



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

Viabilidade Econômica da Substituição de Frota: Análise Comparativa de Caminhões Utilizando TCO e Financiamento CDC

Rafael Nonato Lima De Oliveira

Universidade Federal do Vale do São Francisco
(rafael.nonato@discente.univasf.edu.br)

Renato Pinheiro Dias

Universidade Federal do Vale do São Francisco
(renatopdias01@gmail.com)

Juan Pablo Macedo Da Silva

Universidade Federal do Vale do São Francisco
(juanpablo14js@gmail.com)

Edson Tetsuo Kogachi

Universidade Federal do Vale do São Francisco
(edson.kogachi@univasf.edu.br)

Resumo

Este trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade econômica da substituição de dois caminhões antigos (VW 8140 e VW 12140, ambos de 1999) por modelos seminovos (VW 8-150 e VW 11-180) com base na análise do Custo Total de Propriedade (TCO). A metodologia consiste na simulação de quatro cenários distintos: manutenção da frota atual, substituição de apenas um dos caminhões (cada um individualmente) e substituição completa da frota. Foram utilizados dados reais de manutenção e consumo de combustível da empresa, projeções de economia operacional com os novos modelos, valores de mercado baseados na Tabela FIPE e financiamento via CDC com uma taxa de 11,50% ao ano. Os resultados demonstraram que a substituição do VW 8140 por um VW 8-150 representa o melhor equilíbrio entre economia financeira e modernização da frota. A



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

análise reforça que, embora os ganhos financeiros diretos possam ser modestos, os benefícios operacionais e intangíveis da renovação justificam a decisão, especialmente em contextos de alta imprevisibilidade e custos crescentes de manutenção. O estudo oferece um modelo prático e replicável para empresas de pequeno e médio porte que desejam tomar decisões fundamentadas sobre renovação de frota com base em dados financeiros reais.

Palavras-chave: Renovação de frota, Análise econômica, Custo total de propriedade, Transporte rodoviário, Financiamento CDC.

Abstract

This study aims to evaluate the economic viability of replacing two old trucks (VW 8140 and VW 12140, both from 1999) with semi-new models (VW 8-150 and VW 11-180) based on Total Cost of Ownership (TCO) analysis. The methodology consists of simulating four distinct scenarios: maintaining the current fleet, replacing only one of the trucks (each individually), and complete fleet replacement. Real maintenance and fuel consumption data from the company, operational savings projections with the new models, market values based on the FIPE Table, and financing via CDC with an annual interest rate of 11.50% were used. The results demonstrated that replacing the VW 8140 with a VW 8-150 represents the best balance between financial savings and fleet modernization. The analysis reinforces that, although the direct financial gains may be modest, the operational and intangible benefits of the renewal justify the decision, especially in contexts of high unpredictability and increasing maintenance costs. The study offers a practical and replicable model for small and medium-sized enterprises that wish to make informed fleet renewal decisions based on real financial data.

Keywords: Fleet renewal, Economic analysis, Total cost of ownership, Road transport, CDC financing.



Resumen

Este estudio evalúa la viabilidad económica de sustituir dos camiones antiguos (VW 8140 y VW 12140, ambos de 1999) por modelos seminuevos (VW 8-150 y VW 11-180) mediante un análisis del Coste Total de Propiedad (CTP). La metodología consiste en simular cuatro escenarios distintos: mantener la flota actual, sustituir solo uno de los camiones (individualmente) y sustituir toda la flota. Se utilizaron datos reales de mantenimiento y consumo de combustible de la empresa, proyecciones de ahorro operativo con los nuevos modelos, valores de mercado basados en la Tabla FIPE y financiación mediante CDC con un tipo de interés anual del 11,50 %. Los resultados demostraron que sustituir el VW 8140 por un VW 8-150 representa el mejor equilibrio entre ahorro financiero y modernización de la flota. El análisis refuerza que, si bien las ganancias financieras directas pueden ser modestas, los beneficios operativos e intangibles de la renovación justifican la decisión, especialmente en contextos de alta incertidumbre y costes de mantenimiento crecientes. Este estudio ofrece un modelo práctico y replicable para pequeñas y medianas empresas (pymes) que deseen tomar decisiones informadas sobre la renovación de su flota, basadas en datos financieros reales.

Palabras clave: Renovación de flota, Análisis económico, Coste total de propiedad, Transporte por carretera, Financiación de CDC.

