

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA ENTRE DOIS PROJETOS PARA A AQUISIÇÃO DE UMA CARRETA GRANELEIRA DESTINADA AO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA

Lígia Mara Ribeiro - UNIFEI - Universidade Federal de Itajubá

Fabienne Mara Ferreira Matos - UNIFEI - Universidade Federal de Itajubá

Resumo

Este estudo avalia a viabilidade econômico-financeira de dois projetos de aquisição de carretas graneleiras para transporte rodoviário de carga. Utilizando métodos como análise de fluxos de caixa determinísticos, análises de sensibilidade e simulações de Monte Carlo, o estudo examina como variações nos parâmetros, especialmente no preço do óleo diesel, afetam a rentabilidade dos projetos. Os resultados indicam que o Projeto 1, com carreta de três eixos, apresenta uma probabilidade moderada de resultados positivos, melhorando significativamente com a redução do preço do diesel. Já o Projeto 2, com carreta de quatro eixos, mostrou baixa probabilidade de sucesso mesmo com a redução de custos. A análise destaca a importância da gestão eficiente das rotas e custos operacionais, bem como a necessidade de revisar a dinâmica de precificação dos fretes no Brasil. Sugere-se que estudos futuros investiguem estratégias para otimizar a quantidade transportada e outros fatores operacionais que influenciem a viabilidade financeira.

Palavras-chave: Engenharia econômica, Viabilidade econômico-financeira, Análise de investimentos, Simulações de Monte Carlo

Abstract

This study evaluates the economic-financial feasibility of two projects for acquiring grain trailers for road freight transport. Using methods such as deterministic cash flow analysis, sensitivity analysis, and Monte Carlo simulations, the study examines how variations in parameters, especially diesel prices, affect project profitability. The results indicate that Project 1, with a three-axle trailer, shows a moderate probability of positive outcomes, significantly improving with reduced diesel prices. Project 2, with a four-axle trailer, demonstrated a low probability of success even with cost reductions. The analysis highlights the importance of efficient route and operational cost management, as well as the need to review freight pricing dynamics in Brazil. Future studies are recommended to investigate strategies for optimizing transported quantities and other operational factors influencing financial feasibility.

Keywords: Economic engineering Economic-financial feasibility Investment analysis Monte Carlo simulations

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA ENTRE DOIS PROJETOS PARA A AQUISIÇÃO DE UMA CARRETA GRANELEIRA DESTINADA AO TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CARGA

1. INTRODUÇÃO

A dinâmica dos mercados globais e a complexidade das operações empresariais exigem das organizações uma abordagem sistemática para a tomada de decisões de investimento. Nesse cenário, a engenharia econômica desempenha um papel importante, fornecendo uma estrutura analítica que permite avaliar a viabilidade econômico-financeira de projetos. Ao integrar aspectos como custo de capital, retorno esperado e risco associado, essa disciplina oferece suporte para decisões informadas e estratégicas.

A análise econômico-financeira de investimentos é fundamental em contextos de expansão empresarial, onde decisões acertadas podem determinar o sucesso a longo prazo. No presente estudo, a análise foca em dois tipos de carretas graneleiras, no contexto de crescimento das atividades de uma empresa localizada no Sul de Minas Gerais. Esta empresa, cuja atividade principal é o comércio atacadista de café em grãos, está planejando diversificar suas operações através da incorporação do transporte rodoviário de carga a granel. Para tanto, considera a aquisição de uma carreta graneleira de três eixos, com capacidade para 32 toneladas, e de uma carreta de quatro eixos, com capacidade para 40 toneladas.

A metodologia aplicada neste estudo inclui a análise de fluxos de caixa determinísticos, que permite uma avaliação inicial dos potenciais retornos e custos associados aos investimentos. Essa análise é complementada por análises de sensibilidade, que examinam como variações em parâmetros-chave podem afetar os resultados do projeto. Adicionalmente, são realizadas simulações de Monte Carlo utilizando a ferramenta *Crystal Ball*, que permite modelar e quantificar a incerteza inerente ao ambiente de negócios. Esta técnica possibilita a criação de múltiplos cenários potenciais, fornecendo uma visão mais precisa dos possíveis desfechos e ajudando a mitigar riscos.

O trabalho foi realizado durante o período marcado pela crise do petróleo decorrente da guerra na Ucrânia, o que trouxe volatilidade significativa aos preços do óleo diesel. Esta situação destacou a importância de entender como variações no custo do combustível podem impactar a rentabilidade de negócios diretamente relacionados ao frete. A análise mostrou que mudanças no preço do óleo diesel têm um efeito direto na viabilidade econômico-financeira dos projetos de transporte rodoviário.

O objetivo deste trabalho é fornecer bases para a decisão de investimento, contribuindo para uma alocação eficiente dos recursos financeiros da empresa. Ao mesmo tempo, busca-se ilustrar a aplicação das técnicas de engenharia econômica em contextos reais de expansão empresarial. O estudo pretende servir como um referencial para gestores e acadêmicos interessados em aprimorar a tomada de decisões de investimento, demonstrando como análises e simulações podem informar escolhas estratégicas e reduzir incertezas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A Engenharia Econômica integra conhecimentos de engenharia e economia para otimizar tanto a eficiência tecnológica quanto a econômica. Historicamente, o desafio tem sido o desenvolvimento econômico para superar limitações materiais. A engenharia foca no controle e direcionamento das forças da natureza, enquanto a economia se concentra nos aspectos sociais da produção e distribuição. Assim, a Engenharia Econômica surge dessa integração,

subordinando técnicas de produção aos objetivos econômicos, considerando a satisfação das necessidades humanas e os custos. Em projetos de engenharia, frequentemente há várias alternativas tecnicamente viáveis, que precisam de análise econômica para determinar a melhor opção (Nakano, 1967).

2.1. Funções da Engenharia Econômica

Segundo Thuesen, apud Nakano (1967), as funções da Engenharia Econômica incluem determinar o objetivo do projeto, identificar fatores e meios estratégicos, avaliar alternativas de engenharia, interpretar o significado econômico dos projetos e assistir no processo decisório. Essas funções resumem-se ao estudo da rentabilidade comparada de alternativas, avaliando quantitativamente a rentabilidade e os custos econômicos.

A avaliação de projetos deve ser baseada nos fluxos monetários descontados, valorizando a produção inicial e considerando as despesas antecipadas como menos desejáveis. A avaliação deve considerar a melhor alternativa entre várias possibilidades até esgotar as opções promissoras (Nakano, 1967).

2.2. Métodos da Engenharia Econômica

Nakano (1967) menciona que a Engenharia Econômica desenvolveu métodos como depreciação linear, custo anual e valor atual, refletindo a evolução da empresa moderna. Max Weber destacou a importância da "contabilidade racional do capital" para grandes empresas lucrativas. Na empresa moderna, onde o trabalho é remunerado e a atividade econômica visa lucro, medir os custos de produção é fundamental.

Segundo o autor, a Engenharia Econômica subordina a tecnologia ao objetivo de lucro e integra meios e fins. Embora essa racionalidade empresarial não garanta um comportamento racional de toda a sociedade, a teoria econômica sugere que decisões individuais orientadas pelo lucro máximo poderiam levar à satisfação máxima para a sociedade, assumindo o livre funcionamento das leis de oferta e demanda.

