

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Kelvin Jean Freitas dos Santos

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO
DE 2º EIXO DIRECIONAL EM CAMINHÕES**

Santa Maria, RS
2023

Kelvin Jean Freitas dos Santos

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO DE 2º EIXO
DIRECIONAL EM CAMINHÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Denis Rasquin Rabenschlag

Santa Maria, RS
2023

Kelvin Jean Freitas dos Santos

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO DE 2º EIXO
DIRECIONAL EM CAMINHÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia Mecânica**.

Aprovada em [dia] de [mês] de [ano]

Denis Rasquin Rabenschlag, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Nome completo, titulação (instituição)

Nome completo, titulação (instituição)

Santa Maria, RS
2023

RESUMO

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO DE 2º EIXO DIRECIONAL EM CAMINHÕES

AUTOR: Kelvin Jean Freitas dos Santos
ORIENTADOR: Denis Rasquin Rabenschlag

Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise técnica e de viabilidade econômica da instalação de 2º eixo direcional em caminhões produzidos na empresa Rodekar Implementos Rodoviários LTDA, localizada em Estrela-RS. Nesse contexto, devido à crescente demanda por caminhões com maior capacidade de carga sem ultrapassar o Peso Bruto Total permitido, empresas transportadoras de cargas enxergam na instalação do 2º eixo direcional uma maneira de adequar seus veículos sem a necessidade de substituição da frota. Nesse cenário, as oficinas mecânicas especializadas nesse ramo se multiplicaram, fazendo com que os preços praticados sejam bastante variados. A partir disso, o presente trabalho buscou, primeiramente, descrever o processo produtivo, por meio de um passo a passo, para uma melhor familiarização em relação ao assunto. Após isso, realizou-se levantamento de dados sobre os preços praticados pelo mercado, custos com matéria-prima, mão de obra, impostos e custos indiretos envolvidos no processo. Ademais, com a intenção de embasar o trabalho, realizou-se uma revisão bibliográfica sobre o assunto, por meio da consulta de artigos, leis complementares, resoluções governamentais, livros, trabalhos acadêmicos e sites. O estudo focou em saber se havia lucro ou não em projetos de instalação de 2º eixo direcional durante um determinado período e em três tipos de fontes de receita (pessimista, otimista e realista). Por fim, os resultados obtidos mostraram como os diferentes cenários de receitas impactam nos indicadores econômicos e, mais especificamente, no lucro, trazendo à tona um debate sobre quais aspectos do projeto podem ser explorados, visando otimizar o processo de instalação de 2º eixo direcional em caminhões produzidos na empresa estudada.

Palavras-chave: 2º Eixo Direcional. Caminhões. Análise Econômica.

ABSTRACT

ANALYSIS OF ECONOMIC VIABILITY OF A SECOND STEERABLE AXLE ASSEMBLY IN TRUCKS

AUTHOR: Kelvin Jean Freitas dos Santos

ADVISOR: Denis Rasquin Rabenschlag

The goal of this article is to describe the production process and execute an economic viability analysis on a second steerable axle assembly in trucks project made in Rodekar Implementos Rodoviários LTDA at Estrela-RS. Due to the rising demand for trucks with higher load capacity, cargo carriers companies see the second steerable axle installation in trucks as a way of adapt their vehicles without needing a fleet replacement. In this scenario, the truck repairment shops specialized in this field have multiplied, causing the prices to be very wide. Hence, this article sought, at first, describe the production process step-by-step in order to get familiar with the subject. Afterwards, a data survey was conducted about the market prices, raw material costs, labor costs, taxes and indirect costs related to the process. In order to underpin the subject, a bibliografic research was made through the reading of articles, laws, governamental resolutions, books, academic articles and websites. The study focused on wheter there was profit or not in a project of installation of a second steerable axle during a specific month and with three differents sources of income (pessimist, optimist, and realist). In the end, the results found have showed how the different scenarios of income impact on the economic indicators and, more specifically, on profit, bringing light to which aspects of the project can be improved in order to optimize the process.

Keywords: Second-Steerable-Axle. Trucks. Economic analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Caminhões do tipo trucado e <i>bitruck</i>	14
Figura 2 – Ângulos de esterçamento e a Geometria de Ackerman.....	15
Figura 3 – Sistema de geometria trapezoidal.....	16
Figura 4 – Ângulos de esterçamento para veículos com 2 eixos direcionais.....	17
Figura 5 – Ângulos de esterçamento calculados por Honda (2018).....	18
Figura 6 – Ângulos do braço de ligação calculados por Honda (2018).....	18
Figura 7 – Braço Pitman.....	20
Figura 8 – Barras de direção.....	21
Figura 9 – Componentes de um terminal de direção.....	22
Figura 10 – Componentes de um terminal de direção.....	23
Figura 11 – Cilindro hidráulico de dupla ação para <i>bitruck</i>	24
Figura 12 – Fluxo de caixa em um horizonte de planejamento.....	28
Figura 13 – Disposição do sistema de baterias do caminhão.....	36
Figura 14 – Braço Pitman primário adaptado para <i>bitruck</i>	37
Figura 15 – Coluna de direção, setor de direção e Braço Pitman primário.....	37
Figura 16 – Braço Pitman secundário adaptado para <i>bitruck</i>	38
Figura 17 – Ilustração do sistema pneumático do 2º eixo direcional.....	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Alíquota e valor a descontar de acordo com o faturamento.....	27
Quadro 2 – Receita bruta mensal e anual.....	42
Quadro 3 – Custos com matéria-prima por mês.....	43
Quadro 4 – Custos com mão de obra direta por mês.....	44
Quadro 5 – Custos indiretos por mês.....	45
Quadro 6 – Alíquota e valor a descontar de acordo com o faturamento.....	45
Quadro 7 – Valores do Simples Nacional por mês para cada expectativa.....	46
Quadro 8 – Fluxo de caixa para uma expectativa otimista.....	47
Quadro 9 – Fluxo de caixa para uma expectativa realista.....	47
Quadro 10 – Fluxo de caixa para uma expectativa pessimista.....	48
Quadro 11 – Lucratividade média da empresa.....	50
Quadro 12 – Cenários de receita bruta e seus índices.....	51

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	11
1.2 OBJETIVOS	11
1.2.1 Objetivo geral	11
1.2.2 Objetivos específicos	11
1.3 JUSTIFICATIVA	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 2º EIXO DIRECIONAL.....	13
2.1.1 Legislação	13
2.1.2 Funcionamento Teórico	15
2.1.3 Componentes do 2º eixo direcional	19
2.1.3.1 Braço Pitman.....	19
2.1.3.2 Barras de direção	20
2.1.3.3 Terminais de direção.....	21
2.1.3.4 Caixa de direção	22
2.1.3.5 Cilindro hidráulico de dupla ação	23
2.2 ANÁLISE DE INVESTIMENTOS	24
2.2.1 Receitas e lucro	25
2.2.2 Custos e despesas	25
2.2.3 Impostos	26
2.2.4 Fluxo de caixa	28
2.2.5 Taxa de Mínima Atratividade	29
2.2.6 Valor Presente Líquido	29
2.2.7 Taxa Interna de Retorno	29
3 METODOLOGIA	31
3.1 CLASSIFICAÇÃO DE PESQUISAS	31
3.2 DETERMINAÇÃO DO ALVO DE PESQUISA	31
3.3 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO	32
3.4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	32
3.5 ANÁLISE TÉCNICA DA INSTALAÇÃO DE 2º EIXO DIRECIONAL	33
3.6 COLETA DE DADOS	33
3.7 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA	34

4 ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO DA INSTALAÇÃO DE 2º EIXO DIRECIONAL	35
4.1 REALOCAÇÃO DE COMPONENTES AUXILIARES	35
4.2 INSTALAÇÃO DA PARTE MECÂNICA.....	36
4.3 INSTALAÇÃO DA PARTE PNEUMÁTICA	38
4.4 REVISÃO E TESTE DOS COMPONENTES INSTALADOS	39
5 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA	41
5.1 RECEITAS	41
5.2 CUSTOS E DESPESAS.....	42
5.2.1 Custos com matéria-prima	42
5.2.2 Custos com mão de obra direta	43
5.2.3 Despesas indiretas	44
5.3 IMPOSTOS	45
5.4 FLUXO DE CAIXA.....	46
5.5 ANÁLISE POR ÍNDICES.....	50
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

A frota de caminhões cada vez mais moderna e potente é responsável pela maior parte do escoamento das produções agrícola e industrial pelas estradas brasileiras. Diante disso, o competitivo setor de transporte de cargas sempre busca soluções que consigam garantir uma maior capacidade de carga transportada por veículo, visando atender às exigências das empresas. Nesse sentido, as oficinas mecânicas especializadas vêm ganhando espaço ao oferecerem serviços como instalação de 3º eixo, instalação de 2º eixo direcional, entre outros.

Em relação ao processo de instalação de 2º eixo direcional, salienta-se que este é bastante procurado por proprietários de caminhões porque aumenta o Peso Bruto Total (PBT) do veículo em quase 6 mil quilos. Além disso, os chamados *bitrucks*¹ apresentam uma melhor distribuição do peso da carga sobre os eixos, evitando o risco de multas por excesso de peso em balanças.

De acordo com esse panorama, o presente trabalho buscou realizar a descrição do processo produtivo e uma análise de viabilidade econômica da instalação de 2º eixo direcional em caminhões da empresa Rodekar Implementos Rodoviários LTDA, localizada na cidade de Estrela, no Rio Grande do Sul. Tal análise descreveu todas as etapas envolvidas no processo de montagem e as peças utilizadas. Da mesma forma, foi possível constatar os custos envolvidos com a mão de obra e matéria-prima, bem como os custos indiretos ao processo de montagem.