1. INTRODUÇÃO

As empresas do setor de transporte e logística enfrentam, cotidianamente, o desafio de equilibrar a eficiência operacional com o controle de custos. Um dos fatores críticos nessa equação é a idade da frota de veículos. Caminhões antigos tendem a apresentar maior frequência de falhas mecânicas, consumo elevado de combustível, custos crescentes de manutenção e maior tempo de inatividade, o que compromete diretamente o desempenho logístico e a qualidade do serviço prestado (Ballou, 2006; Novaes, 2007).

No entanto, a substituição de veículos por modelos mais novos envolve decisões complexas, especialmente do ponto de vista financeiro. Embora a renovação da frota



Anais do Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção (SAEPRO) da EEL-USP

IX SAEPRO – 25 e 26 de novembro de 2025

possa trazer ganhos em confiabilidade e desempenho, ela também impõe um alto investimento inicial, geralmente financiado por instituições bancárias com taxas de juros que impactam significativamente o custo total da operação. Em contextos macroeconômicos instáveis, como o vivido no Brasil atualmente, com a taxa Selic em torno de 13,75% ao ano (BACEN, 2025), torna-se ainda mais importante avaliar cuidadosamente o custo-benefício de tal decisão.

Neste cenário, este estudo tem por objetivo avaliar a viabilidade econômica da substituição de dois caminhões antigos da marca Volkswagen, modelos 8140 e 12140, ambos do ano de 1999, por modelos seminovos de capacidade de carga semelhante ou superior. A análise é realizada com base no Custo Total de Propriedade (*Total Cost of Ownership* – TCO), considerando o histórico real de custos com manutenção e combustível da frota atual, os valores médios de mercado dos veículos substitutos (VW8-150 e VW 11-180), e simulações de financiamento via Crédito Direto ao Consumidor (CDC) com taxa de 11,50% ao ano. Esta taxa foi adotada como uma hipótese estratégica para representar um cenário atípico de negociação favorável, ligeiramente acima da média histórica para fins de precaução, mas significativamente abaixo da taxa básica de juros vigente. A escolha desta taxa visa demonstrar a viabilidade do investimento em um momento oportuno, quando as condições de mercado permitam tal negociação, tornando o estudo mais aplicável a decisões de longo prazo e planejamento estratégico.

Para aprofundar a compreensão do impacto das condições de mercado, será apresentada uma análise de sensibilidade com a taxa de juros de 14,75% ao ano, a fim de corroborar a decisão de considerar a taxa de 11,50% para o estudo principal, servindo como um complemento didático e estratégico.

Este trabalho contribui para a literatura acadêmica e prática empresarial ao apresentar uma abordagem estruturada e aplicada à decisão de renovação de frota, integrando aspectos operacionais e financeiros sob uma ótica quantitativa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Custo Total de Propriedade (TCO)

O conceito de Custo Total de Propriedade (*Total Cost of Ownership* – TCO) é amplamente utilizado na avaliação de ativos de transporte, pois permite uma visão mais abrangente dos custos relacionados à aquisição e utilização de um bem ao longo do seu ciclo de vida útil. Segundo Novaes (2007), o TCO engloba todos os custos envolvidos desde a aquisição, operação e manutenção até a desativação ou revenda do ativo.

Na prática, o TCO inclui: * Custo de aquisição ou financiamento do veículo; * Custos operacionais recorrentes, como manutenção preventiva e corretiva, combustível e seguros; * Valor residual do bem ao final do período de uso; * Custo de oportunidade ou financeiro, que pode ser representado pela taxa de juros do financiamento ou pela taxa de desconto usada em análises de valor presente.

Essa abordagem permite comparar alternativas de maneira mais realista, pois considera o comportamento econômico do ativo no tempo, ao invés de se restringir ao custo inicial de aquisição. A análise do TCO tem sido aplicada por diversas empresas de transporte como ferramenta de suporte à decisão de renovação ou retenção de ativos (Santos *et al.*, 2018).

2.2 Decisão de substituição de frota

A decisão de renovar ou manter veículos antigos é complexa e depende de diversos fatores, como a idade da frota, o aumento dos custos de manutenção, a eficiência do consumo de combustível e as condições de financiamento. Veículos mais antigos tendem a apresentar maior frequência de paradas não planejadas, o que afeta negativamente a produtividade logística (Silva; Soares, 2021). Além disso, a obsolescência tecnológica pode acarretar consumo energético superior, emissões acima do permitido e dificuldades na obtenção de peças de reposição (Pereira *et al.*, 2022).



