



ConBRepro

XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



01 a 03
de dezembro 2021

Cálculo da vida econômica de caminhões de transporte em uma indústria

Filipe Rios Viana

Universidade Federal de Santa Maria

Denis Rasquin Rabenschlag

Universidade Federal de Santa Maria

Resumo: Com o intuito de manterem-se competitivas em seus mercados, as empresas precisam adotar métodos antes não aplicados para reduzir custos. Este trabalho trata-se de uma aplicação do método do Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) para calcular a vida econômica de um modelo de caminhões de transporte em uma indústria de bebidas, a fim de apontar o momento ótimo para substituição do equipamento por outro semelhante. Através de projeções do comportamento dos custos e da desvalorização do veículo em 10 anos, foi possível criar um fluxo de caixa e calcular o CAUE para cada período. O resultado permitiu identificar o melhor momento de substituição ao final do sexto ano de uso, pois é quando os custos são minimizados. Assim, a vida econômica do modelo de veículo em estudo chega ao fim em 6 anos, confrontando o período de vida útil do ativo, que é de 10 anos.

Palavras-chave: engenharia econômica, vida econômica, CAUE, caminhões de transporte.

Calculation of the economic life of transport trucks in an industry

Abstract: In order to remain competitive in their markets, companies need to adopt methods not previously applied to reduce costs. This work it is an application of the Equivalent Annual Cost method (EAC) to calculate the economic life of a transport truck model in a beverage industry in order to pinpoint the optimal time to replace equipment by other similar. Through projections of the behavior of costs and the devaluation of the vehicle in 10 years, it was possible to create a cash flow and calculate the EAC for each period. The results allowed us to identify the best time of replacement to the end of the sixth year of use as it is when costs are minimized. Thus, the economic life of the vehicle under consideration comes to an end in six years, confronting the useful life of the asset, which is 10 years.

Keywords: engineering economics, economic life, EAC, transport trucks

1. Introdução

As empresas podem ser analisadas em diferentes pontos de vista, como uma entidade política, como uma unidade sociocultural ou como uma organização que se orienta para cumprir determinados objetivos. Porém, de acordo com a Teoria Econômica, formulada por

Adam Smith, a organização é vista como geradora de valor através da transformação de insumos em produtos. Independentemente das visões que se pode ter, todas estabelecem as empresas como uma unidade e, para fins da Análise de Investimentos, as empresas são consideradas entidades cujo objetivo é gerar lucros e acumulá-los (SOUZA; CLEMENTE, 2009).

Uma das aplicações mais comuns da engenharia econômica, de acordo com Blank e Tarquin (2011), é a substituição de ativos ou de sistemas instalados. Se a utilização de um equipamento que a empresa possui será necessária no futuro, em algum momento ele será substituído. Desse modo, estes estudos levam à resposta de *quando* deve ocorrer essa substituição.

Quanto a sua estrutura, este capítulo apresenta a delimitação do tema, a questão que instiga a realização da pesquisa, os objetivos gerais e específicos da mesma e, por fim, as justificativas teóricas e práticas que respaldam a importância do assunto em questão.

O tema da pesquisa se delimita em uma das áreas da engenharia de produção: a gestão econômica, constituindo-se de um estudo com aplicação de técnicas de engenharia econômica para o cálculo da vida econômica em substituição de equipamentos.

Atualmente, muitas empresas ainda optam por manter seus equipamentos desgastados até que quase parem de funcionar, sem um acompanhamento adequado, gerando um alto custo de manutenção. Porém, de modo a manterem-se competitivas, faz-se necessário às empresas um levantamento de informações, bem como um estudo apropriado relativo à vida econômica dos equipamentos e máquinas utilizados para adicionar valor a seus produtos ou serviços (CASAROTTO FILHO; KOPITKE, 2010). Dessa forma, surge a questão: Qual é período de tempo ótimo para substituição de caminhões de transporte em uma empresa, de acordo com a aplicação das técnicas da Engenharia Econômica?

O presente estudo fundamenta-se em teorias e referências bibliográficas acerca de seu tema e em uma pesquisa quantitativa com dados reais de uma empresa, constituindo assim natureza teórica e prática. O objetivo geral deste trabalho é calcular a vida econômica de um modelo de caminhão e, assim, subsidiar a tomada de decisão em substituição de equipamentos mais apropriada à empresa.

De acordo com Souza e Clemente (2009), é comum, nas empresas, a determinação de prazos de vida útil para os bens de grande valor baseando-se em orientações do fabricante e a realização de implicações financeiras do projeto a partir dessa estimativa. Esse método, porém, não fornece as condições necessárias para uma análise apropriada, o que se torna agravante, pois os prejuízos podem ser elevados quando se trata de bens de valor significativo. No entanto, com o intuito de não perder espaço em seus mercados e manter competitividade, muitas empresas têm adotado aplicações de técnicas econômico-financeiras antes não utilizadas.

A metodologia mais aceita para este tipo de problema é a Análise de Investimentos, a qual, consoante Motta e Calôba (2011, p. 21), “busca, por meio de técnicas avançadas, utilizando Estatística, Matemática Financeira e Informática, uma solução eficiente para uma decisão compensadora”. Ou seja, a Análise de Investimentos fornece, através de métodos determinísticos, subsídios para a seleção ótima entre alternativas financeiras.