2.3. Análise de Investimento

Segundo Securato (2007), citado por Lizote *et al.* (2014), a análise de investimento é vital para a alocação eficaz de recursos escassos em um ambiente organizacional. Investimento pode ser definido como a aplicação de recursos escassos visando um benefício futuro. Para os autores, as decisões financeiras sob risco são indicadores do sucesso ou insucesso da gestão financeira de um empreendimento.

Para Motta e Calôba (2002) a sobrevivência de empresas em mercados competitivos depende muito de um planejamento estratégico competente e da atenção às finanças. Lizote *et al.* (2014) destacam que a geração de riqueza é o principal motivo para os investimentos empresariais, buscando retornos lucrativos e sustentáveis. Moyen e Platikanov (2012), citados por Lizote *et al.* (2014), complementam que para criar valor, os retornos dos investimentos devem superar os custos do capital, resultando em valores líquidos positivos que beneficiam investidores e investimentos.

2.4. Contabilidade Estratégica e Gerencial

A contabilidade estratégica, desenvolvida com a expansão da capacidade de processamento de informações, exige que as informações contábeis sejam mais detalhadas. Lizote *et al.* (2014) afirmam que a contabilidade gerencial é subjetiva, interpretativa e relevante, fornecendo informações claras para a tomada de decisões. Corrar e Theóphilo (2008) sugerem que a organização deve ser vista como um sistema em constante mudança, onde a tomada de decisão e a resolução de problemas são essenciais em todos os níveis hierárquicos.

Damodaran (2010) destaca que a missão da controladoria é otimizar os resultados econômicos através de um modelo de informações baseado na gestão. Portanto, um controle interno eficiente é necessário para garantir informações adequadas ao processo decisório (Lizote *et al.*, 2014).

Dessa forma, aspectos como custo de capital, custos operacionais, preços, rentabilidade, volumes operados, oportunidades, taxas de risco e taxas de atratividade são fundamentais para uma avaliação eficiente, reduzindo incertezas e maximizando a criação de valor para investidores, sociedade e concretização do projeto.

2.5.Custo de Capital

Assaf Neto, Lima, e Procópio de Araújo (2008) afirmam que o custo total de capital de uma empresa representa as expectativas mínimas de remuneração das diversas fontes de financiamento, tanto próprias quanto de terceiros. Este conceito é importante para decisões financeiras, sendo entendido como o retorno médio exigido para toda a empresa. É utilizado para avaliar a atratividade econômica de um investimento, analisar o desempenho e a viabilidade operacional, e definir uma estrutura ótima de capital.

O princípio financeiro fundamental de toda empresa é oferecer um retorno de seus investimentos que cubra, pelo menos, a expectativa mínima de ganho de seus proprietários. Assim, decisões de investimento que promovem um retorno maior que seu custo de capital criam valor para seus proprietários (Modigliani e Miller, 1958; Jensen e Meckling, 1976; Kenney, 1995; Pratt, 1998; Copeland, Koller e Murrin, 2002; Assaf Neto, 2004).

2.6. Análise Econômica e Financeira de Projetos de Investimento

Avaliar corretamente o custo de capital é importante para a análise e tomada de decisões financeiras, visando maximizar o valor presente líquido. Se o retorno esperado for inferior ao custo dos fundos, a decisão deve ser rejeitada. O custo de capital serve como critério para avaliar a atratividade econômica de propostas de investimento (Xirimimbi, 2018).

Contudo, calcular o custo de capital pode ser complexo devido à falta de um modelo definitivo que preveja a incerteza associada a cada decisão, considerando o risco do negócio e a estrutura de capital. A remuneração dos fundos deve variar conforme os riscos envolvidos, refletindo as taxas de retorno esperadas pelos proprietários de capital (Assaf Neto; Lima; Procópio de Araújo, 2008).

Decisões de investimento envolvem previsões sobre o futuro, onde a incerteza é constante. Risco e incerteza são elementos-chave a serem considerados. O risco é a possibilidade de perda, medido pela variação provável do *cash flow* futuro (Nabais e Nabais, 2004, *apud* Xirimimbi, 2018). Vuković e Mijić (2011), *apud* Xirimimbi (2018), definem risco como a ocorrência de eventos futuros com probabilidades mensuráveis, enquanto Soares *et al.* (2015) o descrevem como a chance de perda financeira futura em montante diferente do esperado.

Marques (2014) afirma que o risco ocorre quando não se sabe o resultado futuro, mas é possível atribuir-lhe probabilidades. Em contraste, incerteza, segundo Barros (1995), é uma

situação em que eventos futuros não são conhecidos e não é possível atribuir probabilidades. Junkesa *et al.* (2015) definem incerteza como a falta de distribuições de probabilidade objetivas para eventos futuros (Xirimimbi, 2018).

2.7. Técnicas de Gerenciamento de Risco e Incerteza

Para tratar o risco e a incerteza, utilizam-se técnicas como análise de sensibilidade, criação de cenários, análise de pontos críticos, árvores de decisão e simulação de Monte Carlo, que ajudam a avaliar hipóteses alternativas e tomar decisões racionais (Xirimimbi, 2018). O autor distingue dois tipos principais de risco: econômico e financeiro. O risco econômico está relacionado a eventos que afetam os resultados operacionais, dividindo-se em risco comercial (produtos e fatores de produção) e tecnológico (tecnologia escolhida e sua eficácia). O risco financeiro está associado a problemas de curto prazo (liquidez) ou degradação da estrutura financeira no médio e longo prazo (solvabilidade), refletindo decisões erradas de financiamento, mesmo com rentabilidade econômica.

2.8. Contexto Econômico Contemporâneo

No contexto econômico contemporâneo, marcado pela crise do petróleo e agravado pela pandemia da Covid-19, as empresas enfrentam mudanças e incertezas, exigindo uma gestão dinâmica e uma contabilidade gerencial eficaz (Assunção, 2020). A crise do petróleo impacta diretamente a inflação, afetando setores como o transporte rodoviário, que depende do óleo diesel e representa 90% do transporte brasileiro (Beltrão; Moreira, 2018). A inflação reduz o consumo, aumenta os custos de produção e leva à perda de empregos devido à retração econômica.

A Engenharia Econômica, ao integrar engenharia e economia, otimiza recursos e decisões em ambientes de incerteza. Métodos e técnicas específicos permitem análises das alternativas, garantindo investimentos rentáveis e sustentáveis. Compreender o custo de capital, analisar riscos e incertezas, e adaptar-se ao contexto econômico atual são essenciais para o sucesso organizacional. Em um cenário de mudanças constantes, a adaptação e a eficiência na gestão de informações são cruciais para a sobrevivência e prosperidade das empresas.

3. METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesta pesquisa foi projetada para avaliar a viabilidade econômico-financeira de diferentes tipos de carretas graneleiras. A pesquisa é classificada como aplicada e descritiva. De acordo com Gil (2022), pesquisas aplicadas buscam adquirir conhecimentos que possam ser aplicados em situações específicas. As pesquisas descritivas, por sua vez, têm como objetivo descrever as características de determinada população ou fenômeno, podendo também identificar possíveis relações entre variáveis.