Por outro lado, a aquisição de veículos mais novos implica alto investimento, geralmente viabilizado por meio de crédito bancário. A taxa de juros aplicada nesse tipo de financiamento tem impacto direto sobre o custo total da substituição. Em períodos de juros elevados, como o cenário atual no Brasil, essa decisão se torna ainda mais sensível. A análise da viabilidade deve, portanto, considerar a economia operacional esperada versus o custo do capital investido, utilizando critérios quantitativos como o TCO, *payback* e Valor Presente Líquido (VPL).

Segundo Gitman (2010), o financiamento de ativos deve ser avaliado à luz do custo do dinheiro no tempo, e uma análise consistente deve ponderar não apenas os custos visíveis, mas também os benefícios intangíveis, como a melhoria da imagem da empresa, a confiabilidade logística e a satisfação do cliente.

2.3 Financiamento de veículos e taxa de juros

O Crédito Direto ao Consumidor (CDC) é a modalidade mais comum para financiamento de veículos no Brasil. Ele apresenta parcelas fixas, calculadas com base no sistema francês de amortização (*Price*), e sua viabilidade depende diretamente da taxa de juros anual aplicada. Segundo o Banco Central do Brasil (2025), a taxa Selic encontra-se em um patamar de 14,75% ao ano, reflexo de um cenário macroeconômico de pressão inflacionária. No entanto, taxas inferiores podem ser negociadas em contextos específicos, como linhas de crédito subsidiadas ou em parcerias com montadoras.

Para avaliar a viabilidade da substituição de um caminhão financiado, é necessário considerar a taxa efetiva mensal, o número de parcelas e o valor financiado, que geralmente corresponde a 80% do valor do veículo, sendo os 20% restantes pagos como entrada. O custo total do financiamento deve ser confrontado com a economia operacional esperada ao longo do período de uso, além do valor de revenda projetado ao final do ciclo (Martins; Alt, 2009).

A literatura sugere que o uso de taxas de financiamento mais realistas (abaixo da taxa Selic vigente) pode indicar caminhos de viabilidade, principalmente se o novo ativo



contribuir de maneira significativa para a redução de custos operacionais ou para a agregação de valor ao serviço logístico prestado (Pereira *et al.*, 2022).

3. MÉTODO

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada de abordagem quantitativa, com fins exploratórios e descritivos, desenvolvida por meio de análise comparativa de cenários econômico-operacionais relacionados à substituição de veículos pesados utilizados no transporte de cargas.

A empresa analisada atua na produção e distribuição de pré-moldados de concreto e possui dois caminhões Volkswagen do ano de 1999, modelos VW 8140 e VW 12140, utilizados regularmente nas operações logísticas. O objetivo da análise é verificar a viabilidade financeira de substituir esses veículos por modelos seminovos, mantendo ou aumentando a capacidade de carga, a partir da comparação entre os custos de operação dos veículos atuais e os custos totais projetados para os veículos substitutos.

3.1 Coleta de dados

Foram utilizados dados reais e estimados:

Dados reais

- Custo anual com manutenção e combustível dos caminhões VW 8140 e VW 12140, com base em registros da empresa no período de um ano.
- Valor médio de mercado dos caminhões substitutos, obtido através da Tabela FIPE (Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas).

Dados estimados

- Redução de custos operacionais dos veículos novos: 60% em manutenção e 20% em consumo de combustível, com base em suposições fundamentadas em características técnicas de modelos mais modernos.
- Taxa de financiamento (CDC): 11,50% ao ano, inferior à taxa Selic vigente (14,75%), representando um cenário atípico e mais favorável à análise de viabilidade, que pode

ser alcançado em momentos oportunos de mercado ou através de negociações especiais.

- Valor residual: 60% do valor de compra após 5 anos (para o VW 8-150) e 50% após 10 anos (para o VW 11-180), conforme práticas médias de revenda no setor.

3.2 Etapas do trabalho

Foram considerados quatro cenários distintos:

Cenário A: Manutenção da frota atual (sem substituição);

Cenário B: Substituição do VW 8140 pelo VW 8-150 (seminovo, ano entre 2012 e 2013);

Cenário C: Substituição de ambos os caminhões (VW 8140 e VW 12140) pelos modelos VW 8-150 e VW 11-180, respectivamente;

Cenário D: Substituição apenas do VW 12140 pelo VW 11-180 (seminovo, ano entre 2017 e 2018).

A análise foi baseada no conceito de Custo Total de Propriedade calculado para cada cenário, incorporando os seguintes elementos:

- Custo de manutenção anual
- Custo anual com combustível
- Valor das parcelas anuais do financiamento (CDC)
- Valor residual do veículo ao final do horizonte de análise

Os horizontes de tempo considerados foram:

- 5 anos para análise do VW 8140 e seu substituto (VW 8-150);
- 10 anos para análise do VW 12140 e seu substituto (VW 11-180).

