-R\$ 24.781,52

Fonte: elaborado pelo autor

A partir desses valores foi elaborado um novo fluxo de caixa considerando os efeitos do Imposto de Renda sobre os nove períodos, demonstrados no quadro 11.

Quadro 11 – Fluxo de caixa após desconto de Imposto de Renda

Fluxo de Caixa após Imposto de Renda									
ANO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	R\$ 148.041,00	R\$ 148.041,00	R\$ 148.041,00	R\$ 148.041,00	R\$ 148.041,00	R\$ 148.041,00	R\$ 148.041,00	R\$ 148.041,00	R\$ 148.041,00
1	-R\$ 79.075,91	R\$ 37.028,09	R\$ 37.028,09	R\$ 37.028,09	R\$ 37.028,09	R\$ 37.028,09	R\$ 37.028,09	R\$ 37.028,09	R\$ 37.028,09
2		-R\$ 65.043,85	R\$ 39.007,14	R\$ 39.007,14	R\$ 39.007,14	R\$ 39.007,14	R\$ 39.007,14	R\$ 39.007,14	R\$ 39.007,14
3			-R\$ 42.942,70	R\$ 49.649,46	R\$ 49.649,46	R\$ 49.649,46	R\$ 49.649,46	R\$ 49.649,46	R\$ 49.649,46
4				-R\$ 35.521,78	R\$ 49.772,30	R\$ 49.772,30	R\$ 49.772,30	R\$ 49.772,30	R\$ 49.772,30
5					-R\$ 21.194,24	R\$ 55.512,31	R\$ 55.512,31	R\$ 55.512,31	R\$ 55.512,31
6						-R\$ 11.785,76	R\$ 60.252,67	R\$ 60.252,67	R\$ 60.252,67
7							-R\$ 1.312,36	R\$ 66.342,03	R\$ 66.342,03
8								R\$ 10.678,45	R\$ 74.215,62
9									R\$ 24.781,52

Fonte: elaborado pelo autor

De posse dos valores dos fluxos de caixa após os descontos do Imposto de Renda, pode-se calcular o VPL e posteriormente o CAUE, conforme exposto abaixo.

Tabela 4 – VPL após desconto do Imposto de Renda

Ano	VPL
1	R\$ 77.437,51
2	R\$ 129.249,23
3	R\$ 181.632,28
4	R\$ 224.962,82
5	R\$ 267.142,57
6	R\$ 304.696,89
7	R\$ 340.600,16
8	R\$ 375.516,42
9	R\$ 410.114,48

Fonte: elaborado pelo autor

O cálculo do VPL apresenta valor positivo, o que corrobora a viabilidade do projeto, de posse dos valores do VPL pode-se calcular o CAUE para a análise em questão, e assim encontrar o período com menor somatório total de valores para os custos anuais.

Tabela 5 – CAUE após desconto do Imposto de Renda

Ano		CAUE
1	R\$	86.730,01
2	R\$	76.476,53
3	R\$	75.622,41
4	R\$	74.065,51
5	R\$	74.107,95
6	R\$	74.110,12
7	R\$	74.631,53
8	R\$	75.592,52
9	R\$	76.969,83