O método adotado é o estudo de caso, que permite uma investigação detalhada de um fenômeno específico dentro de seu contexto real, conforme descrito por Gil (2022). As etapas do estudo de caso incluem a formulação do problema ou das questões de pesquisa, a seleção dos casos, a coleta de dados, a análise e interpretação dos dados e a redação do relatório.

Para a coleta de dados, foram utilizadas várias técnicas para assegurar a contextualização adequada do caso em estudo. Foram realizadas entrevistas abertas com profissionais do setor de transporte de cargas a granel, incluindo o dirigente da empresa em estudo e um caminhoneiro autônomo de Cabo Verde, MG, que possui um conjunto de seis eixos

com cavalo mecânico e carreta graneleira de três eixos. Além disso, foram entrevistados dois revendedores de equipamentos agrícolas de Ribeirão Preto, SP, que comercializam carretas graneleiras em Minas Gerais e São Paulo.

Na análise documental, foram examinadas as demonstrações financeiras, os balanços patrimoniais e o contrato social consolidado da empresa para avaliar o valor do capital social. Além disso, foram analisadas as planilhas de controle de custos e despesas operacionais, os orçamentos, as notas fiscais e os recibos de pagamento de serviços. Essa análise permitiu compreender a situação financeira da empresa e as implicações econômicas dos investimentos propostos.

A empresa objeto deste estudo foi constituída em abril de 2019, sob o regime jurídico de Empresário Individual de Responsabilidade Limitada (EIRELI), sendo optante pelo regime de tributação Lucro Real. Sua atividade principal é a comercialização atacadista de café em grão, com subatividade de transporte rodoviário de carga sólida. A proporção de endividamento é de 60% de capital de terceiros e 40% de capital próprio. Em 2021, a empresa obteve um faturamento bruto de R\$10 milhões, com aproximadamente 750 toneladas de café em grão comercializadas.

Até então, o proprietário vinha prestando serviços de frete com equipamento antigo, e o faturamento ocorria no seu CPF. Com a aquisição do novo implemento, o objetivo é destinar a nova carreta para frete a terceiros e para a própria comercialização ao Porto Seco de Santos. Além disso, pretende-se faturar os fretes pelo CNPJ, aumentando a participação no mercado de transporte de carga via contratação online por plataformas específicas. A carreta obsoleta será utilizada na zona rural e para pequenos fretes a cidades vizinhas.

A empresa define três rotas estratégicas para o cálculo das receitas dos fretes. A primeira rota vai de Poços de Caldas, MG, a Campo Grande, MS, percorrendo 965 km pela Rodovia Marechal Rondon (BR 262) com uma duração média de 12,5 horas. Apesar da carga ser descarregada imediatamente em Campo Grande, atrasos podem ocorrer devido à fila de caminhões. No retorno, os caminhões passam pelo Porto de Santos, SP, para carregar grãos destinados à exportação, completando assim o ciclo de volta para Poços de Caldas, com o objetivo de realizar seis ciclos por mês.

A segunda rota, utilizada principalmente para o transporte de grãos de café, conecta Poços de Caldas ao Porto de Santos. Essa rota tem uma distância de 346 km e duração média de 4,3 horas. Devido ao alto custo dos pedágios e condições da estrada, não é economicamente viável que os caminhões voltem carregados, fazendo com que retornem vazios para uma nova carga em Poços de Caldas. A terceira rota é direcionada ao Porto Seco de Varginha, MG, com partidas do armazém e escritório em Juruáia, MG. A viagem tem duração média de 2,3 horas. O principal desafio desta rota é o tempo de espera pela descarga, já que o local serve como um centro de comercialização de café para o Sul de Minas.

Para os modelos de cálculo de frete, foi aplicada uma margem de ganho de 35% sobre o valor mínimo estabelecido pela tabela de frete do Governo Federal, vigente em junho de 2022, para todas as três rotas. Em relação aos cálculos da Engenharia Econômica, a simulação de Monte Carlo foi realizada utilizando a ferramenta *Crystal Ball* para analisar a sensibilidade no Valor Presente Líquido (VPL) dos projetos, com cada rota assumindo um valor distinto. As análises econômicas iniciais consideraram a rentabilidade do investimento, aplicando critérios econômicos para identificar quais investimentos seriam mais vantajosos. Os cálculos dos fluxos de caixa foram realizados considerando três perspectivas: do empreendimento, do acionista e de um cenário com possível redução no preço do óleo diesel.

As simulações de Monte Carlo, realizadas com o *Crystal Ball*, envolveram 100 mil iterações para analisar o risco e as incertezas dos projetos. A sensibilidade dos projetos foi analisada com uma redução de 10% em variáveis como o valor do óleo diesel, manutenção preventiva e preditiva, troca de óleo e pneus. Para avaliar a rentabilidade mínima esperada dos

projetos, foi calculado o *Weighted Average Cost of Capital* (WACC). Considerando a eficiência do mercado americano em comparação ao brasileiro, utilizou-se o beta do setor de caminhões disponível no site do Damodaran.

4. RESULTADOS

O Quadro 1 apresenta os parâmetros utilizados para calcular o WACC (Custo Médio Ponderado de Capital) dos Projetos 1 e 2, fornecendo uma base quantitativa para a avaliação da viabilidade financeira desses investimentos.

Quadro 1 - WACC dos Projetos 1 e 2

Parâmetro	Valor
Rf EUA	5,64%
(Rm-Rf) EUA	7,56%
Beta desalavancado do setor nos EUA	1,21
Beta alavancado	1,95
Risco Brasil	2,62%
Ke nominal (CAPM)	17,41%
Ke real	14,64%
D/(E+D) = Capital de terceiros	40%
E/(E+D) = Capital próprio	60%
WACC Real	10,84%
WACC antes dos Impostos	16%

Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa (2022).

Para os cálculos da engenharia econômica, será adotado o WACC nominal de 10,84%, sem ajustes para inflação, refletindo o custo efetivo do capital e essencial para a análise de viabilidade financeira dos projetos. O Quadro 2 detalha os dados comuns utilizados na análise econômico-financeira dos Projetos 1 (carreta de 3 eixos) e 2 (carreta de 4 eixos), fundamentais para comparar e avaliar as diferenças operacionais e financeiras entre os dois tipos de carretas.

Quadro 2 - Dados comuns para a análise do Projeto 1 (carreta 3 eixos) e Projeto 2 (carreta 4 eixos)

Descrição	Valores
km médios rodados por mês	20402 km
Horizonte de Planejamento	5 anos
Valor Residual do cavalo mecânico	80%
Valor Residual das carretas no 5º ano	65%
TMA (WACC)	10,84%
Custo de capital próprio	14,64%
Taxa de depreciação	25%
Impostos proporcionais	9,25%
Alíquota de IRPJ/CSLL	34%
Percentual financiado	80%
Taxa de juros	12% aa
Carência	0 ano
Prazo do financiamento	5 anos
Litro de óleo diesel	R\$ 7,61/L
Pneu Aro 22.5 295/80R 22.5	R\$ 4500,00 por pneu
Troca de óleo moto	R\$ 1800,00 para 20 L (troca a cada 20 mil km)
Seguro graneleiro 3 eixos	R\$ 2850,00 por ano
Seguro da graneleiro 4 eixos	R\$ 3800,00 por ano
Seguro do veículo	R\$ 9900,00 por ano

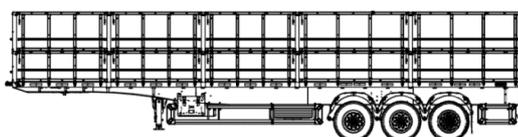
Descrição	Valores
Manutenção anual Projeto 1	R\$ 20000,00 por ano
Manutenção anual Projeto 2	R\$ 24000,00 por ano
Comissão do motorista	3% da receita mensal
Rastreador	R\$ 160,00 por mês

Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa (2022).