Salienta-se, ainda, que como a empresa estudada já está estabelecida no mercado e oferece esse tipo de serviço ao público, não foi necessário realizar uma pesquisa de mercado, nem o planejamento das instalações físicas. Desse modo, o trabalho objetiva entender o processo de montagem, pois ele detalha, passo a passo, a interligação entre os sistemas mecânico, hidráulico e pneumático, além de servir como um manual de instruções para os funcionários da empresa em questão. Nessa parte, são descritas as montagens das peças do sistema mecânico, do sistema

¹ “O *bitruck* (8x2 ou 8x4) tem oito pontos de contato com o solo e quatro eixos, sendo dois dianteiros direcionais. Por ter quatro eixos, o *bitruck* tem uma capacidade maior de transporte e mais capacidade que o *trucado* e peso bruto total de 29 toneladas. São, por exemplo, caminhões graneleiros e caminhões-tanque” (SEST SENAT, 2020). Disponível em: <https://www.sestsenat.org.br/noticia/caminho-toco-trucado-bitruck-e-traado-qual-a-diferenca>. Acesso em: 11 abr. 2023.

pneumático e do sistema hidráulico da instalação de um 2º eixo direcional em um caminhão.

Ademais, outro aspecto importante deste trabalho é realizar uma análise econômica do projeto de instalação de 2º eixo direcional em caminhões, através de estimativas de receitas e levantamento de custos e despesas envolvidos. Com isso, será possível obter os valores de compra das peças, custos de mão de obra, impostos, gastos com energia elétrica, entre outros dados que servirão de base para a elaboração de um fluxo de caixa mensal do projeto. A partir daí, o cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) indicará se o projeto será ou não atraente, descontado uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) estipulada de acordo com a realidade financeira da empresa, enquanto o cálculo da Taxa Interna de Retorno (TIR) indicará a rentabilidade deste projeto.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

A instalação de 2º eixo direcional realizada em caminhões trucados na empresa Rodekar Implementos Rodoviários LTDA gera lucro?

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos geral e específicos deste trabalho estão descritos a seguir.

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é realizar uma análise de viabilidade econômica da instalação de 2º eixo direcional em caminhões produzidos na empresa Rodekar Implementos Rodoviários LTDA e determinar se existe lucro ou não, de acordo com os preços praticados pelo mercado.

1.2.2 Objetivos específicos

- 1) Descrever o processo de montagem dos *bitrucks*;
- 2) Realizar um levantamento de receitas e custos durante a produção;
- 3) Analisar os dados através de indicadores, para verificar a viabilidade do projeto.

1.3 JUSTIFICATIVA

A instalação de 2º eixo direcional em caminhões trucados, além de aumentar a capacidade de carga do veículo, diminui a aplicação de multas por excesso de peso por eixo. Dessa forma, estudos sobre o processo de montagem e viabilidade econômica são necessários para entender o potencial de mercado e os possíveis pontos que devem ser aprimorados neste tipo de projeto.

Do mesmo modo, a intenção deste trabalho também advém do interesse do pesquisador em aliar conhecimentos das disciplinas de Engenharia Econômica e Planejamento Industrial, realizadas durante a graduação em Engenharia Mecânica, na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), a uma atividade prática realizada na empresa da família. Por fim, este trabalho se justifica no sentido de apontar caminhos para a melhor tomada de decisão empresarial, seja na aquisição de peças de qualidade com o menor custo ou treinar funcionários para realizar o projeto de instalação de 2º eixo direcional em caminhões no menor tempo possível, a fim de obter lucro de acordo com o preço de venda, o qual geralmente é regulado pelo mercado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção, busca-se explicar, através da definição de diversos autores, os conceitos que envolvem o funcionamento do 2º eixo direcional e os conceitos de uma análise de viabilidade econômica em projetos. Assim sendo, por meio da revisão de literatura foi possível descrever características técnicas do assunto, como a legislação vigente, o funcionamento teórico, a descrição dos componentes e o processo produtivo. Além disso, essa revisão bibliográfica também define os conceitos de análise de fluxo de caixa e de indicadores econômicos abordados durante o estudo.

2.1 2º EIXO DIRECIONAL

Nesta subseção, alguns assuntos relacionados ao 2º eixo direcional em caminhões serão abordados, tais como: a legislação e os requisitos burocráticos envolvidos, o funcionamento teórico baseado nos conceitos da Geometria de Ackermann e a descrição e aplicação dos componentes do projeto.

2.1.1 Legislação

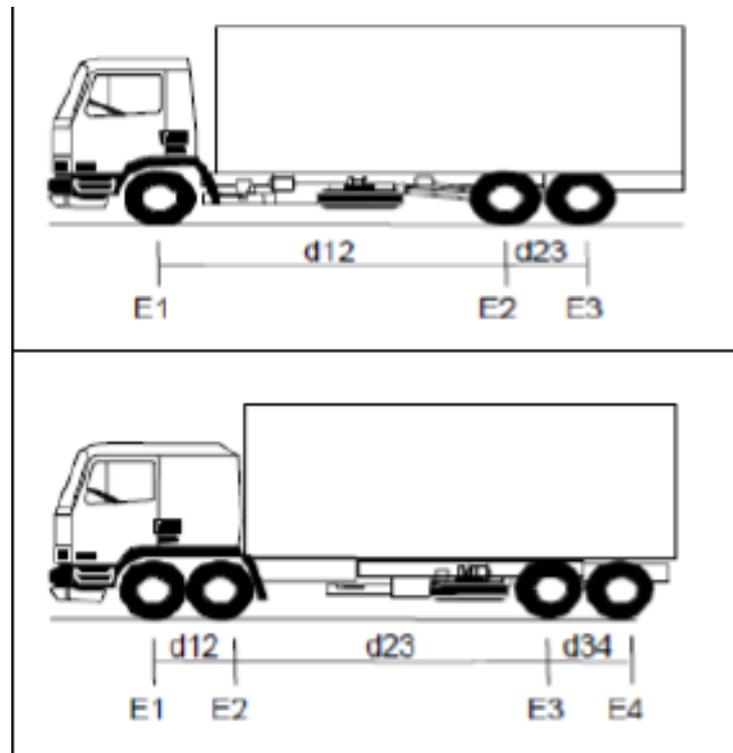
A Resolução nº 882/21 do CONTRAN trata sobre os pesos e medidas que os veículos podem ter quando estão circulando pelas estradas brasileiras, além de servir de parâmetro para as montadoras de caminhões e fabricantes de implementos rodoviários na fabricação de seus produtos. Segundo a Resolução, o PBT máximo para um veículo não articulado é de 29 toneladas. Além disso, o 6º artigo da Resolução nº 882/21 define que:

Art. 6º Os limites máximos de PBT, PBTC e peso bruto transmitido por eixo de veículo, nas superfícies das vias públicas, são:
[...] IV - peso bruto por conjunto de dois eixos direcionais ou autodirecionais, com distância entre eixos de no mínimo 1,20 m, independentemente da distância do primeiro eixo traseiro, dotados de dois pneumáticos cada: 12 t; (BRASIL, 2021).

Conforme o artigo supracitado, os caminhões com o 2º eixo direcional instalados têm sua capacidade de carga aumentada em 5,5 mil quilos, respeitando o PBT máximo de 29 toneladas, enquanto os caminhões do tipo trucado têm o PBT

máximo de 23,5 toneladas. A Figura 1 ilustra a disposição dos eixos em caminhões do tipo trucado e do tipo *bitruck*.

Figura 1 – Caminhões do tipo trucado e *bitruck*



Fonte: Adaptado de Honda (2018).

Apesar de não constar na Resolução nº 882/21, a alteração de características do caminhão pela instalação do 2º eixo direcional precisa passar por um trâmite burocrático para ser legalizado. Ainda, conforme o DETRAN-RS, primeiramente é preciso solicitar ao Centro de Registro de Veículos Automotores (CRVA), da cidade onde o veículo foi emplacado, uma autorização para a modificação de características. Após o pagamento das taxas, o veículo retorna ao CRVA para apresentar as características alteradas.

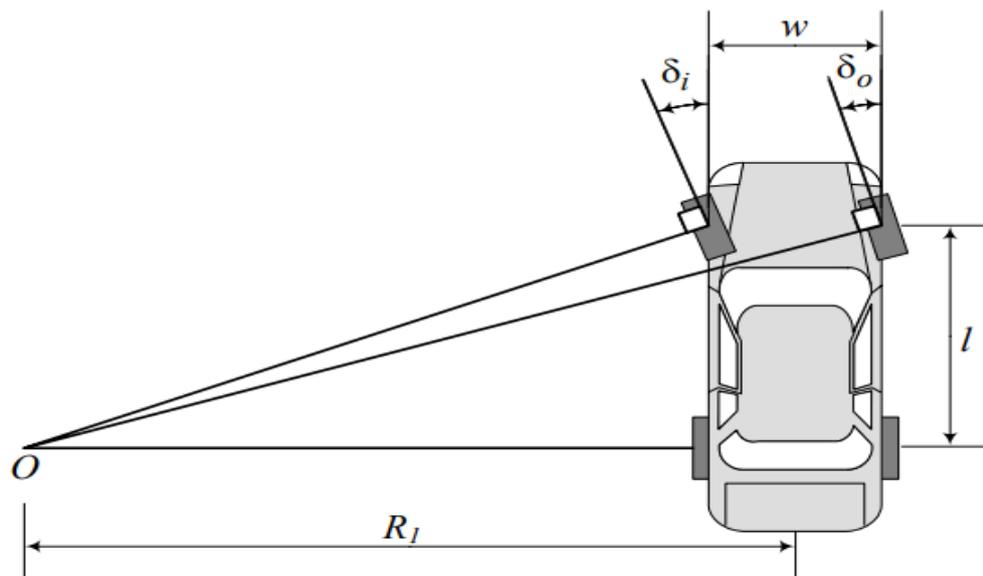
Em seguida, ao retornar com o caminhão com o 2º eixo direcional instalado, deve-se apresentar também as notas fiscais de peças e serviços realizados, bem como uma Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) assinada por um engenheiro e, se tudo estiver de acordo com as normas, recebe-se a autorização para a modificação. Além disso, de acordo com o DETRAN-RS, o veículo modificado precisa passar por uma vistoria de segurança em uma Instituição Técnica Licenciada (ITL), para assim receber o Certificado de Segurança Veicular (CSV). Somente então, após

realizada essa inspeção, o CRVA poderá emitir um novo Certificado de Registro e Licenciamento de Veículo (CRLV), em que constará a adição do 2º eixo direcional no caminhão.