Para o cálculo do custo acumulado dos caminhões antigos, que sofrem um aumento anual de 5% em seus custos operacionais, utilizou-se a fórmula da soma de uma progressão geométrica. Esta fórmula permite projetar o custo total ao longo de um período, considerando um crescimento percentual constante a cada ano. A fórmula é dada por:

$$Custo_{Acumulado} = Custo_{Inicial} \times \frac{(1 + Taxa_{Aumento})^{Anos} - 1}{Taxa_{Aumento}}$$

Onde:

Custo Acumulado é o custo total acumulado ao longo do período.

Custo Inicial é o custo do primeiro ano.

Taxa Aumento é a taxa de aumento anual (5% ou 0,05).

Anos é o número de anos do horizonte de análise.

Para o cálculo das parcelas mensais de financiamento dos novos veículos, utilizou-se a fórmula do Sistema *Price*, que calcula parcelas fixas ao longo do tempo. A taxa de juros anual de 11,50% foi convertida para uma taxa efetiva mensal. A fórmula da Parcela Mensal (PMT) é:

$$PMT = \frac{i \cdot PV}{1 - (1 + i)^{-n}}$$

Onde:

PMT é o valor da parcela mensal.

PV é o valor presente (80% do valor de compra do veículo, representando o valor financiado).

i é a taxa de juros mensal efetiva, calculada a partir da taxa anual:

$$(i = (1 + Taxa_{Anual})^{1/12} - 1)$$

n é o número de parcelas (60 meses).

Após o cálculo do TCO para cada cenário, foi feita a comparação direta com o cenário base (manter os veículos antigos), indicando a diferença acumulada no custo ao final do período. Com isso, foi possível identificar se o investimento na substituição dos veículos resultaria em economia ou custo adicional, permitindo avaliar a viabilidade da renovação da frota.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, são apresentados os resultados da análise de Custo Total de Propriedade (TCO) para os quatro cenários simulados, considerando a taxa de juros de 14,75% ao ano para os financiamentos dos novos veículos. Os cálculos foram realizados com base nos dados reais de custos operacionais dos caminhões atuais e nas projeções para os modelos seminovos.

4.1 Custo acumulado de manter os caminhões atuais (Cenário A)

Nesta etapa, foi calculado o custo acumulado de manutenção e operação dos dois veículos atuais da frota: VW 8140 e VW 12140, ambos do ano de 1999. Os valores utilizados referem-se aos registros de despesas do último ano de uso de cada caminhão, conforme fornecido pela empresa, abrangendo os custos com manutenção corretiva/ preventiva e consumo de combustível.

Com o objetivo de tornar a análise mais realista, foi considerado que os custos de manutenção e combustível aumentam anualmente em 5%, refletindo o desgaste natural dos veículos e os efeitos da inflação sobre peças e serviços. A Tabela 1 detalha o custo anual inicial por caminhão.

Tabela 1 – Custo Anual Inicial por Caminhão (Ano 1)

Veículo	Manutenção anual (R\$)	Combustível anual (R\$)	Custo total anual (R\$)
VW 8140	15.850,18	16.816,00	32.666,18
VW 12140	10.814,33	11.398,35	22.212,68

Fonte: Autores

Com base nesses valores, foram estimados os custos acumulados para diferentes horizontes de tempo, de acordo com a metodologia definida, utilizando a fórmula de progressão geométrica apresentada na Seção 3.3:

Horizonte de 5 anos para o VW 8140:

- Custo acumulado $\approx$ R\$ 180.501,27

Horizonte de 10 anos para o VW 12140:

- Custo acumulado $\approx$ R\$ 279.388,70

Já a Tabela 2 resume o custo acumulado para cada veículo e o total para o Cenário A.

Tabela 2 – Resumo do Custo Acumulado com Aumento de 5% ao Ano (Cenário A)

Veículo	Horizonte de Uso	Custo Acumulado (R\$)
VW 8140	5 anos	R\$ 180.501,27
VW 12140	10 anos	R\$ 279.388,70
Total	—	R\$ 459.889,97

Fonte: Autores

4.2 Custo acumulado com os novos modelos (substituição com financiamento, operação e valor residual)

Para este cenário, considera-se a substituição dos dois caminhões antigos por modelos seminovos de mesma categoria operacional: o VW 8140 seria substituído pelo VW 8-150 E Delivery (modelo 2012), e o VW 12140 pelo VW 11-180 Delivery (modelo 2018). Ambos seriam adquiridos por financiamento via CDC com prazo de 60 meses, entrada de 20% e taxa anual de 11,50%. Estima-se que, por se tratarem de veículos mais modernos, haverá uma redução de 60% nos custos de manutenção e 20% nos custos de combustível. Também se considerou que os veículos serão revendidos ao final de seus horizontes de uso: 5 anos para o 8-150 (com 60% de valor residual) e 10 anos para o 11-180 (com 50% de valor residual). A Tabela 3 apresenta os parâmetros utilizados para os cálculos dos novos modelos.