4.1. Projeto 1: Carreta Graneleiro 3 Eixos

A Figura 1 apresenta a Carreta Graneleiro de 3 Eixos, e o Quadro 3 e o Quadro 4 detalham os dados do Projeto 1 associados a este equipamento. Para efeitos de cálculo, o investimento total inclui o cavalo mecânico, pois a carreta não opera de forma independente. Este acréscimo é necessário para proporcionar uma visão completa do custo e operação do conjunto.

Figura 1 - Carreta Graneleiro 3 Eixos



Fonte: Noma Implementos – Ribeirão Preto SP

Quadro 3 - Dados do Projeto 1: Carreta Graneleiro 3 Eixos

Dados do Projeto 1: Carreta Graneleiro 3 Eixos	
Capacidade de transporte	32 T
Comprimento	13,5 m
Quantidade de pneus da carreta	13 unidades
Valor do Pneu Aro 22.5 295/80	R\$ 3.000,00
Valor da carreta	R\$ 178.000,00
Valor total carreta 3 eixos + pneus	R\$ 217.000,00
Scania R-124 LA 420 6x2 NA 2p (diesel)	R\$ 132.174,00
Investimento total	R\$ 349.174,00

Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa (2022).

Quadro 4 - Projeto 1: Custos, Despesas, Receitas e Projeções

Categoria	Descrição	Valores
Custos Variáveis	Preço do litro de diesel	R\$ 7,61/L
	Preço do litro de óleo lubrificante	R\$ 90,00/L
	Consumo médio de diesel	2,00 km/L
	Consumo médio de óleo lubrificante	1.000 km/L
	Preço médio do consumo do óleo diesel	R\$ 3,81/km
	Preço médio do consumo de lubrificante	R\$ 0,09/km
	Preço médio do consumo de pneus	R\$ 0,47/km
	Preço médio de pedágio	R\$ 0,81/km
	Preço médio da manutenção	R\$ 0,08/km
Custos Fixos	Salário do funcionário	R\$ 1.212,00/mês
	Encargos sociais e trabalhistas	R\$ 397,78/mês
Despesas Variáveis	Comissão do motorista	R\$ 4.218,38/mês
Despesas Fixas	IPVA e licenciamento anual	R\$ 452,65/mês
	Despesas bancárias	R\$ 70,00/mês
	Sistema rastreador	R\$ 160,00/mês
	Despesa com escritório de contabilidade	R\$ 600,00/mês
	Seguro auto	R\$ 1.062,50/mês
	Seguro de vida funcionário	R\$ 50,00/mês

Categoria	Descrição	Valores
Receitas	Rota 1 (6 viagens, 14.226 km)	R\$ 105.761,38
	Rota 2 (8 viagens, 5.536 km)	R\$ 26.116,99
	Rota 3 (2 viagens, 640 km)	R\$ 3.594,24
	Total mensal (20.402 km)	R\$ 135.472,61
Projeções de Análise	Km médios rodados (ano)	244.824 km
	Consumo de óleo diesel (anual)	122.412 Litros
	Receita (ano)	R\$ 1.625.671,30
	Custos variáveis (ano)	R\$ 1.286.900,71
	Custos fixos (ano)	R\$ 19.317,34
	Despesas variáveis (ano)	R\$ 50.620,55
	Despesas fixas (ano)	R\$ 28.741,82

Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa (2022).

4.1.1. Projeto 1: Fluxo de Caixa do Empreendimento

Taxa Mínima de Atratividade (WACC): 10,84%

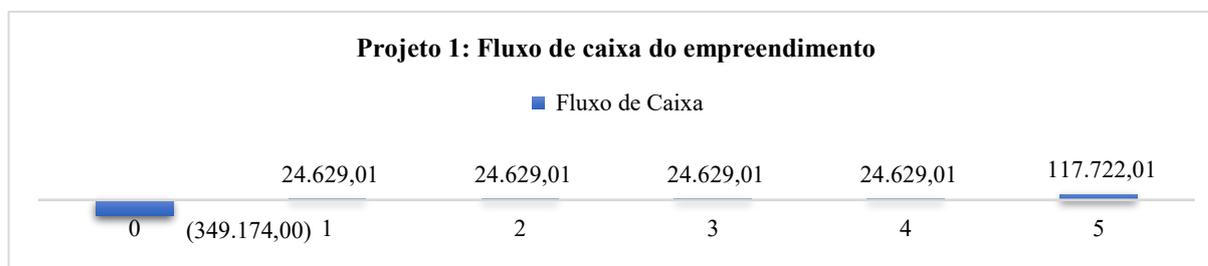
Valor do Negócio: R\$ 147.022,83

VPL: (-R\$ 202.151,17)

TIR: -11%

A Figura 2 apresenta o Fluxo de Caixa do Projeto 1, permitindo a avaliação do impacto de variáveis críticas através do Valor Presente Líquido (VPL) e da Taxa Interna de Retorno (TIR). Com o preço do óleo diesel a R\$ 7,61 e uma margem mínima de 35% para todas as rotas, o fluxo de caixa indica um resultado negativo de (-R\$ 202.151,17). Para melhorar o VPL, foram explorados três cenários usando a ferramenta "atingir meta": redução do preço do diesel para R\$ 6,94, aumento da margem da rota 1 para 45% e elevação da margem da rota 2 para 75%.

Figura 2 - Projeto 1: Fluxo de Caixa do Empreendimento



Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa (2022).

- Resultado da análise determinística: Projeto inviável, TIR negativa.

4.1.2. Projeto 1: Fluxo de Caixa do Acionista

Taxa Mínima de Atratividade (Ke): 14,64%

Valor do Negócio: R\$ 131.784,84

VPL: (-R\$ 43.789,16)

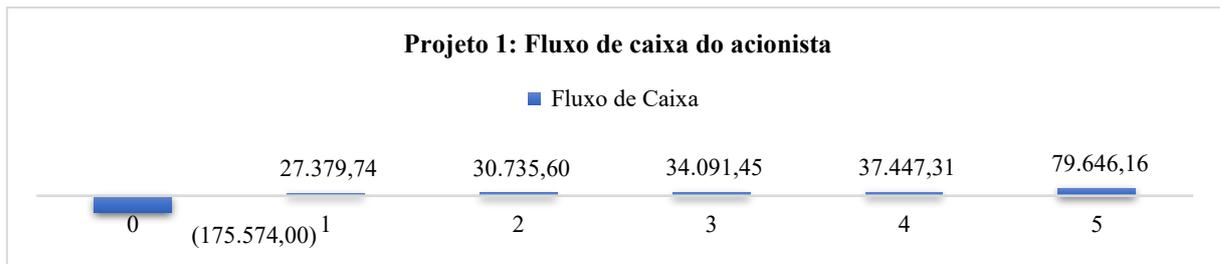
TIR: 5,18%

A Figura 3, apresenta o Fluxo de Caixa do Projeto 1 sob a perspectiva do acionista, considerando um financiamento de 80% via BNDES Automático, com uma taxa de juros anual de 12% (Custo Financeiro - TLP, Taxa BNDES de 0,95% a.a. e Taxa do Agente Financeiro) para um prazo de cinco anos sem carência (BNDES, 2012).