2.1.2 Funcionamento Teórico

É importante frisar que todos os mecanismos de direção feitos para garantir que as rodas girem sem deslizamento devem obedecer à *Condição de Ackerman*. Também chamada de *Geometria de Ackerman*, essa condição estabelece os ângulos de esterçamento entre as rodas, para existir um equilíbrio cinemático do sistema de direção, conforme explica Jazar (2008) a partir da Figura 2.

Figura 2 – Ângulos de esterçamento e a Geometria de Ackerman



Fonte: Jazar (2008).

A Condição de Ackerman pode ser expressa conforme a equação 1:

$$\cot\delta_o - \cot\delta_i = \frac{w}{l} \quad (1)$$

Nessa situação, w representa a distância entre o centro das rodas dianteiras e l representa a distância entre os eixos dianteiros e traseiros. Dessa maneira, quando os valores da *Geometria de Ackerman* forem iguais a zero, significa que as rodas não

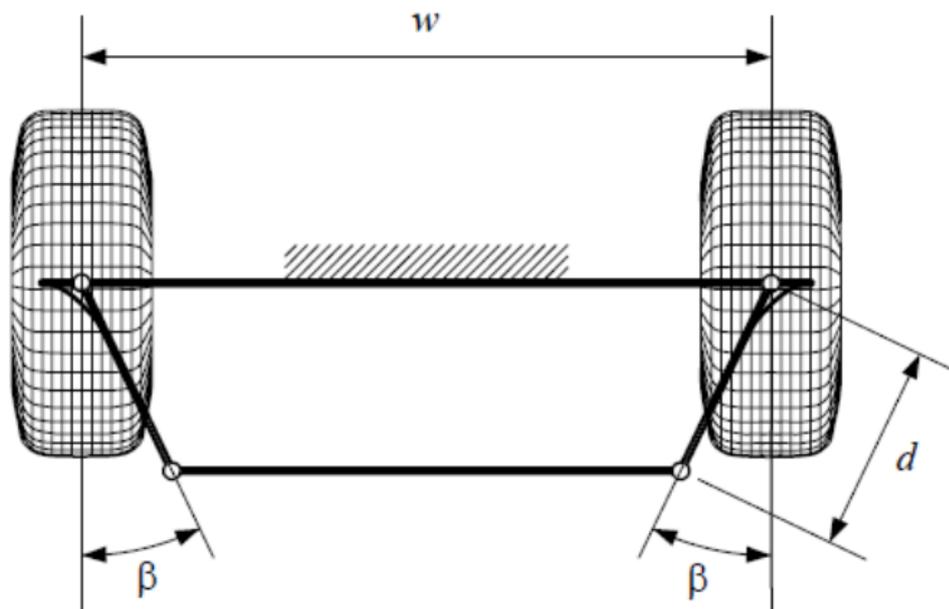
apresentam angulação entre si. Já quando esse valor for igual a 1, entende-se que as rodas apresentam angulação entre si e, portanto, satisfazem a *Condição de Ackerman*. Quando há valores entre 0 e 1, significa que há angulação entre as rodas, mas que a *Geometria de Ackerman* não está sendo atendida. Os ângulos de esterçamento, nesse caso, podem ser calculados através das equações 2 e 3, conforme Jazar (2008):

$$\tan \delta_i = \frac{l}{R_1 - \frac{w}{2}} \quad (2)$$

$$\tan \delta_o = \frac{l}{R_1 + \frac{w}{2}} \quad (3)$$

Além disso, de acordo com Fernandes (2005), fazer um sistema de direção e trabalhar em conformidade com a *Geometria de Ackerman* requer um grande esforço devido à quantidade de barras de direção necessárias, à disposição dessas barras e à falta de espaço físico. Dessa forma, uma boa aproximação pode ser alcançada ao utilizar a geometria trapezoidal (JAZAR, 2008), que está representada na Figura 3.

Figura 3 – Sistema de geometria trapezoidal



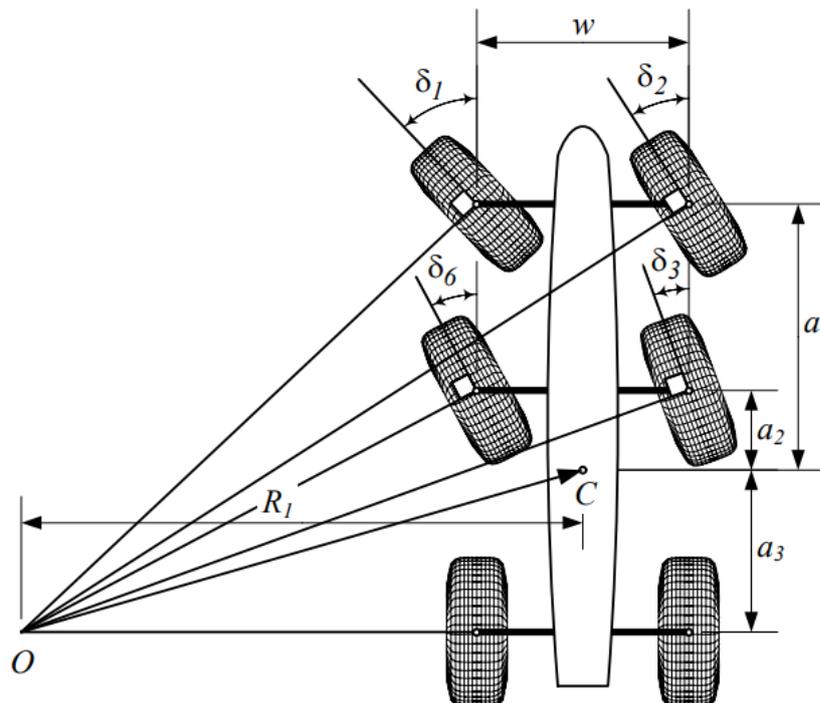
Fonte: Jazar (2008).

Nessa situação, β é o ângulo da barra de ligação, enquanto d representa o comprimento da barra. Em relação a veículos com mais de um eixo com capacidade de controle de direção, a *Condição de Ackerman* continua válida e está representada na Figura 4. Segundo Jazar (2008), a_1 é a distância entre o Centro de Giro (CG) e o centro do 1º eixo direcional. Já a_2 e a_3 são, respectivamente, a distância do CG até o 2º eixo direcional e a distância do CG até o eixo traseiro. Nesse caso, a *Condição de Ackerman* pode ser calculada através das equações 4 e 5:

$$\cot\delta_2 - \cot\delta_1 = \frac{w}{a_1+a_3} \quad (4)$$

$$\cot\delta_3 - \cot\delta_6 = \frac{w}{a_2+a_3} \quad (5)$$

Figura 4 – Ângulos de esterçamento para veículos com 2 eixos direcionais

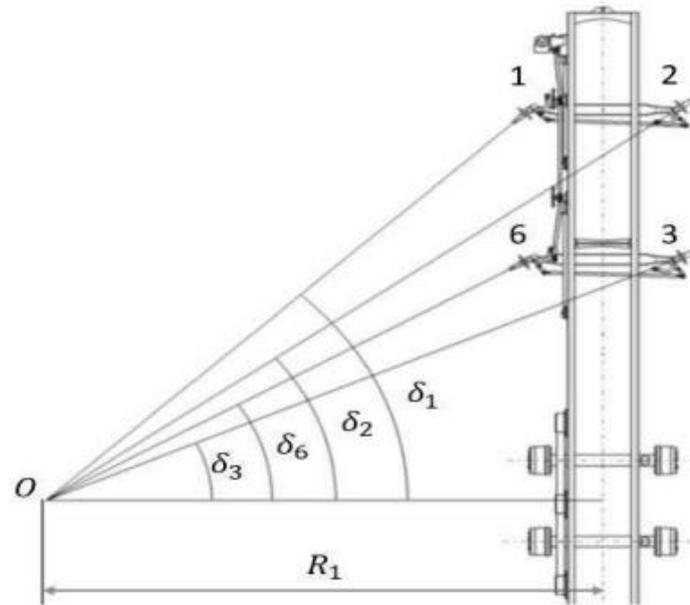


Fonte: Jazar (2008).

