

Eixo Temático: Estratégia e Internacionalização de Empresas

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

**ANALYSIS OF THE ECONOMIC VIABILITY OF SUBSTITUTION OF A VEHICLE
IN A CARRIER OF FRAGRATED CARGOES OF SANTA MARIA**

Rafael Marcuzzo, Lucas Oliveira Fracari, Aline Martins Dos Santos, Julio Cezar Mairesse Siluk,
Lucas Urach Sudati e Lucineide De Fátima Marian

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.

Palavras-chave: 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

Keywords: Economic life, equipment replacement, economic engineering

1 INTRODUÇÃO

Desde meados do século passado, principalmente nas últimas duas décadas, pessoas e organizações enfrentam constantes mudanças tecnológicas, culturais, sociais e econômicas (SCARANO et al., 2014). Segundo Rosa, Siluk e Dos Santos (2016), as principais transformações estão relacionadas com o processo de globalização, o aumento da competitividade, o amadurecimento das redes empresariais e a ênfase no cliente.

Entretanto, para que as corporações se mantenham competitivas, é necessário que as informações dos custos relativos aos seus processos sejam aferidas. Para tal, deve ser realizado um estudo direcionado à vida econômica dos equipamentos e maquinários utilizados ao adicionar valor aos seus produtos e serviços (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010).

Dentro desse contexto, encontram-se os custos logísticos que representam um percentual muito significativa na empresa e falta de gestão acaba dificultando a maioria das organizações e aumento de problemas (NUNES, 2011). Diante disso, torna-se necessário o estudo da vida econômica de um bem “corresponde ao tempo de utilização do bem, capaz de produzir com o menor custo para a empresa, e que certamente, é menor ou igual a sua vida útil” (ANDRADE, 2014).

Destarte, o trabalho tem como objetivo calcular a vida econômica de um veículo em uma empresa transportadora de cargas localizada no município de Santa Maria a fim de encontrar o ponto ótimo para a substituição do veículo e ajudar na tomada de decisão estratégica da empresa. Para isso, o trabalho apresentará um embasamento teórico sobre engenharia econômica, métodos de análise de investimentos, substituição de equipamentos, vida econômica, depreciação e imposto de renda.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Engenharia Econômica

De acordo com Casarotto Filho e Kopittke (2009), somente um estudo econômico pode confirmar a correta viabilidade técnica de um projeto. Nesse sentido, a engenharia econômica tem por objetivo a análise econômica de decisões sobre investimentos a fim de identificar quais promovem maior retorno financeiro.

Em análises de Engenharia Econômica, geralmente é levado em conta o tempo futuro a fim de realizar estimativas. Além disso, são levadas em consideração as taxas de juros, fluxo de caixa financeiro, tempo de aplicação e, por isso, podem ocorrer variações no planejamento dos gestores (BLANK; TARQUIN, 2011; SOUZA; CLEMENTE, 2009).

2.2 Métodos de Análise de Investimentos

Qualquer empresa é constantemente submetida a processos de tomada decisão. Para tal, utilizam métodos capazes de fornecer e gerar informações adicionais a fim de tornar mais confiável e preciso o processo decisório. Nessa perspectiva, 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 gerada por uma alternativa de investimentos, são o Valor Presente Líquido (VPL), o Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o *Payback*. Deve-se atentar para o fato de que as alternativas de investimentos somente podem ser comparadas se as decorrências monetárias forem analisadas em um ponto em comum no tempo. Com o uso desses métodos o investidor pode ampliar seu entendimento a cerca do processo decisório e ter uma postura prospectiva.

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 descontando a taxa mínima de atratividade da empresa (TMA). Clemente e Souza (2009) citam que o VPL é uma técnica robusta e a 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 fórmula:

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

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 podem haver dificuldades na quantificação das receitas e dos benefícios monetários. Em contrapartida, 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.

Em suma, 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 (CASAROTTO FILHO; KOPITKE, 2010).

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. E para o projeto ser considerado viável é necessário que a TIR seja maior que a TMA do investidor; caso contrário, o investimento é considerado descartável.