Este trabalho mostra-se útil de maneira a contribuir para que, não só os gestores, mas a empresa como um todo compreenda a relevância e perceba as vantagens da realização de um estudo pleno de viabilidade de projetos, antes de tomar a decisão, prevenindo, dessa forma, prejuízos em virtude de uma escolha errônea.

Ademais, em contato com a empresa onde esta pesquisa foi aplicada, verificou-se que há uma lacuna em relação a este estudo, pois a mesma não realiza o cálculo da vida

econômica de seus equipamentos. Dessa forma, a aplicação deste método trará, na prática, benefícios para a empresa, uma vez que o delineamento poderá ser feito para outros bens, e não somente para o modelo de veículo proposto neste trabalho.

2. Referencial teórico

2.1 Métodos de análise de investimentos

Conforme Souza e Clemente (2009), os indicadores de Análise de Investimentos podem ser separados em conformidade com sua associação: rentabilidade (da qual se destaca o VPL e o CAUE) e risco do projeto (do qual se destaca a TIR e o Payback). Com o apoio destes métodos, o investidor pode ter um melhor entendimento a respeito da relação entre comportamento e risco, auxiliando assim o processo decisório.

O VPL define-se, conforme Motta e Calôba (2011), como a soma dos fluxos de caixa descontados à TMA (Taxa Mínima de Atratividade) do investidor para a data zero. É a mais conhecida e utilizada técnica de análise de investimentos, afirmam Souza e Clemente (2009). De forma simples, o VPL compara duas alternativas no momento atual. A opção que apresenta o maior valor presente líquido é a mais viável economicamente. A fórmula para o cálculo é:

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

Onde:

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

Motta e Calôba (2011, p.124) definem o CAUE como “a transformação de todos os fluxos de caixa (investimentos, custos operacionais, valor residual etc.) em uma série anual uniforme”, isto é, converte-se todos os fluxos de caixa irregulares em anuidades a uma TMA proposta. Para efeito de comparação, a alternativa de investimento que apresentar o menor Custo Anual Uniforme Equivalente é eleita mais viável economicamente.

Segundo Blank e Tarquin (2011), a técnica do valor anual é cabível em qualquer situação em que o VPL possa ser utilizado e é particularmente útil em determinados tipos de análises, como: estudo de substituição de ativos, estudo de equilíbrio financeiro e quaisquer estudos que englobem custos de produção.

Trabalhos recentes comprovam a eficácia do método, tornando-o como o mais adequado para a aplicação da presente pesquisa. Roratto, Dias e Rabenschlag (2012) compararam quatro alternativas de investimento, pelo CAUE, e chegaram a um resultado satisfatório. Ferreira et al. (2014) demonstraram a vantagem de uma das alternativas de investimento em questão através do CAUE em conjunto com outro método, o FCL (Fluxo de Caixa Livre).

Segundo Motta e Calôba (2011, p.116), a TIR trata-se de “um índice relativo que mede a rentabilidade do investimento por unidade de tempo (ex: 25% ao ano), necessitando, para isso, que haja receitas envolvidas, assim como investimentos”.

Para Souza e Clemente (2009), a definição da Taxa Interna de Retorno resume-se à taxa que zera o VPL de um fluxo de caixa. Considera-se viável um projeto que apresenta TIR maior que a TMA do investidor, já o contrário torna o investimento não rentável e, conseqüentemente, irrelevante.

Há duas maneiras para o cálculo da TIR, conforme Blank e Tarquin (2011): o método manual, através de tentativa e erro, e a solução computadorizada por meio de planilhas eletrônicas. A segunda é muito mais rápida, entretanto a solução manual permite uma melhor compreensão sobre como funcionam os cálculos.

De acordo com Casarotto Filho e Kopittke (2010, p.111), o *Payback*, ou Tempo de Recuperação do Capital Investido, “mede o tempo necessário para que o somatório das parcelas anuais seja igual ao investimento inicial”. Desse modo, o *Payback* é um método não exato que calcula o tempo que levará para o investidor receber a mesma quantia investida no período inicial. Os autores salientam ainda, que este método apresenta defeito por não considerar o conceito de equivalência. Para isso usa-se o *Payback* descontado, que leva em conta a taxa de desconto e calcula o tempo necessário para que a soma das parcelas descontadas seja, pelo menos, igual ao investimento inicial.

Motta e Calôba (2011) ressaltam que o *Payback* deve servir apenas como indicador, não se valendo para seleção entre opções de investimentos. Ou seja, este método não é o mais apropriado para tomar como apoio às decisões financeiras, mas sim para ser usado como comparativo de atratividade das alternativas de investimento.

2.2 Substituição de equipamentos

Conforme Casarotto Filho e Kopittke (2010), a Substituição de Equipamentos é um estudo amplo que compreende desde a escolha de bens semelhantes para substituir os existentes até a troca por ativos que atuam de maneira completamente diferente. Os autores afirmam que, na maioria das empresas brasileiras, ainda tem-se o hábito de manter os equipamentos velhos em atividade, mesmo depois de seus funcionamentos não serem mais economicamente viáveis, acarretando em grandes despesas de manutenção. Uma das causas seria uma acomodação administrativa, de forma que a gerência, em geral, opta por resolver os problemas apenas em último caso, e não se antecipar a eles.

Geralmente, as empresas orientam-se por aspectos técnicos para a decisão de troca de ativos, conferindo um prazo de vida útil para os bens de valor significativo, em conformidade com orientações do fabricante (SOUZA; CLEMENTE, 2009). Esse método é insatisfatório e ultrapassado e, por isso, faz-se necessário um estudo mais apropriado de substituição de equipamentos.