Tabela 3 – Parâmetros Utilizados para os Novos Modelos

Item	VW 8-150	VW 11-180
Valor de aquisição (médio)	R\$ 157.000,00	R\$ 261.000,00
Valor financiado (80%)	R\$ 125.600,00	R\$ 208.800,00
Prazo de financiamento	60 meses	60 meses
Taxa de juros anual	11,50% a.a.	11,50% a.a.
Taxa de juros mensal (efetiva)	~0,9112% a.m.	~0,9112% a.m.
Valor residual ao final do uso	60% (5 anos)	50% (10 anos)
Horizonte de uso	5 anos	10 anos

Fonte: Autores

VW 8-150 (Substituindo o VW 8140):

Valor de compra: R\$ 157.000

Valor financiado (80%): R\$ 125.600

Parcela mensal (60x): R\$ 2.726,78

Custo total de financiamento (5 anos): $R\$ 2.726,78 \times 60 = R\$ 163.606,80$

Custos operacionais anuais (reduzidos):

- Manutenção (40% de R\$ 15.850,18): R\$ 6.340,07
- Combustível (80% de R\$ 16.816,00): R\$ 13.452,80
- Total anual: R\$ 19.792,87
- Total em 5 anos: $R\$ 19.792,87 \times 5 = R\$ 98.964,35$

Valor residual após 5 anos: $60\% \times R\$ 157.000 = R\$ 94.200,00$

Custo líquido total (financiamento + operação – residual): $R\$ 163.606,80 + R\$ 98.964,35 - R\$ 94.200,00 = R\$ 168.371,15$

VW 11-180 (Substituindo o VW 12140):

Valor de compra: R\$ 261.000

Valor financiado (80%): R\$ 208.800

Parcela mensal (60x): R\$ 4.533,05

Custo total de financiamento (5 anos): $R\$ 4.533,05 \times 60 = R\$ 271.983,00$

Custos operacionais anuais (reduzidos):

- Manutenção (40% de R\$ 10.814,33): R\$ 4.325,73
- Combustível (80% de R\$ 11.398,35): R\$ 9.118,68
- Total anual: R\$ 13.444,41

Operação nos 10 anos: O financiamento é de 60 meses (5 anos), mas o horizonte de uso do veículo é de 10 anos. Assim, os custos operacionais (manutenção e combustível) são considerados por todo o período de 10 anos, enquanto o custo de financiamento se encerra após 5 anos.

- Custo operacional total em 10 anos: $R\$ 13.444,41 \times 10 = R\$ 134.444,10$

Valor residual após 10 anos: $50\% \times R\$ 261.000 = R\$ 130.500,00$

Custo líquido total (financiamento + operação – residual): $R\$ 271.983,00 + R\$$

$134.444,10 - R\$ 130.500,00 = R\$ 275.927,10$

A Tabela 4 resume o custo acumulado com os novos modelos.

Tabela 4 – Resumo do Custo Acumulado com os Novos Modelos

Veículo Substituto	Horizonte	Custo Total Bruto (R\$)	Valor Residual (R\$)	Custo Líquido (R\$)
VW 8-150	5 anos	262.571,15	94.200,00	168.371,15
VW 11-180	10 anos	406.427,10	130.500,00	275.927,10
Total	—	—	—	444.298,25

Fonte: Autores

4.3 Comparação entre os cenários simulados

Com base nos dados apurados nos subtópicos anteriores, foram comparados os quatro cenários distintos de decisão quanto à frota da empresa. A Tabela 5 resume os custos acumulados estimados para cada cenário, considerando os horizontes de 5 anos para o

VW 8140 e 10 anos para o VW 12140, com reajuste de 5% ao ano nos custos dos veículos antigos e inclusão de valor residual nos veículos novos.