Nesse contexto, Honda (2018) explica, em sua monografia, que utilizou o método descrito por Jazar (2008) para definir parâmetros na instalação de 2º eixo direcional em caminhões. Com isso, Honda (2018) se utilizou das equações descritas neste trabalho para definir os ângulos de esterçamento das quatro rodas dianteiras,

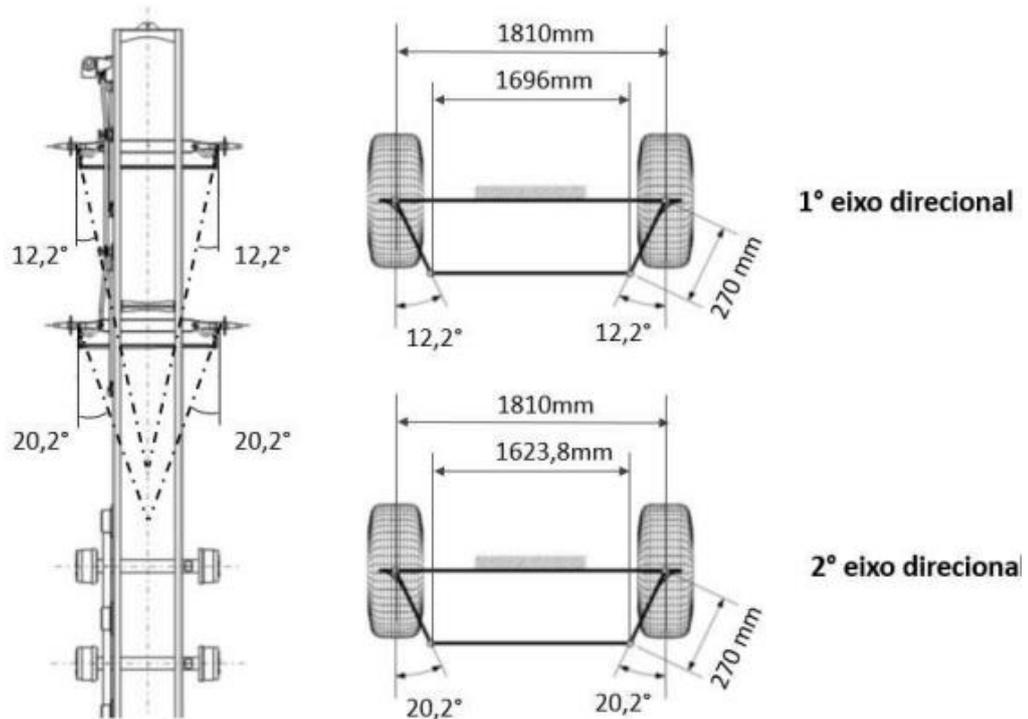
para que, desse modo, a *Geometria de Ackerman* fosse atendida. As Figuras 5 e 6 ilustram os resultados encontrados por Honda (2018):

Figura 5 – Ângulos de esterçamento calculados por Honda (2018)



Fonte: Honda (2018).

Figura 6 – Ângulos do braço de ligação calculados por Honda (2018)



Fonte: Honda (2018).

Para os dados da figura 5, Honda (2018) determinou que o ângulo δ_1 deveria ser de 30° e, através do uso das equações 2 e 3, ele chegou ao resultado de que o ângulo δ_2 é de $26,4^\circ$. Da mesma maneira, para definir os ângulos de esterçamento do 2º eixo direcional, Honda (2018) novamente utilizou as equações 2 e 3. Entretanto, ele constatou que o comprimento l entre os eixos dianteiros e traseiros era menor do que em relação ao 1º eixo direcional, fazendo com que os ângulos δ_6 e δ_3 , correspondam, respectivamente, a $19,8^\circ$ e $17,2^\circ$.

Ainda, Honda (2018) calculou os ângulos dos braços de ligação do 1º e 2º eixo direcional, sendo o comprimento da barra d o valor fixo de 270mm. Os valores para os ângulos do braço de ligação do 1º eixo direcional são de $12,2^\circ$, enquanto o valor do ângulo para o 2º eixo direcional é de $20,2^\circ$. Nesse viés, destaca-se que a definição desses ângulos e medidas de barras é importante, pois eles servirão de referência para que o projeto de instalação do 2º eixo direcional em caminhões possa garantir que as rodas irão esterçar e não deslizar, conforme a *Geometria de Ackerman*. Esses dados também servem como um processo de melhoria que a empresa deve buscar desenvolver nos componentes dos eixos, visando, assim, um melhor funcionamento do projeto.

2.1.3 Componentes do 2º eixo direcional

Os caminhões que possuem o 2º eixo direcional necessitam de diversos componentes que interliguem os eixos, garantam que o movimento aplicado no volante seja transmitido para os eixos, gerando o esterçamento das rodas, e forneçam sustentação à suspensão do caminhão. A seguir, tem-se, no próximo tópico deste trabalho, uma revisão sobre os principais itens que compõem o 2º eixo direcional, como Braço Pitman, Barras de direção, Terminais de direção, Caixa de direção e Cilindro hidráulico de dupla ação.

2.1.3.1 Braço Pitman

Gillespie (1992) afirma que o Braço Pitman – cuja uma das configurações está representada na Figura 7 – é uma peça do sistema de direção responsável por transmitir o movimento das rodas de um veículo. No caso de um veículo leve, o Braço

Pitman é responsável pelo movimento de ambas as rodas, enquanto, no caso de veículos pesados, o braço gera movimento em apenas uma das rodas (geralmente a do lado esquerdo). Dessa maneira, o Braço Pitman, se movimentando de maneira circular, atua em conjunto com as barras e os terminais de direção no sistema de direção.

Figura 7 – Braço Pitman



Fonte: Foggiatto² (2023).

2.1.3.2 Barras de direção

As barras de direção são componentes mecânicos do sistema de direção que transmitem o movimento aplicado no volante, de maneira linear, para os eixos do veículo. Esses componentes, que são feitos para possuir grande durabilidade, geralmente são retilíneos, mas podem apresentar leves curvaturas para facilitar o encaixe do sistema e, com isso, garantir que o movimento circular do Braço Pitman seja reproduzido no eixo de direção (GILLESPIE, 1992). A fim de ilustrar a explicação, a Figura 8 mostra modelos de barras de direção existentes.

² Disponível em: [http://www.foggiatto.ind.br/braco_pitman#!prettyPhoto\[gallery\]/7/](http://www.foggiatto.ind.br/braco_pitman#!prettyPhoto[gallery]/7/). Acesso em: 3 maio. 2023.

Figura 8 – Barras de direção



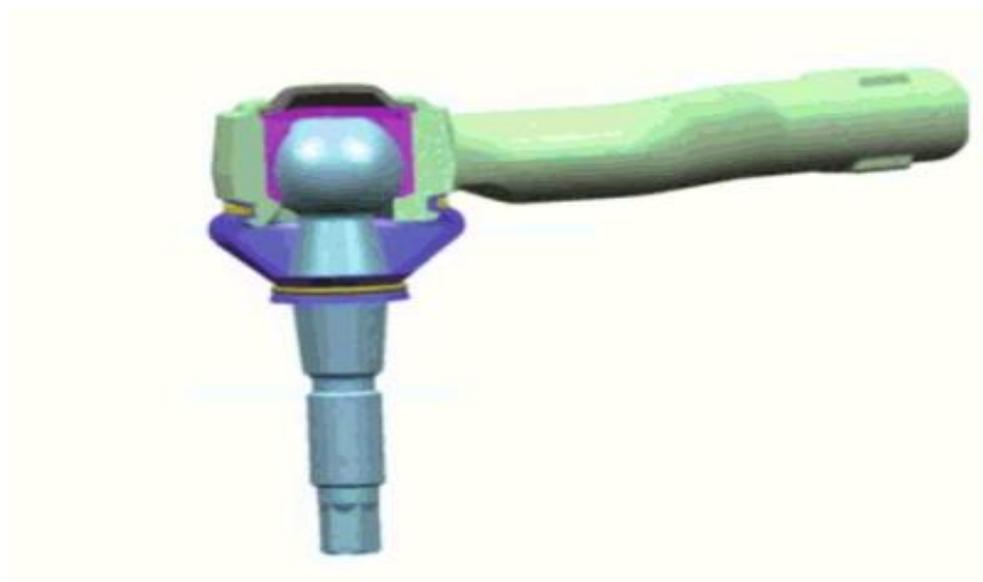
Fonte: Dana³ (2020).

2.1.3.3 Terminais de direção

Os terminais de direção, ou também chamados de ponteiros de direção, possuem a função mecânica de transformar o movimento linear – que é transmitido pelas barras de direção – em movimento rotacional para os Braços Pitman auxiliares e, conseqüentemente, para os eixos (CUNHA, 2018). Esse componente, segundo Cunha (2018), é composto por um pino esférico envolto em uma carcaça com a proteção de uma coifa elastomérica que impede a entrada de contaminantes. A Figura 9 ilustra um terminal de direção com o pino de ponta esférica (na cor prata), a carcaça (na cor verde) e o invólucro (na cor azul).

³ Disponível em: <https://dana.com.br/dana-informa/cuidados-com-a-barra-de-direcao-em-veiculos-pesados/>. Acesso em: 10 maio. 2023.

Figura 9 – Componentes de um terminal de direção

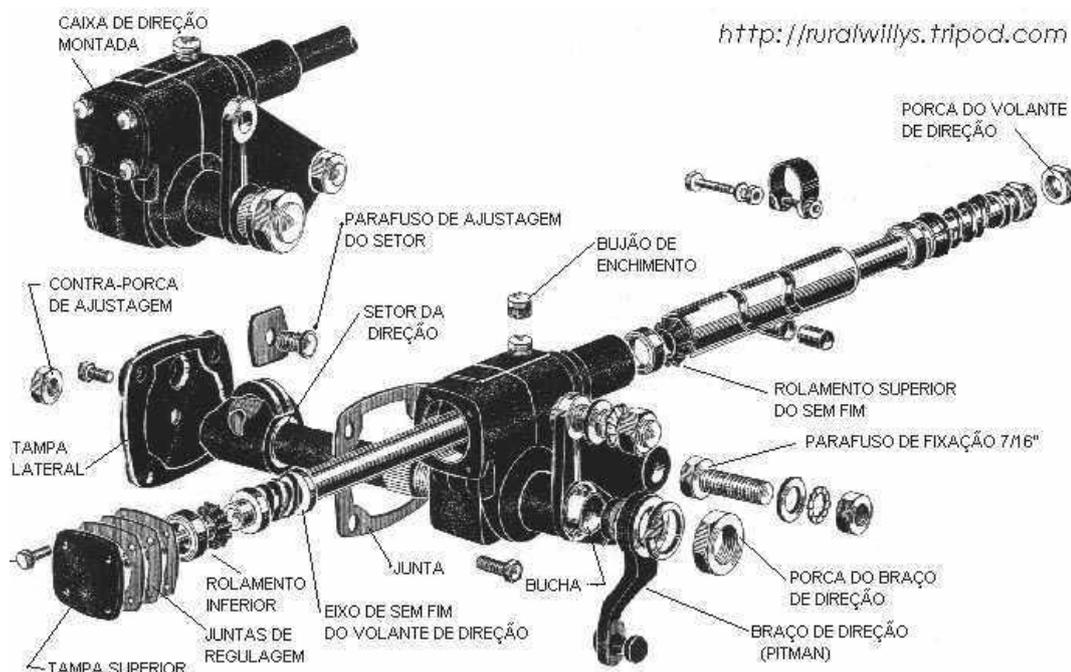


Fonte: Cunha (2018).