Utilizando a ferramenta 'atingir meta' do Excel, foi determinado que, para alcançar um VPL igual a zero, seria necessário reduzir o preço do diesel para R\$ 7,45 e aumentar a margem da rota 1 para 37% ou da rota 2 para 45%. Um ajuste de 2% na margem inicial de 35% da rota 1 seria suficiente para equilibrar o VPL, melhorando a rentabilidade do projeto.

Resultado da análise determinística: Projeto inviável, $TIR > K_e$ ou TMA

Figura 3 - Projeto 1: Fluxo de Caixa do Acionista



Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa (2022).

4.1.3. Projeto 1: Fluxo de Caixa do Acionista com a redução de 10% no preço do litro de óleo diesel (de R\$7,61 para R\$6,85):

Taxa Mínima de Atratividade (K_e): 14,64%

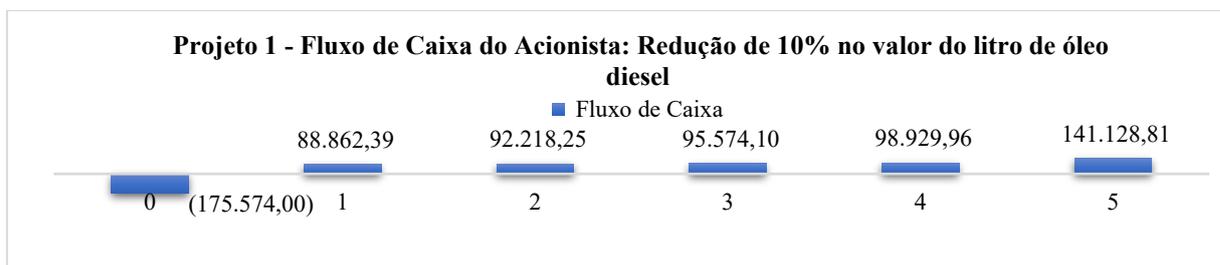
Valor do Negócio: R\$ 339.630,14

VPL: R\$ 164.056,14

TIR: 46,79%

A Figura 4 apresenta o Fluxo de Caixa do Acionista do Projeto 1, considerando uma redução de 10% no preço do litro de óleo diesel, de R\$7,61 para R\$6,85. Esta alteração visa demonstrar como a diminuição nos custos operacionais pode influenciar positivamente a rentabilidade e a sustentabilidade financeira do projeto.

Figura 4 - Projeto 1: Fluxo de Caixa do Acionista com a redução de 10% no preço do litro de óleo diesel (de R\$7,61 para R\$6,85):



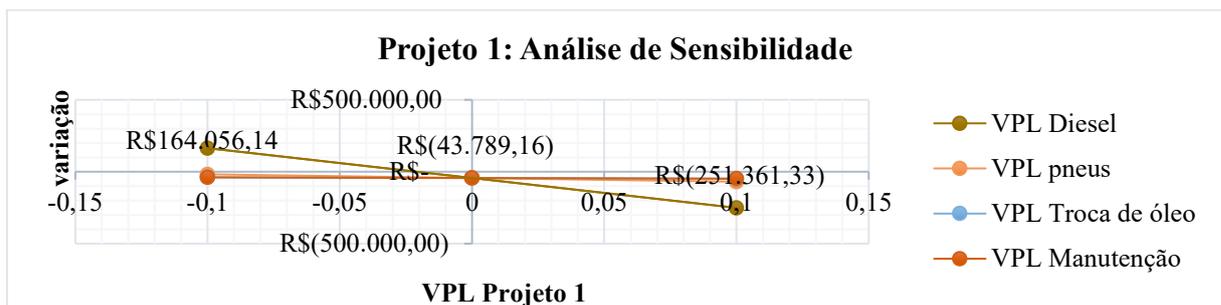
Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa (2022).

- Resultado da análise determinística: Projeto viável, $TIR > K_e$. Como pode ser observado, o aumento de 41,79% na Taxa Interna de Retorno (TIR) evidencia que o sucesso ou fracasso do projeto depende praticamente de uma única variável, no caso, o preço do litro de óleo diesel, mesmo sem alterações nas margens mínimas estabelecidas pelos fretes. Esses ajustes são essenciais para garantir o equilíbrio financeiro do projeto.

4.1.4. Projeto 1: Análise de Sensibilidade

Para a construção do gráfico de sensibilidade, conforme apresentado na Figura 5, foram analisadas variações de $\pm 10\%$ nos valores das variáveis óleo diesel, pneus, troca de óleo e manutenção, e seus impactos no VPL do Projeto 1. A análise demonstra que o preço do diesel é a variável mais crítica para a viabilidade do projeto. Pequenas alterações no custo do diesel resultam em grandes variações no VPL, evidenciando que a gestão eficaz desse custo é crucial. Por outro lado, as variações nos custos de pneus, troca de óleo e manutenção têm impactos significativamente menores no VPL, sugerindo que essas variáveis são menos críticas para a viabilidade financeira do projeto.

Figura 5 - Projeto 1: Análise de Sensibilidade

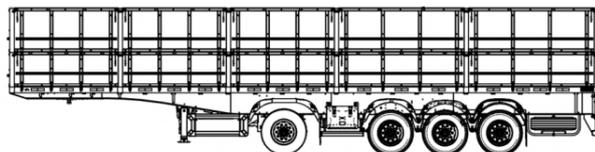


Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa (2022).

4.2. Projeto 2: Carreta Granelheiro 4 Eixos

A Figura 6 apresenta a Carreta Granelheiro de 4 Eixos, e o Quadro 5 e o Quadro 6 fornecem os dados do Projeto 2 relacionados a este equipamento. O investimento total também leva em conta o cavalo mecânico, essencial para o funcionamento da carreta, garantindo uma análise completa dos custos e operações envolvidos.

Figura 6 - Carreta Granelheiro 4 Eixos



Fonte: Noma Implementos – Ribeirão Preto SP

Quadro 5 - Dados do Projeto 2: Carreta Granelheiro 4 Eixos

Dados do Projeto 2: Carreta Granelheiro 4 Eixos	
Capacidade de transporte	40 T
Comprimento	14,5 m
Quantidade de pneus da carreta	17 Unid.
Valor do Pneu Aro 22.5 295/80	R\$ 3.000,00
Valor da carreta	R\$ 250.000,00
Valor total carreta 3 eixos + pneus	R\$ 301.000,00
Scania R-124 LA 420 6x2 NA 2p (diesel) 2006	R\$ 132.174,00
Investimento total	R\$ 433.174,00

Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa (2022).