Ehrlich e Moraes (2013) explanam que a política de reposição, de algumas pessoas, que argumenta a troca de carro a cada três ou cinco anos se apoia no fato de que os custos de manutenção e operação são crescentes com o tempo. Desse modo, o veículo desafiante tem vantagens em relação ao seu defensor, apesar de este ainda demonstrar bom funcionamento.

A aplicação do conceito de substituição de ativos pode ser realizada em cinco possíveis cenários, segundo Casarotto Filho e Kopittke (2010): baixa sem reposição; substituição idêntica; substituição não idêntica; substituição com progresso tecnológico e substituição estratégica.

2.3 Vida econômica

A utilização de uma estimativa de vida útil para determinação do momento em que se deve realizar a troca de um bem, conforme visto, não é apropriada. Em vez disso, utiliza-se o conceito de Vida Econômica, que em vez de relacionar a capacidade física do equipamento, se refere aos custos globais de se manter o mesmo (custos de capital, de operação e de

manutenção). Portanto, a vida econômica é o período no qual se alcança o menor Custo Anual Uniforme Equivalente (SOUZA; CLEMENTE, 2009).

Além disso, para Motta e Calôba (2011), a vida econômica resume-se ao momento ótimo para realizar a substituição do ativo em estudo. Ou seja, com a utilização do método CAUE, pode-se calcular os custos referentes a cada período e, assim, encontrar o tempo ideal para troca, no qual serão minimizadas as despesas.

Cruz, Fernandes e Reis (2015) elaboraram um modelo econômico para o cálculo da vida econômica de um conjunto de carregadeira de rodas. Esse valor foi utilizado para confrontar o tempo de vida útil adotado na política de gestão de ativos da empresa onde o estudo foi aplicado. Assim, foi possível apontar a época econômica mais favorável para a substituição desses ativos.

3. Metodologia

Esta pesquisa foi aplicada em uma empresa do setor industrial da cidade de Santa Maria. A empresa em questão é a CVI Refrigerantes Ltda., que atua como produtora, comercializadora e distribuidora de bebidas das marcas The Coca-Cola Company, Heineken e Leão Alimentos e Bebidas. A empresa possui mais de mil funcionários e utiliza de modernos equipamentos de fabricação em suas quatro linhas de produção, as quais têm capacidade para produzir mais de 500 milhões de litros de bebidas por ano e atendem às regiões Centro, Fronteira Oeste e Planalto Médio do estado do Rio Grande do Sul.

A unidade fabril, localizada no Distrito Industrial de Santa Maria, totaliza, atualmente, 25 mil metros quadrados de área construída. A empresa ainda conta com Centros de Distribuição em Passo Fundo e Vera Cruz e Transit Points (responsáveis exclusivamente pela distribuição de produtos) em Bagé e Sant'Ana do Livramento (CVI, 2015).

A metodologia utilizada no presente trabalho é de uma pesquisa aplicada exploratória e quantitativa, através de orientação de acadêmicos e triagem de materiais bibliográficos e virtuais, o que possibilita um bom levantamento de informações a respeito do tema.

A fim de coletar dados para realizar um estudo e aplicar os conceitos acerca do tema, foram realizadas visitas à CVI Refrigerantes, em Santa Maria. Essa coleta se deu através de entrevistas não estruturadas com os responsáveis pelo setor no qual o estudo se enquadra, constituindo observação sistemática. Dessa forma, o presente artigo trata-se de um estudo de caso, pois envolve a investigação de um problema em seu contexto e posterior análise e interpretação dos resultados provenientes de sua aplicação.

As etapas de realização desta pesquisa consistem em leituras e resolução de exercícios acerca do assunto em livros, periódicos e materiais virtuais, de forma a adquirir embasamento teórico suficiente, com periódicas reuniões com professores, para orientação. Adiante, foram realizadas as coletas de dados *in loco* através de entrevistas, subsequentemente, a aplicação dos modelos de substituição de equipamentos, a análise dos mesmos e discussão dos resultados obtidos, por meio de planilhas eletrônicas. Ao final foram feitas as considerações finais a respeito do trabalho.

Foi estabelecida a realização do estudo para um modelo de caminhões da empresa, que são responsáveis pelo transporte dos paletes de bebidas. O modelo para estudo foi escolhido conforme a sua quantidade de dados históricos, a fim de proporcionar um estudo mais fiel possível à realidade.

As entrevistas foram realizadas com o Gerente de Suprimentos da empresa, o qual disponibilizou uma planilha com as informações necessárias para a realização da pesquisa. Dentre as principais informações concedidas estão os modelos de caminhões mais comuns e seus custos anuais associados à manutenção, combustível, seguros, impostos, etc., iniciando no ano 2010.

Após a coleta dos dados, com o auxílio de planilhas eletrônicas, foram feitas médias dos seus custos e de seus percentuais de variação de ano para ano. As informações de valor de mercado e a desvalorização do tipo de caminhão foram levantadas através da Tabela FIPE, assim foi possível analisar seus desempenhos.

Então, foram feitas estimativas dos comportamentos desses dados ao longo de 10 anos e a concepção de um fluxo de caixa considerando uma venda em cada um dos anos. Depois, foram considerados os efeitos da depreciação e do imposto de renda no fluxo de caixa. A partir deste fluxo, foi possível calcular o CAUE e, conseqüentemente, a vida econômica do veículo. Ao final, foram criados cenários alterando a proporção de aumento de alguns custos. Essas simulações possibilitaram entender a influência dos custos na vida econômica de um equipamento.