Motta e Calôba (2011) complementam que a taxa interna de retorno é um índice que utiliza um determinado intervalo de tempo para medir a rentabilidade do projeto, porém é

necessário que haja investimentos e receitas envolvidos. Para Gitman (2006), a taxa interna de retorno é 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, pois os dois métodos devem concluir igualmente quanto a aceitação ou não do projeto.

2.2.4 *Payback*

Motta e Calôba (2011) colocam 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. Dessa forma, o *Payback* 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* 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 entendida em quatro tipos de situação: (i) quando o equipamento é inadequado para a tarefa (baixa capacidade), (ii) quando o bem está desgastado e tem sua capacidade de produção prejudicada com a manutenção excessiva e declínio de eficiência, (iii) 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 (iv) 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.

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 equipamentos, instalações e bens de capital (CLEMENTE; SOUZA, 2009). É corriqueiro que as empresas se guiem exclusivamente por aspectos técnicos a fim de estabelecer as tomadas de decisões de eliminação ou substituição de equipamentos. 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. Tal assertiva reitera a importância de um estudo a cerca da substituição de equipamentos.

Do ponto de vista de Casarotto Filho e Kopittke (2010), a substituição de ativos de capital 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: (i) substituição estratégica, (ii) substituição não idêntica, (iii) substituição idêntica, (iv) substituição com progresso tecnológico e (v) baixa sem reposição.

2.4 Vida Econômica

A definição de vida econômica é semelhante à de vida útil, porém refere-se à capacidade de produção ou não de um bem, considerando os custos gerais que a empresa onera para manter em operação tal bem de capital (SOUZA E CLEMENTE, 2009). Esses custos podem ser divididos conforme sua alocação em três tipos: Custos de capital, de operação, e de manutenção. 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 para determinar quando realizar sua substituição (no tempo ideal).

2.5 Depreciação e Imposto de Renda

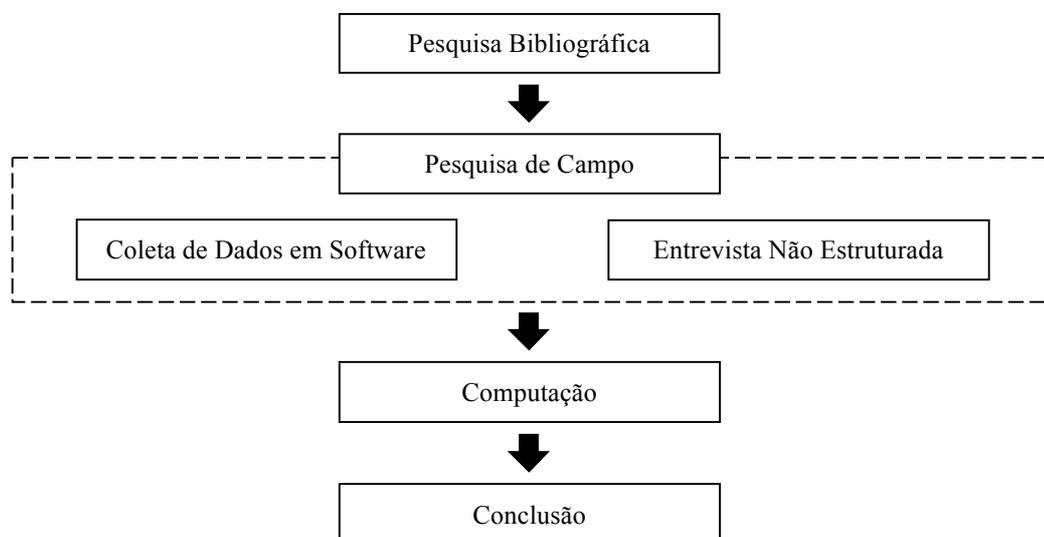
A depreciação de ativos, segundo Ehrlich e Moraes (2013), é na maioria das vezes calculada com um percentual de 10% ao ano, ou seja, em 10 anos a vida contábil do equipamento é zerada. Porém, a legislação brasileira autoriza diversos meios de contabilizá-la, conforme a configuração dos ativos. A exemplo disso, tem-se os imóveis, que 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, tendo em vista que o desgaste físico não necessariamente depende do tempo de utilização. É normal que um ativo ostente plenas condições de uso mesmo após estar totalmente depreciado (EHRlich; MORAES, 2013). 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 METODOLOGIA

A fim de cumprir com o objetivo do trabalho, a pesquisa se desenvolveu em quatro etapas, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 – Processo metodológico



Fonte: Elaborado pelos autores

A primeira etapa visou uma retomada teórica sobre engenharia econômica e métodos de análise de investimentos. Para isso, foram realizadas buscas no Google Acadêmico, em conjunto com a verificação de livros e artigos em eventos publicados a respeito dos temas.