Quadro 6 - Projeto 2: Custos, Despesas, Receitas e Projeções

Categoria	Descrição	Valores
Custos Variáveis	Preço do litro de diesel	R\$ 7,61 R\$/l

Categoria	Descrição	Valores
	Preço do litro de óleo lubrificante	R\$ 90,00 R\$/l
	Consumo médio de diesel	1,80 Km/l
	Consumo médio de óleo lubrificante	950 Km/l
	Preço médio do consumo do óleo diesel	R\$ 4,23 R\$/km
	Preço médio do consumo de lubrificante	R\$ 0,095 R\$/km
	Preço médio do consumo de pneus	R\$ 0,55 R\$/km
	Preço médio de pedágio	R\$ 0,95 R\$/km
	Preço médio da manutenção	R\$ 0,10 R\$/km
Custos Fixos	Salário do funcionário	R\$ 1.212,00 R\$/mês
	Encargos sociais e trabalhistas	R\$ 397,78 R\$/mês
Despesas Variáveis	Comissão do motorista	R\$ 4.581,37 R\$/mês
Despesas Fixas	IPVA e licenciamento anual	R\$ 452,65 R\$/mês
	Despesas bancárias	R\$ 70,00 R\$/mês
	Sistema rastreador	R\$ 160,00 R\$/mês
	Despesa com escritório de contabilidade	R\$ 600,00 R\$/mês
	Seguro auto	R\$ 1.141,67 R\$/mês
	Seguro de vida funcionário	R\$ 50,00 R\$/mês
Receitas	Rota 1 (6 viagens, 14.226 km)	R\$ 113.928,12
	Rota 2 (8 viagens, 5.536 km)	R\$ 28.922,40
	Rota 3 (2 viagens, 640 km)	R\$ 3.937,68
	Total mensal (20.402 km)	R\$ 146.788,20
Projeções de Análise	Km médios rodados (ano)	244.824 km
	Consumo de óleo diesel (anual)	136.013 Litros
	Receita (ano)	R\$ 1.761.458,40
	Custos variáveis (ano)	R\$ 1.449.274,69
	Custos fixos (ano)	R\$ 19.317,34
	Despesas variáveis (ano)	R\$ 54.976,39
	Despesas fixas (ano)	R\$ 29.691,82

Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa (2022).

4.2.1. Projeto 2: Fluxo de Caixa do Empreendimento

Taxa Mínima de Atratividade (WACC): 10,84%

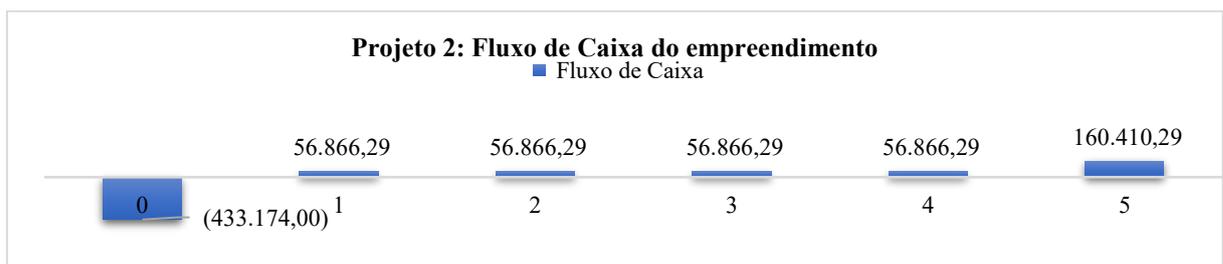
Valor do Negócio: R\$ 272.884,93

VPL: (-R\$ 160.289,07)

TIR: -3,05%

A Figura 7 apresenta o Fluxo de Caixa do Projeto 2 sob o ponto de vista do empreendimento, ou seja, sem o financiamento. A análise de diferentes cenários indicou que, para tornar o Valor Presente Líquido (VPL) nulo e a Taxa Interna de Retorno (TIR) igual à Taxa Mínima de Atratividade (TMA), seria necessário reduzir o preço do óleo diesel para R\$ 7,13 ou aumentar a margem mínima da rota 1 em 7%.

Figura 7 - Projeto 2: Fluxo de Caixa do Empreendimento



Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa (2022).

- Resultado da análise determinística: Projeto inviável, TIR e VPL negativos.

4.2.2. Projeto 2: Fluxo de Caixa do Acionista

Taxa Mínima de Atratividade (Ke): 14,64%

Valor do Negócio: R\$ 30.239,36

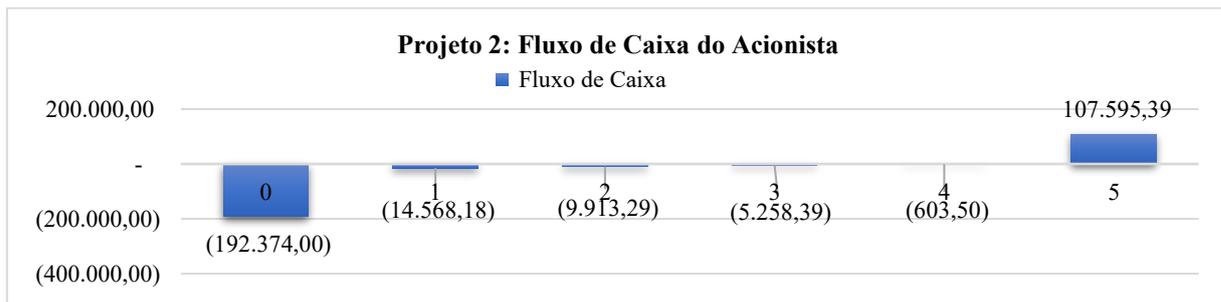
VPL: (-R\$ 162.134,64)

TIR: -14,27%

A Figura 8 apresenta o Fluxo de Caixa do Acionista do Projeto 2 considerando um financiamento de 80% via BNDES Automático, com uma taxa de juros anual de 12%, incluindo o Custo Financeiro (TLP), a Taxa BNDES (0,95% a.a.) e a Taxa do Agente Financeiro, com prazo de cinco anos e sem carência.

A análise de viabilidade do projeto em relação ao Valor Presente Líquido (VPL), utilizando a ferramenta "atingir meta" para um VPL igual a zero, identificou dois cenários viáveis: redução do preço do óleo diesel para R\$ 7,08 e aumento da margem mínima na rota 1 para 43%. Esses ajustes são necessários para alcançar o equilíbrio financeiro do projeto, considerando a perspectiva do acionista e o financiamento para reduzir o desembolso inicial.

Figura 8 – Projeto 2: Fluxo de Caixa do Acionista



Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa (2022).

- Resultado da análise determinística: Projeto inviável, TIR e VPL negativos.