4. Resultados e discussões

Através das entrevistas realizadas, foram relatadas algumas informações sobre a frota de veículos da empresa. Entre elas, a de que a empresa possui, desde os últimos seis anos, política de renovação da frota de caminhões, de forma a manter veículos modernos e em bom estado, e de não mais terceirizar o serviço logístico e sim adquirir caminhões próprios. Neste momento, a empresa já conta com mais de 100 caminhões de transporte em sua frota.

A empresa não faz uso do método focalizado nesta pesquisa. Para a escolha de qual modelo de caminhão adquirir, são feitas análises multicritérios, considerando critérios técnicos, os quais têm pesos diferentes. São atreladas notas a cada critério e, ao final, o modelo que possuir a maior pontuação será escolhido. Entretanto, esse método considera apenas a compra dos caminhões, e não a troca deles após o fim da sua vida econômica. Por conseguinte, a aplicação de um estudo que preencha esta lacuna, levando em consideração a vida econômica de sua frota foi de grande interesse por parte da empresa.

Segundo o gerente entrevistado, a empresa adota o ciclo de vida útil de 10 anos para os caminhões. Dessa maneira, até o momento desta pesquisa, a troca de caminhões próprios ainda não havia acontecido. A vida contábil, todavia, é de 5 anos para os veículos, pois é feita depreciação acelerada.

Com posse das informações concedidas pela empresa, foi escolhido para estudo o modelo Volkswagen 17.180 Worker, pois este é o que apresenta a maior quantidade de dados históricos. O volume de dados se faz necessário para conceber uma estimativa sólida do comportamento dos custos associados ao tipo de caminhão selecionado. Vale salientar que o cenário aplicado foi de substituição idêntica, no qual é executada a troca de um ativo por outro igual ou de pequeno progresso tecnológico.

As planilhas disponibilizadas pela empresa compreendem os custos anuais, de 2010 a 2014, de quatro unidades do modelo elegido. Os gastos foram então divididos em: custo de combustível, custo de manutenção, custo de seguros e impostos e outras despesas (que são despesas gerais não especificadas pela empresa). Os dados históricos destes custos foram utilizados para elaborar uma aproximação futura considerando seus comportamentos ao longo do tempo.

Dessa maneira, foram calculadas, para cada ano, as médias dos custos dos quatro veículos e o percentual de variação de ano para ano. No entanto, notou-se que alguns custos demonstraram uma variação fora do comum, sendo então necessária a exclusão desses dados. As despesas relacionadas a combustível apresentaram um comportamento de aumento gradual. Assim, foi considerada a média do primeiro ano e, para os períodos seguintes, um incremento de 20,64%. Os custos de manutenção, da mesma forma, também apresentaram um aumento. Foi então considerada para cálculo a média do primeiro ano e um acréscimo de 37,09% para os demais anos. Já os custos de seguros e impostos

apontaram um alto valor no primeiro ano e uma pequena redução nos demais. Portanto, foram utilizadas as médias dos dois primeiros anos e uma redução da ordem de 3,12% para os seguintes. Os custos classificados em outras despesas demonstraram um comportamento de alta variação nos primeiros anos, sendo precisa a consideração da média dos dois últimos anos, apenas, para estimar seu desempenho. Sendo assim, foram utilizadas as médias dos três primeiros anos e um aumento de 31,74% nos anos posteriores.

Tabela 1 – Projeção de comportamento dos custos

Ano	Custo combustível	Custo manutenção	Custo seguros e impostos	Outras despesas
1	R\$ 8.953,50	R\$ 225,00	R\$ 5.298,24	R\$ 668,97
2	R\$ 10.801,19	R\$ 308,46	R\$ 2.946,04	R\$ 1.545,86
3	R\$ 13.030,19	R\$ 422,87	R\$ 2.854,25	R\$ 4.569,96
4	R\$ 15.719,17	R\$ 579,73	R\$ 2.765,32	R\$ 6.020,31
5	R\$ 18.963,07	R\$ 794,76	R\$ 2.679,16	R\$ 7.930,96
6	R\$ 22.876,39	R\$ 1.089,56	R\$ 2.595,69	R\$ 10.447,99
7	R\$ 27.597,30	R\$ 1.493,70	R\$ 2.514,81	R\$ 13.763,85
8	R\$ 33.292,43	R\$ 2.047,76	R\$ 2.436,46	R\$ 18.132,04
9	R\$ 40.162,84	R\$ 2.807,32	R\$ 2.360,55	R\$ 23.886,56
10	R\$ 48.451,07	R\$ 3.848,63	R\$ 2.287,00	R\$ 31.467,38

Fonte: elaborado pelos autores

Como o modelo de caminhão escolhido não é mais fabricado desde 2012, para o valor de investimento inicial, foi utilizada uma projeção do preço de compra do modelo Volkswagen 17.190 Worker, que é muito semelhante ao seu antecessor, através de informações de preço médio de veículos da Tabela FIPE. O valor estimado do veículo zero quilômetro em 2016 foi de R\$188.182,68.

De forma análoga, também através da Tabela FIPE, foi feita uma média da queda de preço do veículo. O primeiro ano de uso apresenta uma queda de 19,92% em seu valor. Após essa brusca redução, notou-se um comportamento de queda média de 4,12% ao ano. Assim, foi possível examinar o comportamento da depreciação real, ou seja, a desvalorização do veículo perante o mercado ao longo dos anos.