Fonte: elaborado pelo autor

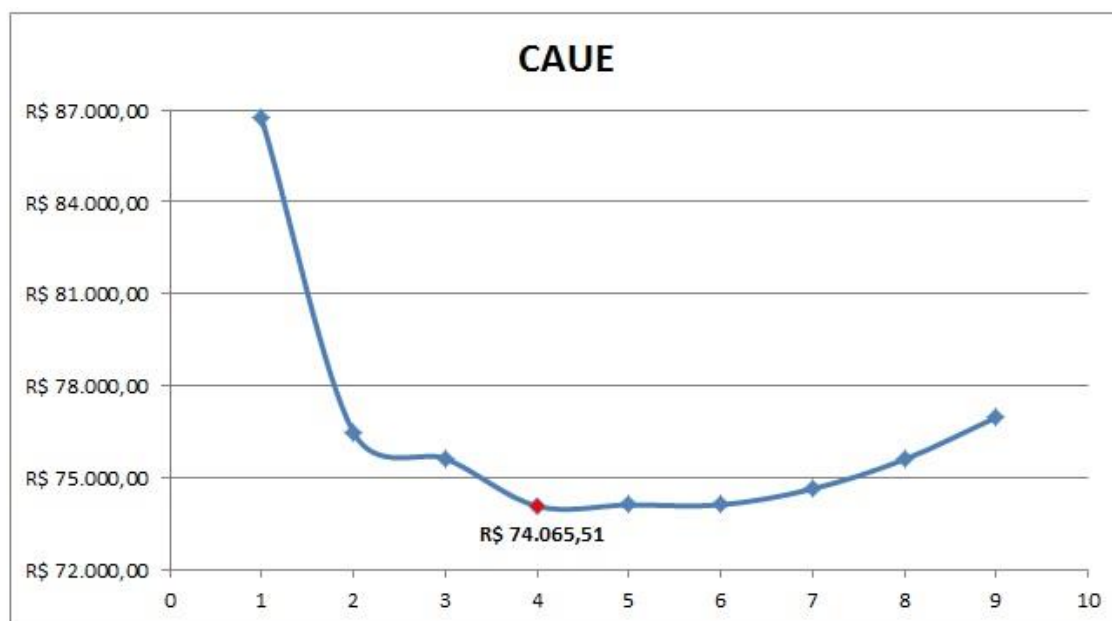


Figura 1 – Comportamento do CAUE ao longo de 9 anos

Fonte: elaborado pelo autor

Observa-se, através da tabela 5, que o CAUE apresenta uma perspectiva de queda até o quarto ano, a partir desse período há uma inflexão na curva do CAUE, isso se dá ao fato a elevação dos custos a partir daquele intervalo. Também é visível na figura 1, que há pouca diferença de valores entre os períodos 4 à 6. Entretanto, o cálculo do CAUE determina, para esse caso, que a vida econômica do veículo é de 4 anos, e que deve ser trocado ao final desse período, em face que o ponto ótimo para a minimização de custos é ao final do quarto ano de uso.

A atual política da empresa para a renovação de frota (5 anos a 7 anos de uso) não difere consideravelmente do resultado obtido, destacando que a diferença do CAUE de 5 para

4 anos de uso resulta em R\$42,44. E de 6 anos para 7 anos de uso a diferença do CAUE é de apenas R\$2,17. Entretanto, cabe ressaltar que quanto mais nova a frota da empresa se mantiver, maior será sua confiabilidade em operações e em consequência, resultará em melhor atendimento aos clientes.

Para o completo entendimento da vida econômica do bem, criaram-se dois cenários nos quais é possível a atuação da empresa para reduzir os custos envolvidos, uma vez que a empresa não tem influência sobre os valores dos seguros e impostos cobrados, foram modificados os custos com combustíveis e custos com manutenção do veículo.

No cenário 1, foram reduzidos os custos com combustível em 5%.

Tabela 6 – CAUE Cenário 1

Ano	CAUE
1	R\$ 85.363,52
2	R\$ 75.065,74
3	R\$ 74.081,92
4	R\$ 72.471,84
5	R\$ 72.454,20
6	R\$ 72.174,63
7	R\$ 72.303,55
8	R\$ 72.816,17
9	R\$ 73.719,26