4.2.3. Projeto 2: Fluxo de Caixa do Acionista com a redução de 10% no preço do litro de óleo diesel (de R\$7,61 para R\$6,85):

Taxa Mínima de Atratividade (Ke): 14,64%

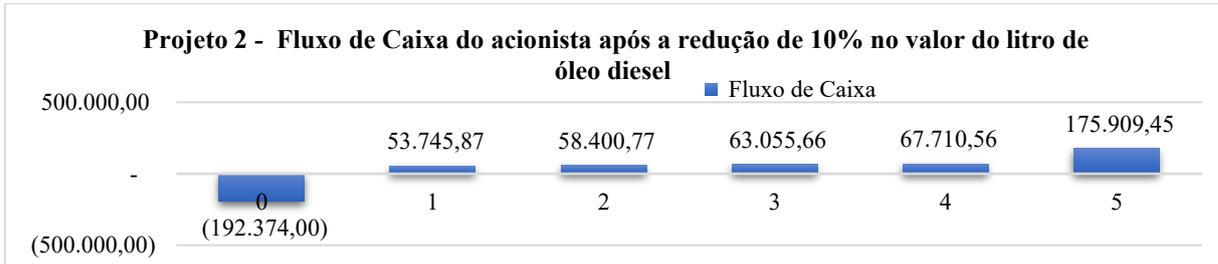
Valor do Negócio: R\$ 261.178,58

VPL: R\$ 68.804,58

TIR: 26,18%

A Figura 9 exibe o Fluxo de Caixa do Acionista do Projeto 2, levando em conta uma redução de 10% no preço do óleo diesel, de R\$7,61 para R\$6,85. Esta mudança tem como objetivo demonstrar o impacto positivo que a diminuição dos custos operacionais pode ter na rentabilidade e na sustentabilidade financeira do projeto.

Figura 9 - Projeto 2: Fluxo de Caixa do Acionista com a redução de 10% no preço do litro de óleo diesel (de R\$7,61 para R\$6,85):



Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa (2022).

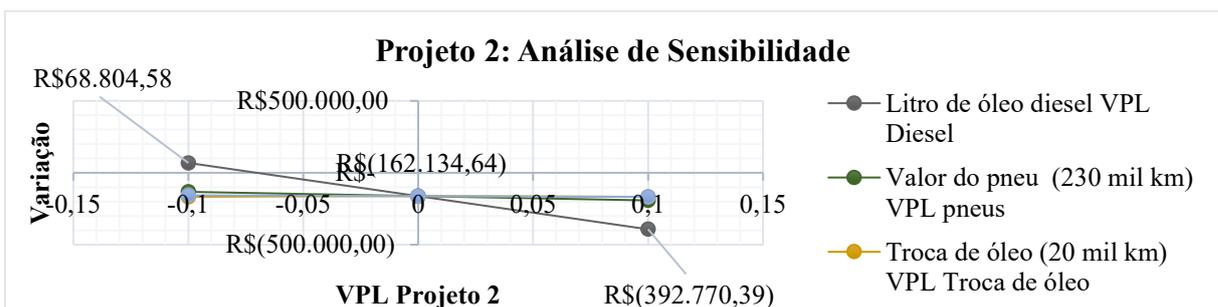
- Resultado da análise determinística: O Projeto 1 é viável com TIR superior ao custo de capital. O Projeto 2 também mostrou melhora na rentabilidade com a redução de 10% no preço do óleo diesel (de R\$ 7,61 para R\$ 6,85). No entanto, essa redução não foi suficiente para tornar o Projeto 2 mais viável que o Projeto 1, mesmo com a capacidade adicional de transportar 8 toneladas a mais, possivelmente devido às condições do preço do diesel na época da pesquisa.

4.2.4. Projeto 2: Análise de Sensibilidade

Com base na análise de sensibilidade do Projeto 2, apresentada na Figura 10, o preço do óleo diesel é a variável de maior impacto no Valor Presente Líquido (VPL) dos projetos. Variações de -10% a +10% no preço do diesel influenciam substancialmente a viabilidade financeira. Outras variáveis, como valor dos pneus e custos de manutenção, têm menor impacto.

Como pode ser observado, o Projeto 2, com carreta de 4 eixos, é altamente sensível às variações no preço do diesel, enquanto o Projeto 1, com carreta de 3 eixos, é menos afetado. Apesar da maior capacidade de carga, os custos operacionais do Projeto 2, influenciados pelo preço do diesel, não são compensados pelas receitas adicionais, tornando-o financeiramente inviável em comparação ao Projeto 1.

Figura 10 - Projeto 2: Análise de Sensibilidade



Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa (2022).

4.3. Simulação de Monte Carlo com Crystal Ball

A simulação de Monte Carlo é uma técnica estatística usada para analisar sistemas complexos e incertos, facilitada pelo Crystal Ball, uma ferramenta da Oracle integrada ao Microsoft Excel. O Crystal Ball permite realizar simulações de Monte Carlo de forma intuitiva, incorporando variabilidade e incerteza em modelos de previsão. Analisando variáveis de entrada sensíveis e as células de cálculos dos VPLs, as simulações fornecem dados gráficos e previsões estatísticas, como distribuições, sensibilidade das variáveis e nível de certeza dos

projetos. Variáveis que influenciam o risco e retorno dos projetos foram analisadas, algumas com distribuição triangular devido à incerteza futura, o preço do óleo diesel com distribuição normal, e a rota 3 com distribuição uniforme por não ser uma rota de serviços a terceiros.

4.3.1. Pressupostos

Os pressupostos utilizados no *Crystal Ball*, detalhados no Quadro 7, consistem em variáveis de entrada modeladas com distribuições de probabilidade específicas, que abrangem a incerteza e a variabilidade dos dados. Essas variáveis são fundamentais para a simulação de Monte Carlo, pois determinam como diversos fatores podem influenciar os resultados do modelo. Tais pressupostos abrangem parâmetros como a comissão do motorista, o preço do óleo diesel e os custos de manutenção.

Quadro 7 - Pressupostos para o Cristal Ball

Variável	Parâmetros
Comissão do motorista	mínimo: 3%, mais provável: 3% e máximo: 5%
Litro de óleo diesel	média: 7,61 e desvio padrão: 0,16
Manutenção anual (cavalo + graneleiro 3 eixos)	mínimo: R\$20.000,00, mais provável: R\$20.000,00 e máximo: R\$30.000,00
Manutenção anual (cavalo + graneleiro 4 eixos)	mínimo: R\$24.000,00, mais provável: R\$24.000,00e máximo: R\$34.000,00
Margem mínima de lucro para a rota de comercialização (rota 3)	mínimo: 1,30 e máximo: 1,35
Margem mínima de lucro para a rota estratégica 1	mínimo: 1,30, mais provável: 1,35 e máximo: 1,40
Margem mínima de lucro para a rota estratégica 2	mínimo: 1,35, mais provável: 1,40 e máximo: 1,45
Pneu Aro 22.5 295/80R 22.5	mínimo: R\$4.050,00, mais provável: R\$4.500,00 e máximo: R\$4.950,00
Troca de óleo motor	mínimo: R\$1.620,00, mais provável: R\$1.800,00 e máximo: R\$1.980,00

Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa (2022).

4.3.2. Simulações de Monte Carlo com *Crystal Ball*

Conforme descrito no Quadro 8 e no Quadro 9, as simulações do Crystal Ball para os Projetos 1 e 2 analisam as variações nos VPLs sob diferentes cenários, ou seja, com 100.000 avaliações. No Projeto 1, a redução de 10% no preço do diesel melhora o VPL para 99,63% de chance de sucesso. No Projeto 2, essa redução aumenta a certeza do VPL para 83,148%.