Tabela 2 – Projeção do efeito da depreciação real do modelo Volkswagen 17.190 Worker

Ano	Valor do mercado
0	R\$ 188.182,68
1	R\$ 150.691,50
2	R\$ 144.472,69
3	R\$ 138.510,52
4	R\$ 132.794,40
5	R\$ 127.314,17
6	R\$ 122.060,11
7	R\$ 117.022,87

8	R\$	112.193,51
9	R\$	107.563,45
10	R\$	103.124,47

Fonte: elaborado pelos autores

Por ser utilizada uma depreciação contábil acelerada, de 20% por ano, o valor do veículo, para a empresa, decresce bruscamente e atinge o valor zero ao final do quinto ano de uso.

Tabela 3 – Comportamento da depreciação contábil

Ano	Depreciação contábil	Valor contábil
0	R\$ -	R\$ 188.182,68
1	R\$ 37.636,54	R\$ 50.546,14
2	R\$ 37.636,54	R\$ 112.909,61
3	R\$ 37.636,54	R\$ 75.273,07
4	R\$ 37.636,54	R\$ 37.636,54
5	R\$ 37.636,54	R\$ -
6	R\$ -	R\$ -
7	R\$ -	R\$ -
8	R\$ -	R\$ -
9	R\$ -	R\$ -
10	R\$ -	R\$ -

Fonte: elaborado pelos autores

Realizadas as projeções de comportamento dos custos e das depreciações real e contábil, foi possível calcular o fluxo de caixa considerando uma possível venda ao final de cada um dos 10 anos.

Quadro 1 – Fluxo de caixa considerando uma possível venda em cada ano

Fluxo de Caixa									
Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
-R\$ 188.182,68	-R\$ 188.182,68	-R\$ 188.182,68	-R\$ 188.182,68	-R\$ 188.182,68	-R\$ 188.182,68	-R\$ 188.182,68	-R\$ 188.182,68	-R\$ 188.182,68	-R\$ 188.182,68
-R\$ 15.000,34	-R\$ 15.145,70	-R\$ 15.145,70	-R\$ 15.145,70	-R\$ 15.145,70	-R\$ 15.145,70	-R\$ 15.145,70	-R\$ 15.145,70	-R\$ 15.145,70	-R\$ 15.145,70
	R\$ 15.961,54	-R\$ 15.601,55	-R\$ 15.601,55	-R\$ 15.601,55	-R\$ 15.601,55	-R\$ 15.601,55	-R\$ 15.601,55	-R\$ 15.601,55	-R\$ 15.601,55
		R\$ 42.360,18	-R\$ 20.877,27	-R\$ 20.877,27	-R\$ 20.877,27	-R\$ 20.877,27	-R\$ 20.877,27	-R\$ 20.877,27	-R\$ 20.877,27
			R\$ 70.073,33	-R\$ 25.084,53	-R\$ 25.084,53	-R\$ 25.084,53	-R\$ 25.084,53	-R\$ 25.084,53	-R\$ 25.084,53
				R\$ 96.946,21	-R\$ 30.367,96	-R\$ 30.367,96	-R\$ 30.367,96	-R\$ 30.367,96	-R\$ 30.367,96
					R\$ 85.050,47	-R\$ 37.009,64	-R\$ 37.009,64	-R\$ 37.009,64	-R\$ 37.009,64
						R\$ 71.653,21	-R\$ 45.369,66	-R\$ 45.369,66	-R\$ 45.369,66
							R\$ 56.284,82	-R\$ 55.908,69	-R\$ 55.908,69
								R\$ 38.346,18	-R\$ 69.217,27
									R\$ 17.070,39

Fonte: elaborado pelos autores

É necessário, no entanto, levar em conta o efeito do imposto de renda sobre o ganho de capital de uma possível venda. Logo, foi subtraída do valor residual a depreciação contábil do período em questão. Do valor resultante, chamado de ganho de capital sobre a venda,

haverá a incidência da alíquota do Imposto de Renda. A alíquota adotada para o Imposto de Renda foi de 15% e a Taxa Mínima de Atratividade – TMA, também 15% ao ano.

Quadro 2 – Determinação do Imposto de Renda sobre ganho de capital da venda após 10 anos

Venda após 10 anos:				
Período	FC antes IR	Ganho de capital	IR sobre ganho	Fluxo após IR
0	-R\$ 188.182,68			-R\$ 188.182,68
1	-R\$ 15.145,70			-R\$ 15.145,70
2	-R\$ 15.601,55			-R\$ 15.601,55
3	-R\$ 20.877,27			-R\$ 20.877,27
4	-R\$ 25.084,53			-R\$ 25.084,53
5	-R\$ 30.367,96			-R\$ 30.367,96
6	-R\$ 37.009,64			-R\$ 37.009,64
7	-R\$ 45.369,66			-R\$ 45.369,66
8	-R\$ 55.908,69			-R\$ 55.908,69
9	-R\$ 69.217,27			-R\$ 69.217,27
10	R\$ 17.070,39	R\$ 103.124,47	R\$ 15.468,67	R\$ 1.601,72

Fonte: elaborado pelos autores

Da maneira análoga ao quadro 2, foram determinados os efeitos do Imposto de Renda em cada um dos períodos, resultando no fluxo de caixa exposto no Quadro 3.