Fonte: elaborado pelo autor

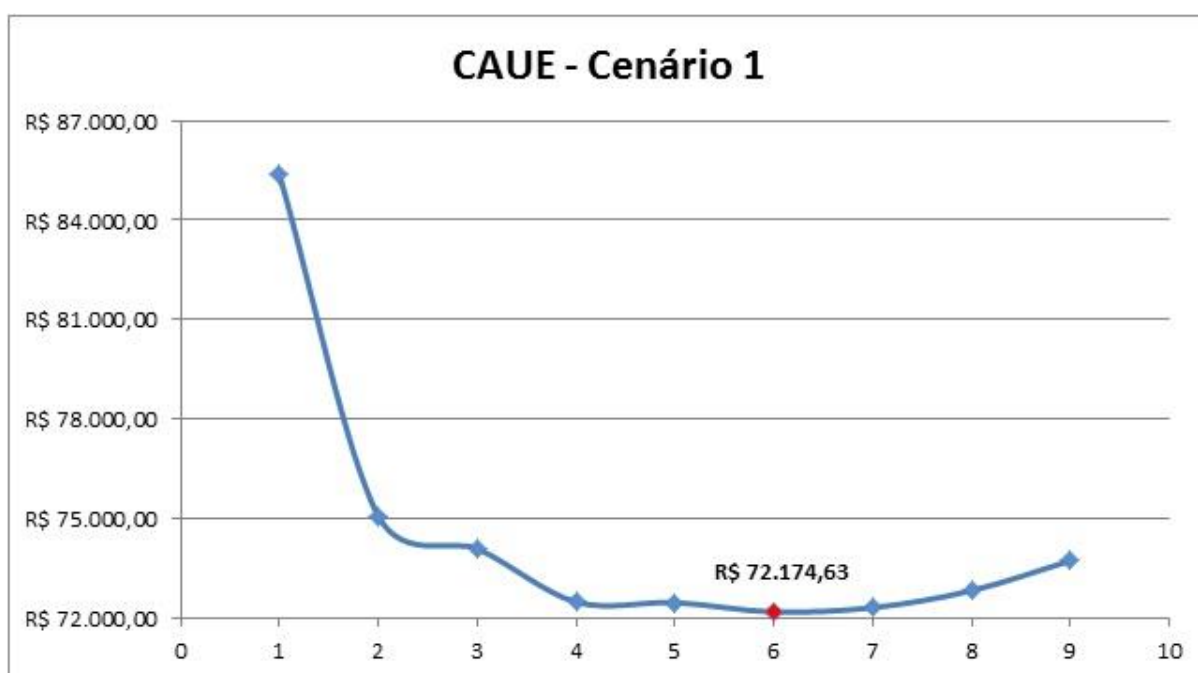


Figura 2 – Comportamento do CAUE conforme o Cenário 1

Fonte: elaborado pelo autor

Nota-se que a influência da redução em 5% dos custos com combustível é extremamente relevante para o cálculo da vida econômica de veículos, no estudo em questão resultou em um acréscimo de 2 anos de uso para o veículo, de 4 anos para 6 anos de uso.

Para o cenário 2, mantem-se os dados originais porém com uma redução de 5% nos custos de manutenção do veículo.

Tabela 7 – CAUE Cenário 2

Ano	CAUE
1	R\$ 86.530,14
2	R\$ 76.243,66
3	R\$ 75.333,21
4	R\$ 73.734,45
5	R\$ 73.733,24
6	R\$ 73.587,23
7	R\$ 73.856,45
8	R\$ 74.449,27
9	R\$ 75,322,00