A partir do conhecimento mais aprimorado sobre a temática, foi realizada a pesquisa de campo. Nela, houve a coleta de dados no *software* de gestão da empresa e foi realizada uma entrevista não estruturada com os responsáveis pela frota da companhia, a fim de tirar as dúvidas durante o projeto da pesquisa.

A partir da coleta de dados, foram calculados os custos anuais associados à manutenção, consumo de combustível, seguros e impostos, iniciando no ano de 2012. Ainda, foram calculadas as médias dos custos anuais e sua variação durante os anos, considerando a venda ao final de cada ano, os efeitos da depreciação e imposto de renda. A Tabela FIPE (Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas) foi utilizada como referência para determinar o valor de revenda do veículo e sua desvalorização.

Por fim, foi possível elaborar as conclusões do trabalho apresentando os estimados comportamentos dos dados ao longo dos períodos, utilizando o método CAUE e em consequência, a vida econômica do equipamento.

4 RESULTADOS

De acordo com as entrevistas realizadas com a empresa, foram relatadas informações sobre a frota de veículos. Dentre elas, foi informado que a empresa detém 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 que se faz necessário para uma sólida análise envolve os custos associados a realidade da empresa. Ainda, 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.

Em termos práticos, os custos foram divididos em: custo de combustível, custo de manutenção, custos de seguros e de 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 leve redução de 4,5% nos demais períodos, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Projeção de comportamento dos custos

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

Fonte: Elaborados pelos autores

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.

Através da tabela FIPE, foram consultados os valores de venda do veículo no decorrer dos anos. Já no primeiro ano, o equipamento apresentou uma desvalorização de 21,57%. Após o primeiro período, 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, conforme Tabela 2.

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: Elaborados pelos autores

Para o cálculo da depreciação contábil, aplicou-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 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: Elaborados pelos autores

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, conforme Quadro 1.

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								
1	-R\$ 79.075,91	R\$ 37.028,09							
2		-R\$ 67.730,86	R\$ 39.007,14						
3			-R\$ 48.832,54	R\$ 49.649,46					
4				-R\$ 45.348,70	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 pelos autores

Entretanto, é necessário que o efeito do imposto de renda sobre o ganho de capital seja considerado, pois o enquadramento tributário exige o pagamento de tal imposto sobre a venda de bens de capital. Assim, do valor de compra do veículo novo foi descontada sua depreciação real ao final de cada período, denominado valor de mercado e, 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 (IR). A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) adotada foi de 12% ao ano, e a alíquota sobre o IR 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	0	-R\$ 79.075,91

Fonte: Elaborado pelos autores

Conforme demonstra o Quadro 2, o IR aplicado sobre o ganho de capital que incide sobre uma possível venda ao final do primeiro ano foi zero. Isso ocorreu, pois as depreciações real (valor de mercado) e contábil foram de 21,57% e 20 %, respectivamente. 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 IR são iguais.

Quadro 3 - Indicação do fluxo de caixa após desconto do IR 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 pelos autores

Em sequência, ao final do segundo ano, as depreciações real e contábil assumiram valores distintos de 8,07% e 20%, respectivamente. Sendo assim, o ganho de capital foi positivo e apresentou crescimento, em paralelo com o IR a ser desembolsado em caso de venda do bem.

Quadro 4 - Indicação do fluxo de caixa após desconto do IR 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 pelos autores

Para a venda após o terceiro ano, as depreciações real e contábil foram respectivamente de 7,73% e 20%. Com isso, elevou-se ainda mais o IR devido em caso de venda, em comparação aos quadros anteriores. Dando continuidade, foram analisados os próximos 6 anos, totalizando os 9 anos do estudo.