Quadro 3 – Fluxo de caixa após efeito do Imposto de Renda

Fluxo de Caixa após Imposto de Renda									
Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
-R\$ 188.182,68	-R\$ 188.182,68	-R\$ 188.182,68	-R\$ 188.182,68	-R\$ 188.182,68	-R\$ 188.182,68	-R\$ 188.182,68	-R\$ 188.182,68	-R\$ 188.182,68	-R\$ 188.182,68
-R\$ 15.022,14	-R\$ 15.145,70	-R\$ 15.145,70	-R\$ 15.145,70	-R\$ 15.145,70	-R\$ 15.145,70	-R\$ 15.145,70	-R\$ 15.145,70	-R\$ 15.145,70	-R\$ 15.145,70
	R\$ 11.227,07	-R\$ 15.601,55	-R\$ 15.601,55	-R\$ 15.601,55	-R\$ 15.601,55	-R\$ 15.601,55	-R\$ 15.601,55	-R\$ 15.601,55	-R\$ 15.601,55
		R\$ 32.874,56	-R\$ 20.877,27	-R\$ 20.877,27	-R\$ 20.877,27	-R\$ 20.877,27	-R\$ 20.877,27	-R\$ 20.877,27	-R\$ 20.877,27
			R\$ 55.799,65	-R\$ 25.084,53	-R\$ 25.084,53	-R\$ 25.084,53	-R\$ 25.084,53	-R\$ 25.084,53	-R\$ 25.084,53
				R\$ 77.849,09	-R\$ 30.367,96	-R\$ 30.367,96	-R\$ 30.367,96	-R\$ 30.367,96	-R\$ 30.367,96
					R\$ 66.741,46	-R\$ 37.009,64	-R\$ 37.009,64	-R\$ 37.009,64	-R\$ 37.009,64
						R\$ 54.099,78	-R\$ 45.369,66	-R\$ 45.369,66	-R\$ 45.369,66
							R\$ 39.455,80	-R\$ 55.908,69	-R\$ 55.908,69
								R\$ 22.211,66	-R\$ 69.217,27
									R\$ 1.601,72

Fonte: elaborado pelos autores

Com o fluxo de caixa que leva em consideração o Imposto de Renda, foi possível calcular o CAUE para cada período. O cálculo foi realizado com auxílio de planilha eletrônica e teve como resultados os valores expostos na Tabela 4.

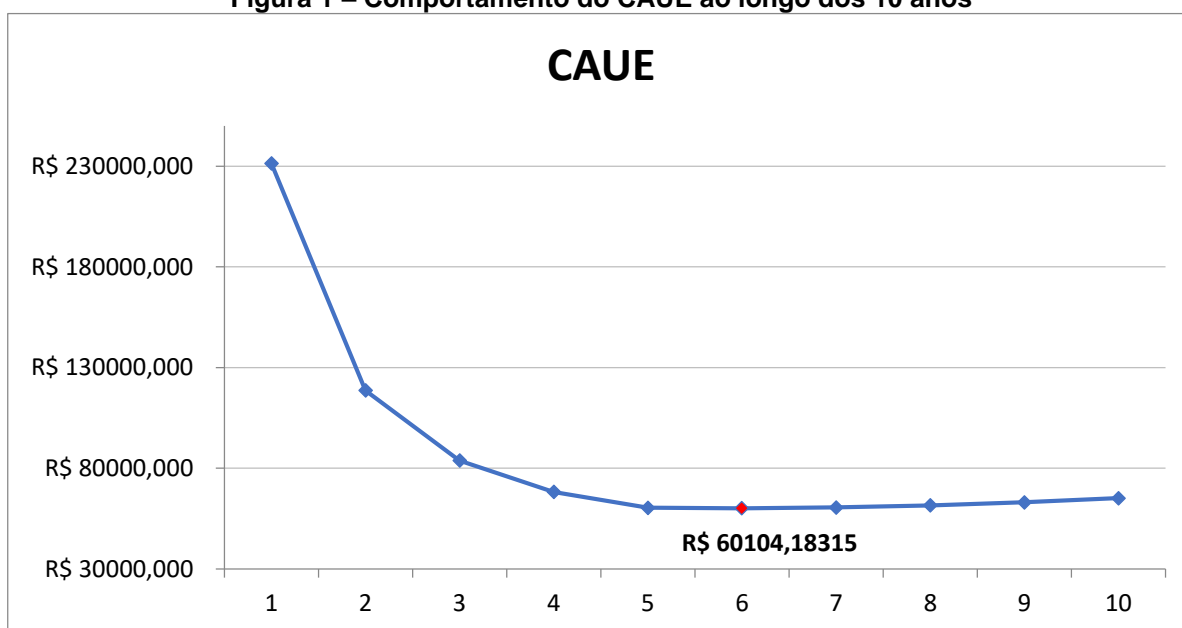
Nota-se, pela Tabela 4, que o CAUE apresenta um comportamento de queda até o período 6 e, após esse período, inicia-se uma inflexão, pois os custos começam a aumentar. Assim, o cálculo do CAUE determina a vida econômica do modelo de caminhão em seis anos, pois este período apresenta um valor ótimo, no qual os custos são minimizados. Portanto, conclui-se que o momento ideal para substituição do tipo de veículo estudado é após o sexto ano de uso. O resultado atingido contrapõe a ideia inicial de trocar o veículo após 10 anos de uso. Ou seja, a vida econômica é menor do que sua vida útil, e maior do que sua vida contábil, que é de 5 anos.