Tabela 5 – Comparativo de Custos Acumulados por Cenário

Cenário	Caminhões mantidos	Caminhões substituídos	Custo acumulado total (R\$)
A	8140 + 12140	—	459.889,97
B	12140	8140 → 8-150	279.388,70+ 168.371,15 = 447.759,85
C	—	8140 → 8-150 12140 → 11-180	444.298,25
D	8140	12140 → 11-180	180.501,27+ 275.927,10 = 456.428,37

Fonte: Autores

Análise dos Resultados

Cenário A (manter os dois caminhões): Representa o cenário base. Com reajuste de 5% ao ano, manter os dois veículos resulta em um custo acumulado de R\$ 459.889,97 ao final do período.

Cenário B (substituir apenas o VW 8140): Com custo de R\$ 447.759,85, apresenta uma economia de R\$ 12.130,12 (R\$ 459.889,97 - R\$ 447.759,85) em comparação ao cenário A. Esta economia indica que a substituição do caminhão mais oneroso (VW 8140) pode ser vantajosa.

Cenário C (substituir ambos os caminhões): Com custo total de R\$ 444.298,25, este cenário apresenta a maior economia em relação ao Cenário A, totalizando R\$ 15.591,72 (R\$ 459.889,97 - R\$ 444.298,25). Isso demonstra que a substituição completa da frota é a opção mais economicamente vantajosa.

Cenário D (substituir apenas o VW 12140): Com custo total de R\$ 456.428,37, representa uma economia de apenas R\$ 3.461,60 (R\$ 459.889,97 - R\$ 456.428,37) frente ao cenário A, sugerindo que a troca isolada do VW 12140 tem impacto limitado.

Já a Tabela 6 resume a economia gerada por cada cenário em relação ao Cenário A.

Tabela 6 – Resumo: Economia por Cenário (em relação ao Cenário A)

Cenário	Custo total (R\$)	Economia em relação ao A (R\$)
A	459.889,97	—
B	447.759,85	12.130,12
C	444.298,25	15.591,72
D	456.428,37	3.461,60

Fonte: Autores

4.4 Diferença líquida entre os cenários e viabilidade econômica

Com base nos custos acumulados de cada cenário, já apresentados, é possível calcular a diferença líquida de desembolso em relação ao cenário base (Cenário A manter os dois caminhões antigos). Essa Tabela 7 mostra se cada alternativa resulta em economia real ou em custo adicional ao longo dos horizontes definidos.

Tabela 7 – Diferença Líquida em Relação ao Cenário A

Cenário	Custo total (R\$)	Diferença em relação ao cenário A (R\$)	Resultado
A	459.889,97	—	Referência
B	447.759,85	–12.130,12	Economia
C	444.298,25	–15.591,72	Maior Economia
D	456.428,37	–3.461,60	Economia

Fonte: Autores

Discussão da Viabilidade Econômica

Cenário C (substituição completa da frota): Este cenário demonstrou ser o mais economicamente vantajoso, gerando a maior economia líquida no longo prazo. Embora demande um investimento inicial mais elevado, os benefícios de custos operacionais reduzidos e a modernização da frota justificam a decisão.

Cenário B (substituição apenas do VW 8140): Apresenta uma economia significativa, indicando que a substituição do caminhão mais antigo e oneroso é uma medida eficaz para reduzir custos. Esta opção pode ser uma alternativa viável caso a empresa não disponha de capital para a substituição completa.

Cenário D (substituição apenas do VW 12140): Este cenário não apresenta ganhos relevantes em comparação com os demais, sugerindo que a troca isolada do VW 12140 tem um impacto limitado na viabilidade econômica geral da frota.

A economia líquida obtida nos Cenários B e C, embora não seja expressiva em termos percentuais, ganha relevância ao considerar a maior confiabilidade operacional, menor risco de falhas e possível redução de custos indiretos (como atrasos ou perdas de produção). Além disso, se a empresa conseguir condições especiais de financiamento como: taxas inferiores a 11,50% a.a., entrada reduzida ou subsídios, o custo total com os novos veículos cairia, ampliando a viabilidade econômica.

4.5 Análise de sensibilidade da taxa de juros (14,75% a.a.)

Para complementar a análise e demonstrar o impacto de uma taxa de juros mais elevada, foi realizada uma simulação utilizando a taxa Selic de 14,75% ao ano, conforme mencionado no artigo original como a taxa de mercado. Esta análise visa reforçar a justificativa para a escolha da taxa de 11,50% a.a. no estudo principal, mostrando como a viabilidade econômica é afetada por condições de financiamento menos favoráveis.

Parâmetros da Simulação (Taxa de Juros Anual: 14,75% a.a.):

Taxa de juros mensal (efetiva): Aproximadamente 1,1531% a.m.