Fonte: elaborado pelo autor

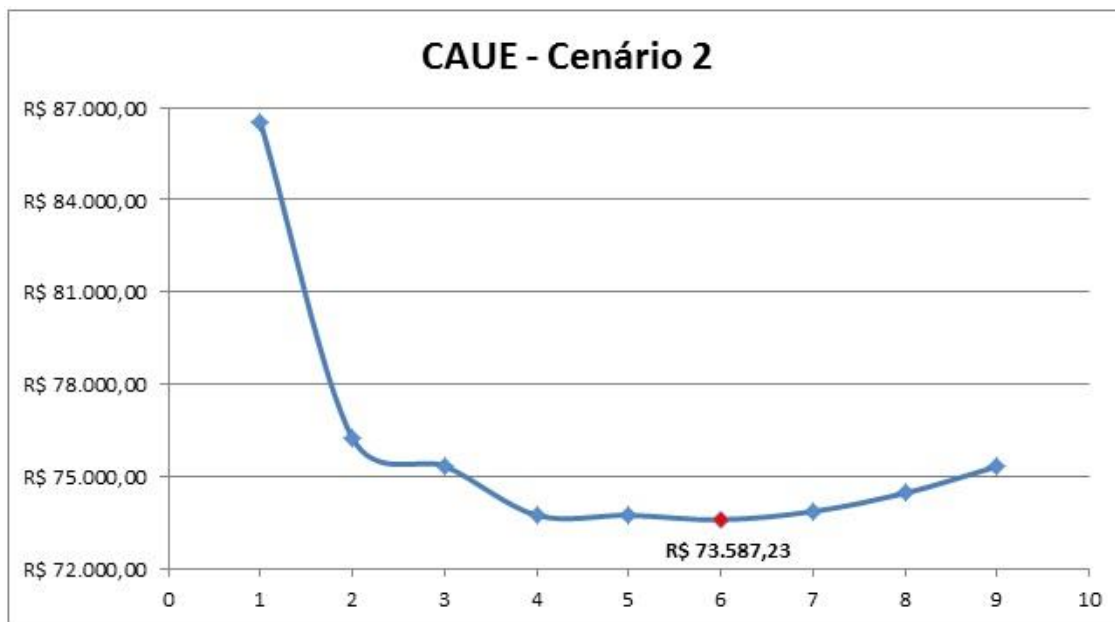


Figura 3 – Comportamento do CAUE conforme o Cenário 2

Fonte: elaborado pelo autor

Assim como no cenário 1, o CAUE para o cenário 2 indica que a vida econômica do veículo é de 6 anos. Entretanto a redução de 5% de custos com combustível do cenário 1 apresenta maior economia para a companhia.

É sugerido a empresa que treine seus motoristas, e, além disso, encontre maneiras para que ocorra a redução sustentável do consumo de combustível dos veículos, ressaltando que muitas empresas do ramo logístico tem obtido sucesso na redução de consumo de combustível e manutenção dos veículos através de sistema de pontuação e premiação aos motoristas, associado ao treinamento de condução eficaz e direção defensiva, antecipação de frenagens e redução de trocas de marchas.

5. Conclusão

Este trabalho teve por objetivo encontrar o ponto ótimo para a substituição de um veículo idêntico ou com pouca modificação, por outro veículo novo, utilizando se de cálculos e métodos de Engenharia Econômica, correspondentes a vida econômica desse tipo de ativo.

Para tal, foram considerados os dados históricos relativos aos custos anuais com combustível, manutenção, impostos e seguros, valores de compra e venda. A partir disso, com a variação de porcentagem anual dos custos pode-se realizar projeções de comportamento ao longo de 9 anos.

Para a escolha do ponto ótimo, foram considerados os descontos de depreciação real e contábil e do Imposto de Renda sobre a possível venda ao final de cada período. Em posterior, foram considerados dois cenários com redução de 5% nos custos com combustível e manutenção, a fim de proporcionar um melhor entendimento, em separado, do impacto de cada custo na vida econômica do ativo, cenários esses os quais são passíveis de influência da empresa.

Ao final, foi plausível indicar à empresa que a substituição do veículo ocorra ao final do quarto ano de uso, pois é o intervalo em que os custos, somados, atingem o valor mínimo. Além disso, pode-se aferir que a vida econômica do bem pode ser estendida caso ocorra a diminuição dos custos com combustível ou manutenção.

A fim de proporcionar melhor competitividade à empresa, é sugerida a realização de novos estudos com outras formas de diminuição dos custos, como redução do preço de compra dos ativos, negociação de taxas de financiamento, entre outros. Por fim, conclui-se que a pesquisa atingiu seus objetivos iniciais e, além disso, possibilitou o entendimento do quão influente são os custos atrelados ao cálculo da vida econômica desse tipo de bem de capital.

Referências bibliográficas

- BLANK, Leland; TARQUIN, Anthony. **Engenharia Econômica**. 6. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2011. 756 p.
- CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITTKKE, Bruno Hartmut. **Análise de Investimentos: Matemática Financeira, Engenharia Econômica, Tomada de Decisão e Estratégia Empresarial**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2000. 458 p.
- EHRlich, Pierre Jacques; MORAES, Edmilson Alves de. **Engenharia Econômica: Avaliação e Seleção de Projetos de Investimento**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2013. 177 p.
- GITMAN, Lawrence J. **Princípios de Administração Financeira**. 10. ed. São Paulo: Pearson Education - Br, 2006. 745 p.
- MOTTA, Regis da Rocha; CALÔBA, Guilherme Marques. **Análise de Investimentos: Tomada de Decisão em Projetos Industriais**. São Paulo: Atlas, 2009. 391 p.
- ROCHA, Nelson Fernando Cabeda. **Análise de sensibilidade dos estudos de viabilidade na construção de empreendimentos**, 2009. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil). Universidade do Porto, Programa de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Porto.
- SAMANEZ, Carlos Patricio. **Matemática Financeira: Aplicações à análise de investimentos**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. 274 p.
- SOUZA, Alceu; CLEMENTE, Ademir. **Decisões Financeiras e Análise de Investimentos: Fundamentos, Técnicas e Aplicações**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 186 p.
- YIN, Roberto K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 205 p.