Quadro 8 - Projeto 1: Simulações do Cristal Ball

Parâmetro	VPL Projeto 1: Fluxo de Caixa do Empreendimento	VPL Projeto 1: Fluxo de Caixa do Acionista (com o financiamento)	VPL Projeto 1: Redução de 10% no valor do Diesel (R\$6,85)
Nível de certeza	0,000%	21,103%	99,636%
Intervalo de certeza	∞ a ∞	R\$ 0,00 a ∞	R\$ 0,00 a ∞
Intervalo de valores	(R\$ 505.701,78) a R\$ 94.914,34	(R\$ 320.348,04) a R\$ 226.861,28	(R\$ 97.962,20) a R\$ 415.233,80
Caso base	(R\$ 202.151,17)	(R\$ 43.789,16)	R\$ 164.056,14
Média	(R\$ 209.347,13)	(R\$ 50.345,25)	R\$ 157.477,59
Desvio Padrão	R\$ 68.468,15	R\$ 62.379,96	R\$ 59.382,75
Mínimo	(R\$ 505.701,78)	(R\$ 320.348,04)	(R\$ 97.962,20)
Máximo	R\$ 94.914,34	R\$ 226.861,28	R\$ 415.233,80
Erro Padrão da Média	R\$ 216,52	R\$ 197,26	R\$ 187,78

Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa (2022).

Quadro 9 - Projeto 2: Simulações do Cristal Ball

Parâmetro	VPL Projeto 2: Fluxo de Caixa do Empreendimento	VPL Projeto 2: Fluxo de Caixa do Acionista	VPL Projeto 2: Redução de 10% no valor do Diesel
Nível de certeza	1,249%	0,610%	83,148%
Intervalo de certeza	R\$ 0,00 a ∞	R\$ 0,00 a ∞	R\$ 0,00 a ∞
Intervalo de valores	(R\$ 489.007,39) a R\$ 162.475,38	(R\$ 461.623,31) a R\$ 131.929,59	(R\$ 215.227,45) a R\$ 346.181,41
Caso base	(R\$ 160.289,07)	(R\$ 162.134,64)	R\$ 68.804,58
Média	(R\$ 166.847,25)	(R\$ 168.109,67)	R\$ 62.804,60
Desvio Padrão	R\$ 75.147,18	R\$ 68.465,09	R\$ 65.092,77
Mínimo	(R\$ 489.007,39)	(R\$ 461.623,31)	(R\$ 215.227,45)
Máximo	R\$ 162.475,38	R\$ 131.929,59	R\$ 346.181,41
Erro Padrão da Média	R\$ 237,64	R\$ 216,51	R\$ 205,84

Fonte: Elaborado a partir dos dados da pesquisa (2022).

- Resultado: Diante da volatilidade do preço do óleo diesel e do impacto na precificação dos fretes, as simulações de Monte Carlo com o Crystal Ball indicaram que o Projeto 1 é mais favorável.

5. CONCLUSÃO

Os resultados da análise econômico-financeira dos projetos de carretas graneleiras mostram diferentes níveis de viabilidade e risco. O Projeto 1, ao considerar o fluxo de caixa do acionista com financiamento, apresentou uma probabilidade moderada de resultados positivos, mas com alta variabilidade. No entanto, com uma redução de 10% no preço do diesel, o Projeto 1 demonstrou uma viabilidade financeira significativamente maior, com quase 100% de chance de resultados positivos, destacando a importância dos custos operacionais, como a precificação correta das rotas de 1 a 3. O Projeto 2, por sua vez, mostrou baixa probabilidade de resultados positivos, mesmo com a redução do preço do diesel, embora tenha apresentado alguma melhora.

A análise também evidenciou que a gestão eficiente das rotas é crucial para a viabilidade dos projetos, influenciando diretamente os custos operacionais e a rentabilidade. Além disso, foi observado que a precificação dos fretes no Brasil pode tornar carretas com menor capacidade de transporte mais lucrativas, sugerindo a necessidade de revisar essa dinâmica.

Para estudos futuros, recomenda-se investigar o impacto da precificação dos fretes e explorar estratégias para otimizar a quantidade transportada, mantendo a lucratividade, além de analisar outros fatores operacionais e de mercado que possam influenciar a viabilidade financeira dos projetos de transporte rodoviário.

REFERÊNCIAS

ASSAF NETO, Alexandre; GUASTI Lima, Fabiano; PROCÓPIO DE ARAÚJO, Adriana Maria. Uma proposta metodológica para o cálculo do custo de capital no Brasil. **Revista de Administração - RAUSP**, v. 43, n. 1, p. 72-83, 2008.

BNDES – BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-automatico>. Acesso em: 25 de junho de 2022.

DAMODARAN – BETA AMERICANO. Disponível em: https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.htm. Acesso em: 05 de julho de 2022.

DE ASSUNÇÃO, G. M. A gestão ambiental rumo à economia circular: como o Brasil se apresenta nessa discussão. **Sistemas & Gestão**, v. 14, n. 2, p. 223-231, 2019. <https://doi.org/10.20985/1980-5160.2019.v14n2.1543>.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

GRANT, Eugene L. **Principles of Engineering Economy**. Nova Iorque: The Ronald Press Company, 1950.

LIZOTE, Suzete Antonieta *et al.* Análise de investimentos: um estudo aplicado em uma empresa do ramo alimentício. Artigo Científico, **XI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**. Rio de Janeiro, 2014.

MODIGLIANI, F.; MILLER, M. H. The cost of capital, corporation finance, and the theory of investment. **American Economic Review, Princeton**, v. 48, n. 3, p. 261-297, jun. 1958.

MOTTA, R. R.; CALÔBA, G. M. **Análise de investimentos: tomada de decisão em projetos industriais**. São Paulo: Atlas, 2002.

NAKANO, Yoshiaki. **Engenharia econômica e desenvolvimento**, v.1., n.1., 1967. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-75901967000100005>.

PORTARIA DOS VALORES MÍNIMOS DE FRETE. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-169-de-18-de-marco-de-2022-387043278>. Acesso em: 15 de junho de 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS - ANP. Disponível em: https://preco.anp.gov.br/include/Resumo_Por_Estado_Index.asp. Acesso em: 02 de julho de 2022.

ROTAS BRASIL – APOIO PARA OS CÁLCULOS DE SIMULAÇÃO DE FRETES. Disponível em: <https://rotasbrasil.com.br/>. Acesso em: 15 de junho de 2022.

SECURATO, J. R. **Crédito: análise e avaliação do risco**. 4. ed. São Paulo: Saint Paulo, 2007.

THUESEN, H. G. **Engineering Economy**. Nova Iorque: Prentice Hall, Inc., 1950.

XIRIMBIMBI, Américo Luheto Pinto. **Avaliação de Projetos de Investimentos em Contexto de Risco e Incerteza**. Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Contabilidade e Finanças no Instituto Politécnico de Setúbal. Escola Superior de Ciências Empresariais, 2018.