Resultados da Simulação:

VW 8-150 (substituindo o VW 8140):

- Parcela mensal (60x): R\$ 2.911,94
- Custo total de financiamento (5 anos): R\$ 174.716,25
- Custo líquido total (financiamento + operação – residual): R\$ 179.480,60

VW 11-180 (substituindo o VW 12140):

- Parcela mensal (60x): R\$ 4.840,86
- Custo total de financiamento (5 anos): R\$ 290.451,86
- Custo líquido total (financiamento + operação – residual): R\$ 294.395,96

A Tabela 8 apresenta o comparativo de custos acumulados por cenário com a taxa de 14,75% a.a.

Tabela 8 – Comparativo de Custos Acumulados por Cenário (com taxa de 14,75% a.a.)

Cenário	Caminhões mantidos	Caminhões substituídos	Custo acumulado total (R\$)
A	8140 + 12140	—	459.889,97
B	12140	8140 → 8-150	279.388,70 + 179.480,60 = 458.869,30
C	—	8140 → 8-150 / 12140 → 11-180	179.480,60 + 294.395,96 = 473.876,56
D	8140	12140 → 11-180	180.501,27 + 294.395,96 = 474.897,23

Fonte: Autores

Cenário A (manter os dois caminhões): Custo acumulado de R\$ 459.889,97.

Cenário B (substituir apenas o VW 8140): Custo de R\$ 458.869,30. Apresenta uma economia de R\$ 1.020,67 em comparação ao cenário A. A economia é mínima, mas ainda existe.

Cenário C (substituir ambos os caminhões): Custo de R\$ 473.876,56. Neste cenário, a substituição completa da frota se torna mais cara do que manter a frota atual, com um custo adicional de R\$ 13.986,59 em relação ao Cenário A.

Cenário D (substituir apenas o VW 12140): Custo de R\$ 474.897,23. Também se torna mais caro do que manter a frota atual, com um custo adicional de R\$ 15.007,26 em relação ao Cenário A.

A análise de sensibilidade demonstra claramente que a taxa de juros tem um impacto significativo na viabilidade econômica da substituição da frota. Com uma taxa de 14,75% a.a., a substituição completa (Cenário C) e a substituição apenas do VW 12140 (Cenário D) deixam de ser economicamente vantajosas, resultando em custos adicionais em comparação com a manutenção da frota atual. Apenas o Cenário B (substituição do VW 8140) ainda apresenta uma economia, embora muito reduzida. Isso corrobora a decisão

de utilizar a taxa de 11,50% a.a. para o estudo principal, pois ela representa um cenário mais propício para a viabilidade do investimento, que pode ser alcançado em momentos oportunos de mercado ou através de negociações favoráveis.

4.6 Benefícios intangíveis da substituição

A substituição dos caminhões antigos pode representar ganhos não mensurados diretamente na planilha financeira, mas que são cruciais para a saúde e competitividade da empresa. Estes benefícios incluem:

- Redução do risco de falhas inesperadas: Caminhões mais novos tendem a ser mais confiáveis, diminuindo a probabilidade de paradas não programadas que comprometem a entrega de mercadorias e podem gerar atrasos, retrabalhos e, em última instância, a perda de clientes.
- Melhoria da imagem da empresa: A utilização de veículos mais modernos e seguros transmite maior profissionalismo e confiabilidade aos clientes e parceiros de negócio, fortalecendo a reputação da empresa no mercado.
- Conformidade ambiental: Modelos mais novos geralmente emitem menos poluentes e atendem a normas regulatórias ambientais mais recentes, contribuindo para a sustentabilidade e evitando possíveis multas ou restrições operacionais.
- Maior conforto e segurança para os motoristas: Veículos atualizados oferecem melhores condições de trabalho, o que pode impactar positivamente na produtividade, na motivação da equipe e na redução de acidentes.
- Previsibilidade operacional: Com a redução de paradas para manutenção corretiva, a empresa ganha maior previsibilidade em suas operações logísticas, otimizando o planejamento e a execução das entregas.

Esses elementos, embora intangíveis, têm impacto significativo no desempenho logístico da empresa e podem justificar a renovação mesmo que a diferença financeira não seja expressiva por si só.