2.1.3.4 Caixa de direção

Gillespie (1992) define que a caixa de direção é responsável por transformar o movimento de rotação do volante do veículo em movimento de translação, cujo irá guiar as rodas do veículo para a posição desejada. Existem, ainda, segundo Gillespie (1992), duas formas construtivas distintas para a caixa de direção: sistema pinhão e cremalheira e sistema setor e rosca-sem-fim. No caso de caminhões, o sistema setor e rosca-sem-fim é geralmente utilizado, pois a suspensão desses veículos ainda é composta por um eixo rígido montado sobre um sistema de feixes de mola. A Figura 10 ilustra um sistema de direção do tipo rosca-sem-fim, em que o movimento promovido pela rotação do volante é transmitido para o Braço Pitman e, posteriormente, para as rodas do veículo.

Figura 10 – Componentes de um terminal de direção



Fonte: Rural Willys e Pick Up F-75⁴ (2023).

2.1.3.5 Cilindro hidráulico de dupla ação

Os cilindros hidráulicos, de acordo com a Limax Sistemas Hidráulicos (2016 apud GOMES, 2021, p. 11),

[...] são atuadores que fazem com que a energia hidráulica seja transformada em energia mecânica. Os cilindros hidráulicos normalmente são compostos com um pistão interno que quando é acionado pelo óleo movimenta-se em dois sentidos, o sentido é direcionado de acordo com a entrada e a saída do óleo.

Nos caminhões que possuem 2º eixo direcional, os cilindros hidráulicos de dupla ação têm a função de auxiliar o movimento mecânico reproduzido no volante, passando pelo Braço Pitman e barras de direção até o eixo secundário. Salienta-se, ainda, que é necessário conectar a caixa de direção ao cilindro hidráulico para o suprimento de óleo através de mangueiras hidráulicas de acionamento e retorno do pistão. Além disso, também é imprescindível interligar o movimento do sistema hidráulico com o sistema mecânico, através do uso de um Braço Pitman secundário e

⁴ Dicas de manutenção. Disponível em: <https://ruralwillys.tripod.com/manutencao/direcaorural.htm>. Acesso em: 6 maio. 2023.

terminais de direção nas pontas das hastes do cilindro, garantindo, assim, um movimento suave quando o volante do veículo for movimentado. A Figura 11 ilustra um cilindro hidráulico usualmente utilizado em sistemas com 2º eixo direcional em caminhões.

Figura 11 – Cilindro hidráulico de dupla ação para *bitruck*



Fonte: MCM Hidropneumáticos⁵ (2023).

2.2 ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

Segundo Souza e Clemente (2008, p. 60), “Na Teoria Econômica, a empresa é vista como uma unidade produtiva, que transforma insumos em produtos, gerando dessa forma, valor [...]” Assim sendo, a produção empresarial cria uma cadeia que movimenta a atividade industrial, seja na aquisição de matéria-prima ou na geração de valor que o seu produto trará, contribuindo, desse modo, com o bem-estar da organização.

Além disso, ressalta-se, nesse contexto, que a remuneração de um negócio, também denominada lucro, deve ser superior ao montante aplicado por cada fator de produção (mão de obra, imóvel, capital, entre outros) envolvido (KASSAI et al., 2007). Caso isso não ocorra, o investimento realizado não é justificável e o negócio se tornará

⁵ Disponível em: <http://www.mcmhidro.com.br/produto/cilindros/cilindros-padronizados/cilindro-de-2-eixo-direcional>. Acesso em: 1 jun. 2023.

inviável. Logo, a Análise de Investimentos, nesse cenário de obtenção de lucros, se faz necessária para avaliar, através da utilização da Estatística, Matemática Financeira e Informática, se uma possível decisão compensadora é realmente eficiente.

Diante disso, a Análise de Investimentos, conforme explicam Souza e Clemente (2008), pode gerar indicadores associados à geração de capital, como o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR), assim como indicadores associados ao risco do projeto, como o *Pay-back*. Assim, neste trabalho, serão avaliados se os indicadores associados à geração de riquezas são interessantes o suficiente para que o resultado financeiro de um projeto da empresa em estudo seja satisfatório.

2.2.1 Receitas e lucro

De acordo com Kassai et al. (2007), o ser humano, em busca de suprir suas necessidades básicas e também alcançar suas ambições, utiliza ou aplica determinado fator de produção, a fim de garantir uma remuneração. Com isso, proprietários de imóveis cedem o seu espaço em troca de aluguel, detentores de capital emprestam dinheiro a juros e uma pessoa vende seu trabalho (mão de obra) em troca de um salário mensal.

Desse modo, no mundo do empreendedorismo, oportunidades de negócio despertam interesse de uma classe que não se contenta com a estabilidade e previsibilidade que um emprego formal propicia. Assim, tais indivíduos aplicam os fatores de produção em um determinado negócio em busca de mais receitas e, conseqüentemente, mais lucro (KASSAI et al., 2007).

2.2.2 Custos e despesas

Obter uma relação de custos e despesas de uma atividade corrente em uma empresa, conforme explicam Casarotto Filho e Kopittke (2010), requer muito tempo, disponibilidade e conhecimento, o que se deve à complexidade das situações, urgência na tomada de decisões e falta de dados quantitativos. Entretanto, apesar de nem todas as decisões precisarem ser tomadas de forma quantitativa, várias

organizações bem sucedidas se utilizam da análise de dados para que a tomada de decisão não seja baseada apenas em opiniões.

Nesse sentido, salienta-se que os custos podem ser divididos em dois tipos: custos fixos e custos variáveis. Segundo Casarotto Filho e Kopittke (2010), os custos fixos são aqueles que independem da quantidade produzida, tais como investimentos em maquinários e ferramentas, depreciação e juros e custos de área e instalações. Por outro lado, os custos variáveis estão diretamente associados à quantidade produzida, como custos com mão de obra, matéria-prima, transporte e energia.

Ademais, as despesas também podem ser separadas em fixas e variáveis. Entretanto, diferentemente dos custos, elas não estão diretamente relacionadas ao produto. As despesas fixas referem-se aos gastos com o setor administrativo da organização, serviços terceirizados e impostos fixos. Já as despesas variáveis são despesas com comissão de vendas, impostos variáveis e transportes de entrega (CASAROTTO FILHO; KOPITTKE, 2010).

2.2.3 Impostos

De acordo com a Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006, o Simples Nacional é um regime tributário criado para microempresas e empresas de pequeno porte, visando uma otimização da carga tributária, aumentando, assim, a competitividade das pequenas empresas. Nesse sistema, oito tributos federais, estaduais e municipais são unificados: Imposto de Renda, Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL), Cofins, PIS/Pasep, Contribuição Patronal para a Previdência Social, Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) e Imposto Sobre Serviços (ISS).

O cálculo do valor do Simples Nacional varia de acordo com a atividade principal da organização. De acordo com a Lei do Simples Nacional (BRASIL, 2006), as atividades que estiverem ligadas à Indústria, como é o caso a ser estudado neste trabalho, devem seguir o Quadro 1, segundo o Anexo II da Lei Complementar nº 123 de 2006, como observa-se abaixo:

Quadro 1 – Alíquota e valor a descontar de acordo com o faturamento

SIMPLES NACIONAL: ANEXO 2 – INDÚSTRIA		
RECEITA BRUTA EM 12 MESES	ALÍQUOTA	VALOR A DESCONTAR
ATÉ R\$ 180.000,00	4,5%	R\$ 0
DE R\$ 180.000,01 ATÉ R\$ 360.000,00	7,80%	R\$ 5.940,00
DE R\$ 360.000,01 ATÉ R\$ 720.000,00	10%	R\$ 13.860,00
DE R\$ 720.000,01 ATÉ R\$ 1.800.000,00	11,20%	R\$ 22.500,00
DE R\$ 1.800.000,01 ATÉ R\$ 3.600.000,00	14,70%	R\$ 85.500,00
DE R\$ 3.600.000,01 ATÉ R\$ 4.800.000,00	30%	R\$ 720.000,00

Fonte: Brasil (2006).

Diante disso, para extrair a alíquota e a quantia a ser descontada do valor recolhido, o primeiro passo é identificar a faixa de tributação, de acordo com o Quadro 1. Após isso, utiliza-se a equação 6 para definir a alíquota efetiva:

$$A_{EF} = \frac{((RBT_{12} * A_{TAB}) - P_D)}{RBT_{12}} \quad (6)$$

em que:

- A_{EF} é a alíquota efetiva;
- RBT_{12} é a receita bruta total anual;
- A_{TAB} é a alíquota da tabela, de acordo com a faixa de tributação;
- P_D é a parcela a ser descontada do valor recolhido.