Quadro 5 - Indicação do fluxo de caixa após desconto do IR 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 pelos autores

Quadro 6 - Indicação do fluxo de caixa após desconto do IR 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 pelos autores

A partir do quinto ano, o valor contábil demonstrou-se zero, pois a depreciação contábil atingiu 100%, assim o IR sobre o ganho de capital passou a ser calculado através do valor de mercado.

Quadro 7 - Indicação do fluxo de caixa após desconto do IR 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 pelos autores

Quadro 8 - Indicação do fluxo de caixa após desconto do IR 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 pelos autores

Quadro 9 - Indicação do fluxo de caixa após desconto do IR 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 pelos autores

Quadro 10 - Indicação do fluxo de caixa após desconto do IR 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 pelos autores

A partir desses valores foi elaborado um novo fluxo de caixa considerando os efeitos do IR sobre os nove períodos.

Quadro 11 – Fluxo de caixa após desconto de IR

Fluxo de Caixa após Imposto de Renda									
ANO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	R\$ 148.041,00								
1	-R\$ 79.075,91	R\$ 37.028,09							
2		-R\$ 65.043,85	R\$ 39.007,14						
3			-R\$ 42.942,70	R\$ 49.649,46					
4				-R\$ 35.521,78	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 pelos autores

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

Tabela 4 – VPL após desconto do IR

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

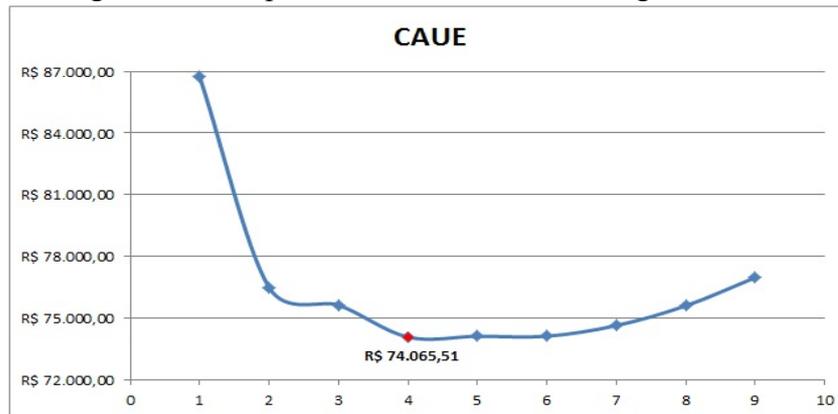
Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 5 – CAUE após desconto do IR

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 pelos autores

Figura 2 – Comportamento do CAUE ao longo de 9 anos



Fonte: Elaborado pelos autores

Observa-se através da Tabela 5, que o CAUE apresentou uma perspectiva de queda até o quarto ano e, a partir desse período, houve uma inflexão na curva do CAUE, sendo causada pela elevação dos custos a partir daquele intervalo. Na Figura 2, visualiza-se 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 de 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. Porém, 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 seria possível a atuação da empresa para reduzir os custos envolvidos. Como 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.

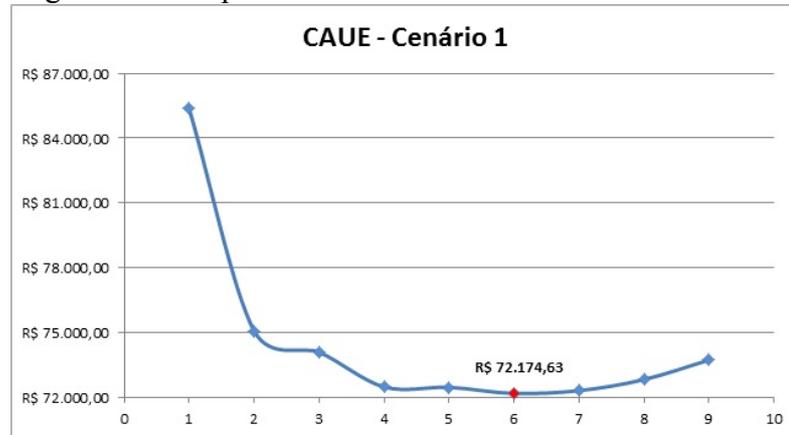
No cenário 1, foram reduzidos os custos com combustível em 5%, conforme Tabela 6..