Tabela 4 – CAUE dos dez primeiros anos de uso do caminhão

Ano	CAUE
1	R\$ 231.432,22
2	R\$ 118.633,52
3	R\$ 83.887,61
4	R\$ 68.292,42
5	R\$ 60.413,20
6	R\$ 60.104,18
7	R\$ 60.565,91
8	R\$ 61.612,63
9	R\$ 63.152,31
10	R\$ 65.141,56

Fonte: elaborado pelos autores

Figura 1 – Comportamento do CAUE ao longo dos 10 anos



Fonte: elaborado pelos autores

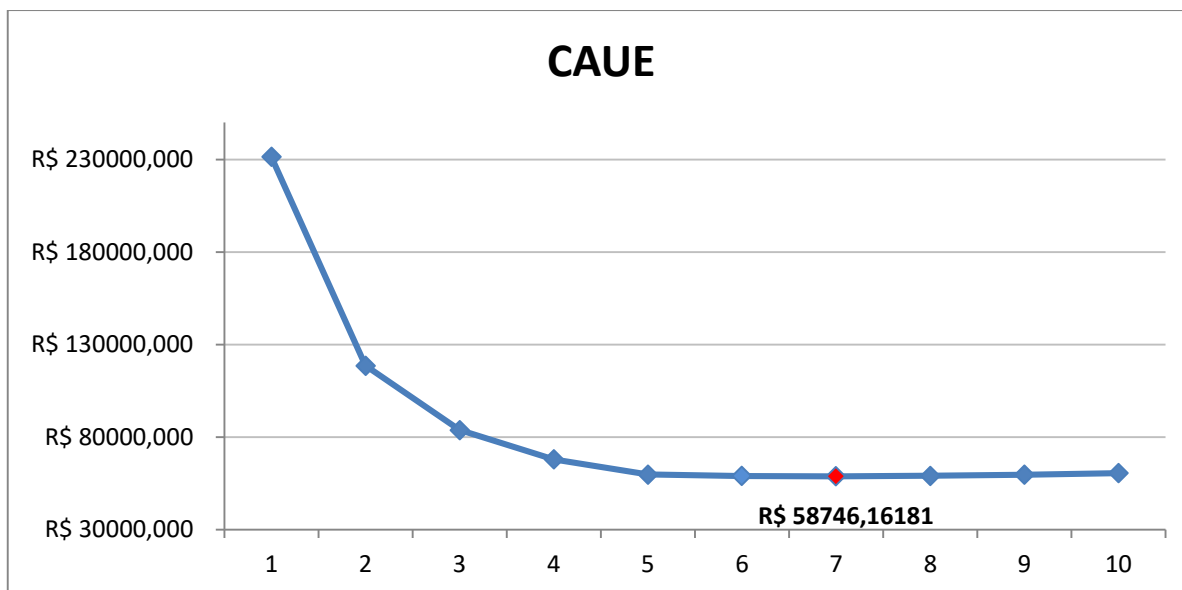
Observando os valores quantitativos da Tabela 4, percebe-se uma margem de R\$ 5.037,38 entre a hipótese inicial da empresa, que utiliza a vida útil de seus veículos (estipulada em 10 anos), e o custo anual ao final da vida econômica. Isso significa que a empresa pode deixar de gastar este valor anualmente, caso opte pela decisão substituir o veículo ao final do sexto ano. Mediante uma extrapolação, para uma frota de aproximadamente 100 veículos, este valor pode ultrapassar 500 mil reais.

Pode-se, por meio de mudança na porcentagem de variação de alguns custos, criar alguns cenários, a fim de entender o que realmente impacta na vida econômica de um ativo. Foram feitas mudanças nas proporções de aumento apenas dos custos em que a empresa pode atuar no sentido de torná-los menores. No Cenário 1, foram reduzidos a 10% o percentual de aumento anual das despesas classificadas em custos de manutenção e em outras despesas. Já no Cenário 2, estes mesmos percentuais foram aumentados para 50%.

Através da formulação de dois cenários, é possível analisar a influência dos custos de manutenção e outras despesas gerais na vida econômica de um equipamento. No cenário 1, os custos tiveram uma taxa de aumento menor, causando um prolongamento na vida econômica do veículo. Já no cenário 2, ocorreu o inverso, pois os custos tiveram uma alta taxa de crescimento anual, gerando uma diminuição no tempo da vida econômica e também