Para o valor do Simples Nacional, portanto, basta multiplicar o valor recolhido por mês com a alíquota efetiva, conforme mostra a equação 7:

$$SN = RBT_M * A_{EF} \quad (7)$$

em que:

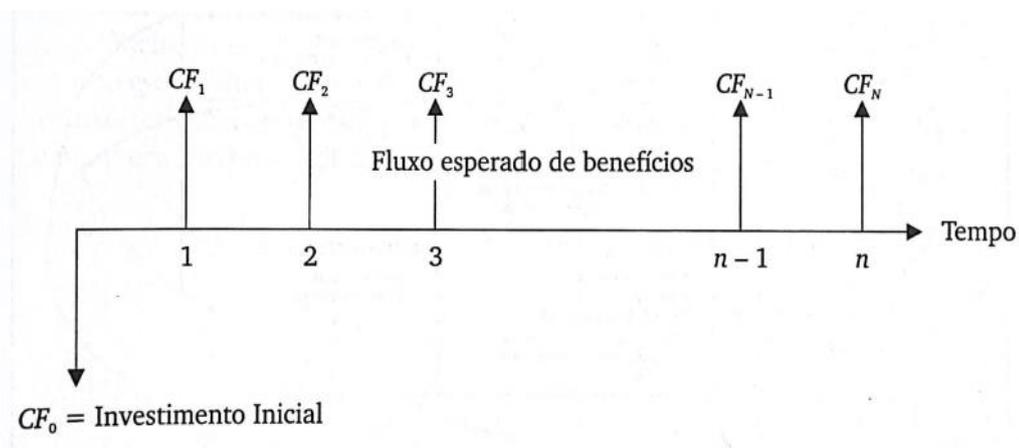
- SN é o valor do imposto do Simples Nacional;
- RBT_M é o valor da receita bruta total mensal;
- A_{EF} é a alíquota efetiva.

2.2.4 Fluxo de caixa

Segundo Souza e Clemente (2008), é simples quantificar a atratividade econômica de um projeto, visto que, de maneira simples e direta, basta que as receitas esperadas ao longo do tempo sejam maiores que os custos, despesas e o valor investido. Entretanto, ao considerar o efeito do tempo sobre o capital, faz-se necessário encontrar uma relação de equivalência entre os fluxos de caixa, para poder analisá-los no mesmo período de tempo. Nesse viés, a Figura 12 ilustra um fluxo de caixa projetado num horizonte de planejamento, enquanto a equação 8 mostra a condição para se alcançar a atratividade econômica.

$$-CF_0 + \sum \frac{CF_j}{(1+i)^j} > 0 \quad (8)$$

Figura 12 – Fluxo de caixa em um horizonte de planejamento



Fonte: Souza e Clemente (2008).

em que:

- CF_0 é o Investimento Inicial;
- CF_j é o Fluxo Esperado de Benefícios;
- j é o período de tempo;
- i é a Taxa de Mínima Atratividade.

2.2.5 Taxa de Mínima Atratividade

De acordo com Souza e Clemente (2008, p. 71), “entende-se como Taxa de Mínima Atratividade (TMA) a melhor taxa com baixo grau de risco, disponível para aplicação do capital em análise [...]”. Desse modo, o processo de investimento em um projeto terá sempre duas alternativas: investir em taxas de juros estabelecidas pelo mercado ou aceitar determinado grau de risco e investir no projeto. Portanto, o real resultado de qualquer investimento deve ser descontado de uma Taxa de Mínima Atratividade sobre o capital investido para, assim, descobrir o lucro residual (SOUZA; CLEMENTE, 2008).

2.2.6 Valor Presente Líquido

De acordo com Motta e Calôba (2007, p. 106), “O Valor Presente Líquido é a soma algébrica de todos os fluxos de caixa descontados para o instante presente ($t=0$), a uma dada taxa de juros i ”, conforme ilustra a equação 9:

$$VPL(i) = \sum_{j=0}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} \quad (9)$$

em que:

- $VPL(i)$ é o Valor Presente Líquido;
- i é a taxa de desconto;
- j é um período genérico (meses, anos...);
- FC_j é um fluxo de caixa genérico.

Ainda, conforme Souza e Clemente (2008), na determinação de viabilidade econômica de projetos, a taxa de desconto deve ser igual à Taxa de Mínima Atratividade.

2.2.7 Taxa Interna de Retorno

Motta e Calôba (2007, p. 116) definem “a Taxa Interna de Retorno como um índice relativo que mede a rentabilidade do investimento por unidade de tempo”. Ainda

segundo os autores, essa taxa é a que anula o VPL obtido pela soma dos fluxos de caixa de um projeto e pode ser descrita através da equação 10:

$$VPL(i) = \sum_{j=0}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} = 0 \quad (10)$$

em que:

- i é a Taxa Interna de Retorno (TIR);
- $VPL(i)$ é o Valor Presente Líquido;
- j é um período genérico (meses, anos...);
- FC_j é um fluxo de caixa genérico.

3 METODOLOGIA

Especificar a metodologia de um projeto, segundo Marconi e Lakatos (2003), é necessário, pois ela irá determinar como o projeto foi executado, quais elementos foram considerados, as condições de contorno do projeto e de que forma é possível interpretar os resultados obtidos.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DE PESQUISAS

Em relação à classificação de pesquisas, Tripodi et al. (1975 apud MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 187) classificam as pesquisas de campo em 3 grandes grupos: descritivas, exploratórias e experimentais. Contudo, para uma análise de viabilidade econômica de um projeto, a classificação da pesquisa tem de ser apenas descritiva ou exploratória.

Além disso, conforme Marconi e Lakatos (2003), a pesquisa descritiva tem como principal finalidade analisar características de eventos ou fenômenos de forma empírica, utilizando-se de métodos estatísticos que fornecerão dados para a verificação de hipóteses. Logo, esse tipo de pesquisa se encaixa neste trabalho, pois serve para avaliar os efeitos e resultados referentes a um serviço prestado pela empresa estudada. Ainda, ressalta-se que, dentre as diversas formas de obtenção de dados, se destacam as entrevistas, os formulários e os questionários.

Marconi e Lakatos (2003) definem a pesquisa exploratória como a natureza de investigações empíricas, cujos objetivos são formular hipóteses, familiarizar-se com o ambiente, com os eventos ou com os fenômenos, ou então, esclarecer conceitos. Assim sendo, a pesquisa exploratória pode ser combinada com a descritiva, de modo que o estudo busque descrever completamente um caso que pode gerar definições qualitativas, quantitativas ou um acúmulo de informações.

3.2 DETERMINAÇÃO DO ALVO DE PESQUISA

Para a determinação do alvo de pesquisa, salienta-se que, primeiramente, foram listados os diversos serviços e produtos que a Rodekar Implementos Rodoviários LTDA oferece aos seus clientes. Com isso, o tópico escolhido foi a instalação de 2º eixo direcional em caminhões, devido à curiosidade do pesquisador

em saber se os valores praticados pelo mercado eram suficientes para obter qualquer tipo de lucro neste determinado projeto. Além disso, a proximidade do pesquisador com o assunto referente ao 2º eixo direcional em caminhões, através de sua atividade profissional, também foi determinante para a escolha do alvo de pesquisa deste trabalho.

3.3 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

Com o tema delimitado, partiu-se, então, para a descrição de todas as etapas da instalação de um 2º eixo direcional em caminhões do tipo *truck*. Através de um estudo exploratório-descritivo, todas as etapas de montagem foram descritas, sendo o autor deste trabalho um observador participante do projeto a ser estudado. Desse modo, foram listadas todas as etapas de desmontagens, adaptações e montagens envolvidas, contabilizando o tempo necessário e as peças utilizadas, para que fosse possível descrever, posteriormente, o processo produtivo da montagem de 2º eixo direcional em caminhões.

3.4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Após a descrição do processo produtivo, iniciou-se a etapa de revisão dos conceitos abordados neste trabalho. Para tanto, pesquisou-se monografias, resoluções de órgãos públicos, leis complementares, artigos científicos e sites para descrever os seguintes tópicos:

- Legislação sobre 2º eixo direcional;
- Geometria de Ackermann;
- Componentes do 2º eixo direcional;
- Fluxo de caixa;
- Impostos;
- Análise por indicadores financeiros;

3.5 ANÁLISE TÉCNICA DA INSTALAÇÃO DE 2º EIXO DIRECIONAL

Nesta etapa do trabalho, buscou-se descrever todas as partes envolvidas no projeto de instalação de 2º eixo direcional em caminhões. Inicialmente, por meio de anotações, o pesquisador descreveu todos os passos de desmontagem e realocação de componentes do caminhão que os mecânicos executam. Após isso, o processo de adaptação das peças e instalação do kit do 2º eixo direcional é explicado, bem como a interligação entre os sistemas mecânico, pneumático e hidráulico.

3.6 COLETA DE DADOS

A coleta de dados do trabalho foi do tipo descritiva-exploratória. Primeiramente, fez-se a determinação dos valores praticados por empresas do setor para a instalação de 2º eixo direcional em caminhões. Essa determinação se deu através de valores empíricos já praticados pela Rodekar Implementos Rodoviários LTDA – empresa estudada – e de valores praticados por concorrentes da empresa. Diante disso, como os valores praticados são variáveis, este trabalho optou por definir três cenários de preços – pessimista, realista e otimista –, pois existe muita especulação e negociação dos valores praticados dependendo da quantidade de caminhões que o cliente quer realizar a instalação de 2º eixo direcional, bem como em relação às formas de pagamento.

Após isso, partiu-se para a listagem de todas as peças utilizadas no projeto. Primeiro, o autor deste trabalho elaborou uma descrição de todos os componentes e peças utilizados durante a montagem. Depois, os preços de compra foram determinados através da comparação entre os fornecedores da empresa, sites especializados e conferência das notas fiscais de compra. O próximo passo foi determinar a quantidade de horas trabalhadas por cada mecânico e, com isso, estimar o valor por hora trabalhada de cada um envolvido no projeto.