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 pelos autores

Figura 3 – Comportamento do CAUE conforme o Cenário 1



Fonte: Elaborado pelos autores

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

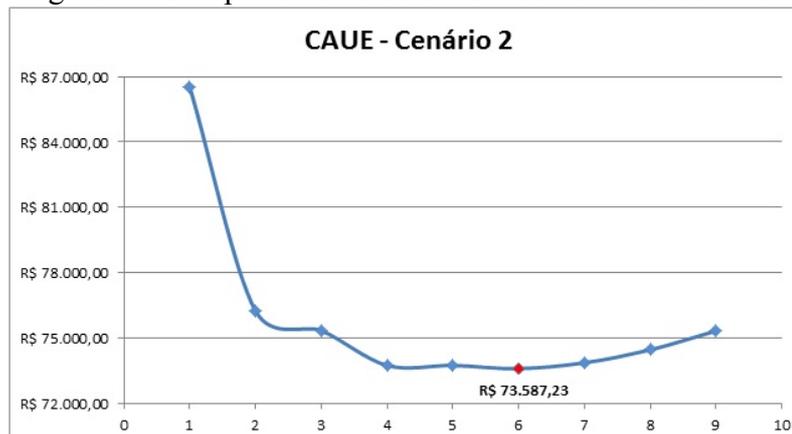
Para o cenário 2 (Tabela 7), mantiveram-se os dados originais, porém com uma redução de 5% nos custos de manutenção do veículo.

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 pelos autores

Figura 4 – Comportamento do CAUE conforme o Cenário 2



Fonte: Elaborado pelos autores

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.

4 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 comportamentos 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. Posteriormente, foram considerados dois cenários com redução de 5% nos custos em cada, 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.

6 REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. **Análise Econômica Para Substituição De Equipamento Em Uma Empresa De Transporte Marítimo**. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Gestão Empresarial). Centro Estadual De Educação Tecnológica Paula Souza, São Sebastião, 2014.

BLANK, L; TARQUIN, A. **Engenharia Econômica**. 6. ed. São Paulo: Mcgraw-Hill, 2011. 756 p.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B. H. **Análise de Investimentos: Matemática Financeira, Engenharia Econômica, Tomada de Decisão, Estratégia Empresarial**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CASAROTTO FILHO, Nelson C.; KOPITTKE, Bruno H. **Análise de Investimentos**. 10 ed. São Paulo: Atlas, 2009

GITMAN, Lawrence J. **Princípios da Administração Financeira**. 12 ed. São Paulo: Pearson, 2010.

MOTTA, Regis da Rocha; CALÔBA, Guilherme Marques. **Análise de Investimentos: Tomada de Decisão em Projetos Industriais**. São Paulo: Atlas, 2009. 391 p

NUNES, J. R. **Análise Da Viabilidade Financeira Para Substituição de Caminhões da Frota de Uma Transportadora de Cargas Pesadas De Criciúma – SC**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Administração) Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. Criciúma, 2011

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.

ROSA, C. B; SILUK, J. C. M.; DOS SANTOS, A. M. Application of optimization techniques in the production of parts of martensitic stainless steel. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**. March. 2016. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00170-016-8621-5>. Acesso em: 25 out. 2016. DOI: 10.1007/s00170-016-8621-

SCARANO, T. F. et al. Diagnóstico do desempenho organizacional em empresas do setor metal mecânico. **Espacios**. v. 35, n. 3, 2014. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a14v35n03/14350319.html>. Acesso em: 4 jan. 2016.

SOUZA, Alceu; CLEMENTE, Ademar. **Decisões Financeiras e Análise de Investimentos: Fundamentos, Técnicas e Aplicações**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 186 p

SAMANEZ, Carlos Patricio. **Matemática Financeira: Aplicações à análise de investimentos**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. 274 p.