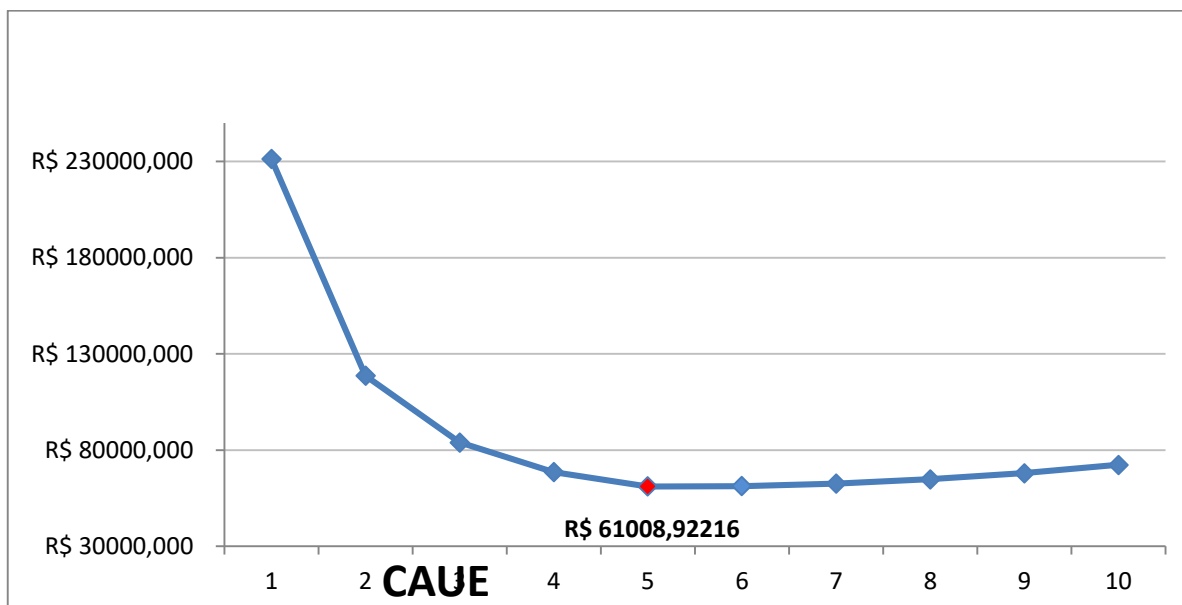
um aumento no valor absoluto do CAUE. Assim, para prolongar o tempo de utilização de seus veículos, sugere-se à empresa um esforço com medidas como treinamento para os motoristas, para evitar acidentes, e manutenção preventiva, a fim de evitar maiores gastos com manutenção corretiva.

Figura 2 – Comportamento do CAUE de acordo com o Cenário 1



Fonte: elaborado pelos autores

Figura 3 – Comportamento do CAUE de acordo com o Cenário 2



Fonte: elaborado pelos autores

5. Conclusão

Este trabalho teve como objetivo realizar o cálculo da vida econômica de um modelo de caminhão de transporte, utilizando métodos de Engenharia Econômica. Para isso, foram levantados custos e valor de mercado do modelo e realizadas projeções de comportamento ao longo de 10 anos pela porcentagem de variação anual. Além disso, foram considerados os efeitos da depreciação e do imposto de renda para calcular o CAUE e apontar o momento ideal para substituição do veículo em estudo por outro semelhante.

Assim sendo, foi possível auxiliar a empresa na determinação de quando substituir um dos modelos de sua frota de caminhões. O estudo demonstrou que este momento se dá ao final

do sexto ano de utilização, pois é o período em que os custos de capital e de manutenção, somados, atingem seu valor mínimo. Este resultado confronta a hipótese inicial que é de utilização da vida útil de 10 anos do equipamento.

Por meio de uma análise quantitativa, constata-se que a diferença de custo anual entre a hipótese inicial e o resultado deste estudo chega a, aproximadamente cinco mil reais. Sendo assim, se optar pela decisão de troca do veículo ao final do sexto ano, a empresa deixa de desembolsar cinco mil reais por ano, considerando apenas um veículo. Levando em conta que a empresa conta com cerca de 100 unidades de caminhões de transporte, de diferentes modelos, a quantidade em dinheiro não despendida por ano pode passar de 500 mil reais, o que é um valor significativo, mesmo para uma empresa de grande porte.

Vale ressaltar que, devido à variabilidade e à escassez de dados, este estudo possui limitações e pode ser distinto da realidade, visto que foram feitas projeções e estas podem não ocorrer na prática. Entretanto, as incertezas podem ser minimizadas com novos estudos que possam utilizar mais dados e ferramentas estatísticas mais sofisticadas para, assim, alcançar um resultado mais exato.

Referências

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

CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITTKE, Bruno Hartmut. **Análise de Investimentos: Matemática Financeira, Engenharia Econômica, Tomada de Decisão e Estratégia Empresarial**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 411 p.

CRUZ, V. N.; FERNANDES, J. M.; REIS, L. P. Análise do Processo de Substituição de Equipamentos Por Meio do Método CAUE em uma Mineradora de Grande Porte. In: XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2015. **Anais eletrônicos...** Fortaleza, out, 2015. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/publicacoes/>>. Acesso em: out/ 2015.
CVI, **A CVI Refrigerantes**. Disponível em: <<http://www.cvi.com.br/a-cvi/>>. Acesso em: nov/ 2015.

EHRlich, Pierre Jacques; MORAES, Edmilson Alves de. **Engenharia Econômica: Avaliação e Seleção de Projetos de Investimento**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2013. 177 p.

MOTTA, Regis da Rocha; CALÔBA, Guilherme Marques. **Análise de Investimentos: Tomada de Decisão em Projetos Industriais**. São Paulo: Atlas, 2011. 391 p.

RORATTO, R.; DIAS, E. D.; RABENSCHLAG, D. R. Um Modelo Para Análise da Viabilidade de Projetos de Terceirização de Tecnologias da Informação no Setor Público. In: XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2012. **Anais eletrônicos...** Bento Gonçalves, out, 2012. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/publicacoes/>>. Acesso em: mar/ 2015.

SILVA, B. A. O.; NOGUEIRA, S. G.; REIS, E. A. Determinação do Momento Ótimo Para Substituição de Equipamentos sob as Óticas da Gestão Econômica e da Engenharia Econômica. In: XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2012. **Anais eletrônicos...** Bento Gonçalves, out, 2012. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/publicacoes/>>. Acesso em: mar/ 2015.

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