Em seguida, definiu-se os dados de custos indiretos da empresa, através das atividades que geram despesas, cujas não estão relacionadas com a atividade que gera receita para a corporação. Neste ponto, o trabalho buscou definir valores proporcionais de aluguel, despesas com material de escritório, custos de frete, encargos de secretária e almoxarife, honorários contábeis, entre outros itens. Por fim,

através do uso da literatura revisada, foi possível determinar os impostos gerados nos 3 cenários estudados, neste caso, pessimista, realista e otimista.

3.7 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

De maneira empírica, sabe-se que é possível realizar duas instalações de 2º eixo direcional em caminhões por mês. Portanto, a primeira parte da análise de viabilidade econômica foi elaborar os fluxos de caixa de um período de 30 dias nos três diferentes cenários propostos (pessimista, realista e otimista). Diante disso, para melhor entendimento do trabalho, considerou-se que todas as peças utilizadas durante o mês foram compradas no dia zero (0) e que, logo após a entrega de um projeto, o valor das receitas seria recebido. Assim, no 5º dia do mês, os custos com mão de obra e despesas indiretas seriam contabilizados. No 12º dia, o primeiro projeto seria entregue, gerando, assim, a primeira receita. No 19º dia, aconteceria o pagamento de impostos e no 26º dia o recebimento da segunda e última receita, encerrando, dessa maneira, o fluxo de caixa para cada um dos três cenários analisados.

Após tal análise, o trabalho utilizou as equações descritas na revisão bibliográfica e ferramentas do *Excel* para o cálculo do VPL e da TIR em cada um dos cenários. Ademais, a TMA foi determinada através de uma análise de receitas e despesas gerais da empresa, que geraram um percentual médio de lucro/prejuízo no período de 12 meses. Assim, para ter-se um melhor entendimento deste estudo e obter o valor da TMA, foram desconsiderados os meses em prejuízo, visto que houve meses de alto volume de compras de estoque. Nesse contexto, apresenta-se, a seguir, a análise do processo produtivo da instalação de 2º eixo direcional, na próxima seção.

4 ANÁLISE DO PROCESSO PRODUTIVO DA INSTALAÇÃO DE 2º EIXO DIRECIONAL

O processo de instalação do 2º eixo direcional em caminhões é dividido em quatro etapas, sendo elas:

- Realocação de componentes auxiliares;
- Instalação da parte mecânica;
- Instalação da parte pneumática;
- Revisão final do sistema montado.

A seguir, é apresentada a explicação de cada uma das etapas.

4.1 REALOCAÇÃO DE COMPONENTES AUXILIARES

O processo de realocação de componentes auxiliares consiste na alteração da posição de itens como: caixa de baterias, baterias, reservatórios de ar, porta-estepe e do tanque de combustível. Tais alterações são necessárias devido ao espaço que o novo sistema de direção irá ocupar. Desse modo, essas modificações dependem das características de cada caminhão e o tipo de carroceria que está instalada, embora tais mudanças geralmente sigam um roteiro determinado. Para um caminhão equipado com uma caçamba basculante, por exemplo, deve-se, inicialmente, modificar a posição da caixa de baterias, baterias e reservatórios de ar para trás e fixá-los no chassi do caminhão.

Ademais, o tanque de combustível também é modificado mais à traseira, sendo fixado no chassi do caminhão. Em relação ao porta-estepe, sua nova posição irá depender do tipo de carroceria, podendo ser fixado no chassi do caminhão ou na própria estrutura da carroceria, como é o caso das caçambas basculantes. A fim de ter-se uma melhor visualização de tais componentes, a Figura 13 ilustra a disposição destes em um caminhão trucado e em um caminhão com o 2º eixo direcional.

Figura 13 – Disposição do sistema de baterias do caminhão



Fonte: Autor (2023).

4.2 INSTALAÇÃO DA PARTE MECÂNICA

Após a modificação dos componentes auxiliares ser realizada, parte-se, então, para a montagem da parte mecânica do sistema. Inicialmente, os componentes da suspensão são instalados, como os feixes de molas e seus suportes, amortecedores e eixo dianteiro. Após, inicia-se a montagem do suspensor pneumático, que garante que o 2º eixo direcional possa trabalhar levantado quando não houver carga. Esse componente é fixado na parte interna do chassi do caminhão, enquanto dois grampos instalados em volta do eixo propiciam o levantamento quando um botão dentro da cabine for acionado.

Posteriormente, após a instalação do suspensor pneumático, realiza-se a montagem dos componentes do sistema de direção do 2º eixo direcional. Primeiro, os mecânicos desmontam a caixa de direção e encaminham-na até uma oficina especializada em adaptações para 2º eixo direcional, para que o setor de direção possa ser interligado ao cilindro de dupla ação, o qual auxilia na movimentação mecânica do eixo. Depois, os mecânicos precisam soldar ao Braço Pitman primário uma peça auxiliar, para que duas barras de direção possam ser acopladas, ao invés de uma, conforme mostram as Figuras 14 e 15.

Figura 14 – Braço Pitman primário adaptado para *bitruck*



Fonte: Autor (2023).

Figura 15 – Coluna de direção, setor de direção e Braço Pitman primário



Fonte: Autor (2023).

Após retornarem da oficina especializada, os mecânicos remontam o setor de direção no seu lugar e parafusam o Braço Pitman adaptado ao setor. Em seguida, o Braço Pitman secundário é fixado no chassi do caminhão. Esse Braço Pitman secundário é responsável por transmitir o movimento vindo do setor de direção para a barra de direção do 2º eixo direcional, bem como para o cilindro hidráulico de dupla ação, conforme é ilustrado na Figura 16.

Figura 16 – Braço Pitman secundário adaptado para *bitruck*



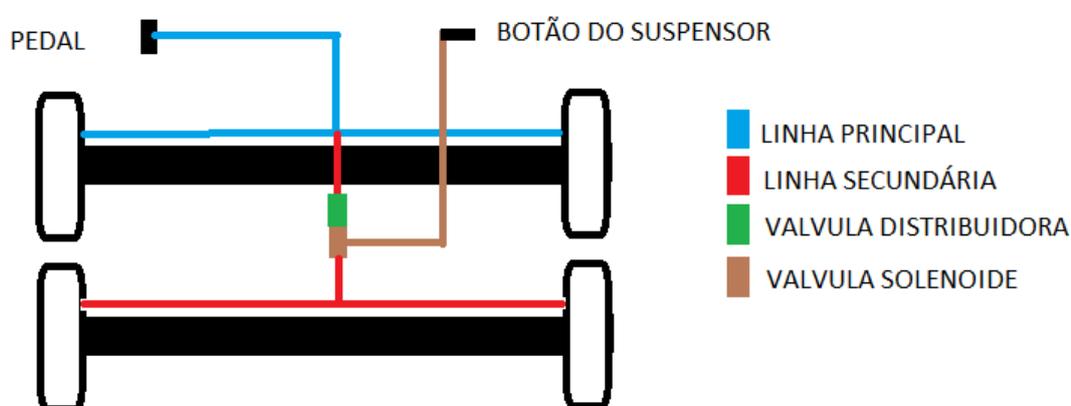
Fonte: Autor (2023).

4.3 INSTALAÇÃO DA PARTE PNEUMÁTICA

A montagem da parte pneumática do sistema está diretamente relacionada ao funcionamento dos freios do caminhão e do suspensor pneumático, podendo ser descrita conforme mostra a Figura 17. Para isso, inicialmente, é feita uma divisão na

linha de alimentação de ar vinda do pedal do freio dentro da cabine do caminhão. Essa linha de alimentação secundária é ligada a uma válvula distribuidora, responsável por transmitir o ar para o sistema mecânico de frenagem das rodas, instalada no 2º eixo direcional. Além disso, uma válvula de alívio é instalada em série com a válvula distribuidora do *bitruck*, podendo trabalhar de duas maneiras: liberando a passagem de ar quando o eixo não está suspenso ou bloqueando a passagem de ar quando o eixo está suspenso.

Figura 17 – Ilustração do sistema pneumático do 2º eixo direcional



Fonte: Autor (2023).

A utilização dessa válvula de alívio é importante, pois o veículo, em movimento com o eixo suspenso, pode trafegar por um terreno desnivelado, causando o rolamento e não o impacto do 2º eixo direcional com o solo. Já para o funcionamento do suspensor pneumático, utiliza-se uma válvula solenoide fixada ao chassi do caminhão. Essa, quando acionada por um botão dentro da cabine, recebe ar de um reservatório e o distribui para a bolsa de borracha que, ao inflar, suspenderá o eixo do caminhão.

4.4 REVISÃO E TESTE DOS COMPONENTES INSTALADOS

A última etapa do processo de montagem do 2º eixo direcional é a revisão dos componentes mecânicos e testes de funcionamento do eixo. Inicialmente, os cubos de roda são desmontados, enquanto a graxa lubrificante e os retentores de roda são trocados. Além disso, os terminais de direção da barra longa do eixo são, geralmente,

trocados, devido ao fato de o eixo ser recondicionado. Ressalta-se, ainda, que a revisão, em alguns casos extremos, pode também envolver troca de outros componentes, como pinos e buchas das mangas de eixo, lonas de freio e tambores de freio. Após a revisão, as rodas são montadas e os parafusos de roda são apertados, faltando apenas os testes para finalizar a montagem do projeto. Após preencher o reservatório de óleo da direção hidráulica, é possível realizar a movimentação do veículo.