4.7 Limitações do estudo

É importante reconhecer que todo estudo possui limitações que devem ser consideradas na interpretação e aplicação dos resultados. Alguns pontos relevantes não foram abordados em profundidade neste estudo, por limitações de escopo e disponibilidade de dados:

- Custos adicionais: Custos como seguro, licenciamento e impostos dos novos veículos não foram incluídos na análise. A inclusão desses itens poderia refinar ainda mais a precisão dos custos totais, embora a metodologia de TCO já abranja os principais componentes.
- Análise de valor presente: Não foi realizada a análise de Valor Presente Líquido (VPL) ou Taxa Interna de Retorno (TIR) com uma taxa de desconto da empresa. A inclusão dessas métricas poderia oferecer uma perspectiva adicional sobre a atratividade do investimento, considerando o valor do dinheiro no tempo.
- Variações de custos operacionais: Os valores de manutenção e combustível futuros foram projetados com base na média de um ano, desconsiderando variações sazonais, de uso e de mercado. Em um cenário real, esses custos podem flutuar, impactando a precisão das projeções de longo prazo.
- Taxa de financiamento: A taxa de financiamento de 11,50% a.a. foi adotada como um cenário atípico e favorável. Embora a análise de sensibilidade tenha abordado o impacto de uma taxa de mercado mais alta (14,75% a.a.), a disponibilidade de taxas tão favoráveis pode não ser constante, exigindo que a empresa esteja atenta às condições de mercado.

Essas limitações devem ser consideradas ao aplicar os resultados na prática e ao utilizar a metodologia em outros contextos empresariais. No entanto, elas não invalidam as conclusões gerais do estudo, que oferece um modelo robusto para a tomada de decisões.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo analisou a viabilidade econômica da substituição de frota de caminhões em uma empresa de pré-moldados de concreto, utilizando a metodologia do Custo Total de Propriedade (TCO) e simulando quatro cenários distintos. Os resultados, baseados em

dados reais de custos operacionais e projeções de mercado, demonstraram que a substituição da frota pode gerar economias significativas, especialmente quando as condições de financiamento são favoráveis.

A análise revelou que a substituição completa da frota (Cenário C) é a opção mais vantajosa economicamente, seguida pela substituição apenas do caminhão VW 8140 (Cenário B), que historicamente apresenta os maiores custos operacionais. A análise de sensibilidade à taxa de juros de 14,75% a.a. reforçou a importância de condições de financiamento favoráveis, mostrando que taxas de juros elevadas podem inviabilizar economicamente a substituição da frota, transformando potenciais economias em custos adicionais.

A análise de sensibilidade realizada demonstrou o quão crucial é a taxa de juros para a viabilidade econômica da substituição de frota. A simulação com uma taxa de 14,75% a.a. revelou que cenários que eram economicamente vantajosos a 11,50% a.a. tornam-se desfavoráveis ou marginalmente vantajosos. Isso ressalta a importância de um planejamento financeiro estratégico e da busca por condições de crédito otimizadas.

Além dos ganhos financeiros diretos, o estudo destacou a importância dos benefícios intangíveis da renovação da frota, como a melhoria da confiabilidade operacional, a redução do risco de falhas, a otimização da imagem da empresa e o aumento da segurança para os motoristas. Esses fatores, embora não quantificáveis em termos monetários diretos, são cruciais para a sustentabilidade e competitividade do negócio no longo prazo.

Em suma, a decisão de renovar a frota deve ser estratégica, considerando não apenas os aspectos financeiros, mas também os operacionais e os benefícios intangíveis. A busca por condições de financiamento favoráveis e a implementação de estratégias complementares de gestão de frota são essenciais para maximizar a viabilidade e o retorno do investimento. Este estudo oferece um modelo prático e replicável para empresas que buscam tomar decisões informadas sobre a renovação de seus ativos de transporte.



REFERÊNCIAS

BACEN, Banco Central do Brasil. **Taxa Selic**. Disponível em:

<https://www.bcb.gov.br/>. Acesso em: 13 jun. 2025.

BALLOU, R. H. **Business Logistics/Supply Chain Management: Planning, Organizing, and Controlling the Supply Chain**. 5. ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2006.

GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MARTINS, E.; ALT, P. E. M. **Contabilidade de Custos**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

NOVAES, A. G. N. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

PEREIRA, A. C. et al. **Análise da Viabilidade Econômica da Substituição de Frota de Veículos de Carga: Um Estudo de Caso**. Revista de Gestão e Contabilidade da UFPI, v. 9, n. 1, p. 1-18, 2022.

SANTOS, J. C. et al. **Análise do Custo Total de Propriedade (TCO) na Decisão de Renovação de Frota em uma Empresa de Transporte Rodoviário de Cargas**. Revista Brasileira de Logística, v. 4, n. 1, p. 45-60, 2018.

SILVA, R. C.; SOARES, L. A. **Gestão de Frotas: Um Estudo de Caso sobre a Decisão de Substituição de Veículos em uma Empresa de Transporte**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, v. 6, n. 1, p. 145-160, 2021.