Ademais, a fim de garantir um bom alinhamento das rodas dianteiras, é realizado um procedimento de aferição da abertura de rodas. No processo de geometria, os eixos são esterçados para ambos os lados ao máximo, para verificar se não há deslizamento das rodas ao movimentar o veículo, em um processo de “tentativa e erro” até se chegar, assim, em um ajuste mais correto.

Nesse contexto, destaca-se que um processo de melhoria que pode ser implementado em projetos de instalação de 2º eixo direcional realizados pela Rodekar Implementos Rodoviários LTDA é a aferição dos ângulos de esterçamento, de acordo com o trabalho descrito por Honda (2018). Dessa forma, ao garantir que as rodas girem nestes determinados ângulos, garante-se que a Geometria de Ackermann está sendo atendida. Por fim, basta testar o funcionamento do suspensor pneumático e dos freios do 2º eixo direcional para, assim, finalizar o processo de montagem de *bitrucks* em caminhões. Diante disso, torna-se imprescindível analisar, na próxima seção, a viabilidade econômica deste projeto.

5 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

A análise econômica realizada neste trabalho aborda alguns itens necessários para se chegar à conclusão de que o projeto é ou não viável. Assim sendo, os tópicos abordados nessa análise econômica são as receitas, os custos e despesas e os impostos que são quantificados para, através da análise por índices, obter-se soluções para a problemática do estudo. Salienta-se, nesse sentido, que esses tópicos, apesar de serem analisados separadamente, devem trazer um panorama geral sobre a lucratividade do projeto.

Além disso, é importante destacar que geralmente são necessários 10 dias trabalhados para ter-se, de fato, a instalação do 2º eixo direcional, isso se um mecânico e um auxiliar de mecânico/soldador estejam envolvidos na montagem. Sendo assim, a empresa estudada consegue, em sua capacidade normal, realizar dois serviços dessa magnitude por mês e, portanto, os custos e receitas serão considerados de maneira mensal, como ver-se-á a seguir.

5.1 RECEITAS

As receitas envolvidas na instalação de 2º eixo direcional em caminhões estão diretamente relacionadas ao preço cobrado pela execução de cada projeto, tendo em vista que a atual operação da empresa está limitada a 2 serviços dessa magnitude por mês. Nesse viés, destaca-se que a forte concorrência entre as empresas do setor de manutenção de caminhões faz com que os preços dos projetos fiquem ajustados. No presente trabalho, considerar-se-ão 3 hipóteses de preços executados pelo serviço:

- Hipótese de preço otimista: R\$ 37.000,00 por projeto;
- Hipótese de preço realista: R\$ 35.000,00 por projeto;
- Hipótese de preço pessimista: R\$ 33.000,00 por projeto.

Dessa forma, de acordo com o Quadro 2, é possível estimar a receita bruta mensal e anual para cada um dos cenários. Ademais, a obtenção desses dados é importante também para o cálculo dos impostos, que será abordado, posteriormente, na subseção 5.3.

Quadro 2 – Receita bruta mensal e anual

RECEITA BRUTA MENSAL		
EXPECTATIVA	VALOR POR PROJETO	VALOR TOTAL
OTIMISTA	R\$ 37.000,00	R\$ 74.000,00
REALISTA	R\$ 35.000,00	R\$ 70.000,00
PESSIMISTA	R\$ 33.000,00	R\$ 66.000,00
RECEITA BRUTA ANUAL		
OTIMISTA	R\$ 37.000,00	R\$ 888.000,00
REALISTA	R\$ 35.000,00	R\$ 840.000,00
PESSIMISTA	R\$ 33.000,00	R\$ 792.000,00

Fonte: Autor (2023).

5.2 CUSTOS E DESPESAS

Os custos e as despesas de uma empresa referem-se à matéria-prima, mão de obra direta e despesas indiretas, sendo descritos a seguir.

5.2.1 Custos com matéria-prima

Para realizar as pesquisas de preços referentes às peças necessárias para a montagem de 2º eixo direcional em caminhões, na empresa Rodekar Implementos Rodoviários LTDA, considerando o número de projetos por mês que a empresa consegue realizar, pesquisou-se diversos fornecedores, a fim de se conseguir o menor preço por cada componente. Dessa forma, diferentes empresas fornecedoras de peças são citadas neste trabalho, como a empresa Autopeças Zanon, que forneceu componentes como: o eixo dianteiro, as rodas, os feixes de molas, os suportes de mola, os grampos de molas, as buchas e pinos de mola.

Os amortecedores, retentores de roda dianteiros, terminais de direção e paralamas envolventes mais em conta financeiramente foram encontrados na Orbid S.A Indústria e Comércio. Já o Braço Pitman secundário e o Pitman adaptado para o setor foram inicialmente fabricados na empresa Perfitec e, posteriormente, manufaturados. O suspensor pneumático e os grampos do suspensor foram adquiridos na empresa Jarflex Indústria e Comércio, enquanto as mangueiras hidráulicas e o cilindro hidráulico foram comprados na empresa Parket Cilindros Hidráulicos.

Por fim, as barras de direção foram feitas sob medida para o projeto e adquiridas na empresa FAB Terminais de Direção, e os parafusos encontrados na AM Comércio de Peças para Veículos. O Quadro 3 detalha a relação das peças

necessárias para duas montagens mensais de 2º eixo direcional em caminhões, conforme a delimitação da empresa em estudo.

Quadro 3 – Custos com matéria-prima por mês

CUSTOS COM MATÉRIA-PRIMA			
ITEM	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
EIXO DIANTEIRO	2	R\$ 3.300,00	R\$ 6.600,00
SUSPENSOR PNEUMÁTICO	2	R\$ 1.400,00	R\$ 2.800,00
FEIXES DE MOLA	4	R\$ 1.120,00	R\$ 4.480,00
RODAS P/ PNEU 295	4	R\$ 450,00	R\$ 1.800,00
AMORTECEDORES	4	R\$ 395,00	R\$ 1.580,00
TERMINAIS DE DIREÇÃO	16	R\$ 100,00	R\$ 1.600,00
GRAMPOS DO SUSPENSOR	4	R\$ 100,00	R\$ 400,00
PARA-LAMAS ENVOLVENTES	4	R\$ 400,00	R\$ 1.600,00
SUPORTES DE MOLA	8	R\$ 120,00	R\$ 960,00
GRAMPOS DE MOLA	8	R\$ 65,00	R\$ 520,00
PINOS DE MOLA	12	R\$ 27,00	R\$ 324,00
BUCHAS DE MOLA	12	R\$ 17,00	R\$ 204,00
RETENTOR DE RODA DIANTEIRA	4	R\$ 35,00	R\$ 140,00
PARAFUSOS E PORCAS	100	R\$ 2,50	R\$ 250,00
BRAÇO PITMAN SECUNDÁRIO	2	R\$ 650,00	R\$ 1.300,00
CILINDRO HIDRÁULICO	2	R\$ 850,00	R\$ 1.700,00
BRAÇO PITMAN PRIMÁRIO	2	R\$ 350,00	R\$ 700,00
BARRA LONGA DE DIREÇÃO	2	R\$ 700,00	R\$ 1.400,00
BARRA CURTA DE DIREÇÃO	2	R\$ 300,00	R\$ 600,00
MANGUEIRAS HIDRÁULICAS	2	R\$ 400,00	R\$ 800,00
CONEXÕES E VÁLVULAS PNEUM.	2	R\$ 1.100,00	R\$ 2.200,00
TOTAL	-	-	R\$ 31.958,00

Fonte: Autor (2023).

5.2.2 Custos com mão de obra direta

Para estimar os custos diretos com mão de obra, foi necessário avaliar quantos colaboradores estavam envolvidos no projeto, quantas horas cada um deles trabalhou e qual o valor dos encargos por hora trabalhada, conforme os dados do Quadro 4. No caso do Mecânico 1 e do Soldador/Auxiliar 1, que trabalham exclusivamente na montagem de *bitrucks*, estima-se que esses funcionários trabalhem 10 dias por mês em cada projeto, totalizando 2 caminhões por mês. Diante disso, levando em consideração que a jornada de trabalho na empresa é de 8 horas e 45 minutos por

dia, cada funcionário, então, estará envolvido em projetos de instalação de *bitrucks* durante 175 horas mensais. Já o Mecânico 2 e o Auxiliar de Mecânico 2, que são responsáveis por revisar o estado de conservação do eixo dianteiro, levam 6 horas em média, por mês, para garantir que os componentes do eixo estão em boa condição de rodagem.

Em relação as suas remunerações, salienta-se que os mecânicos 1 e 2 e o soldador prestam serviços para a empresa de maneira terceirizada, com encargos de R\$ 30,00 por hora, R\$ 35,00 por hora e R\$ 23,00 por hora, respectivamente. O Auxiliar 2, por outro lado, é mensalista e possui salário de R\$ 2.500,00 que, ao ser dividido pelo número de dias trabalhados no mês e pela jornada de trabalho diária, chega numa remuneração de aproximadamente R\$ 14,28 por hora.

Quadro 4 – Custos com mão de obra direta por mês

CUSTOS COM MÃO DE OBRA DIRETA			
FUNCIONÁRIO	HORAS TRABALHADAS	R\$ / h	CUSTO POR MÊS
MECÂNICO 1	175 HORAS	R\$ 30,00	R\$ 5.520,00
SOLDADOR	175 HORAS	R\$ 23,00	R\$ 4.025,00
MECÂNICO 2	6 HORAS	R\$ 35,00	R\$ 210,00
AUXILIAR 1	6 HORAS	R\$ 14,28	R\$ 85,68
TOTAL	362 HORAS	-	R\$ 9.570,68

Fonte: Autor (2023).

5.2.3 Despesas indiretas

As despesas indiretas são as relacionadas com a parte administrativa da empresa, como energia elétrica, aluguel do pavilhão, fretes, despesas com ferramentas e material de escritório. Nesse contexto, a empresa estudada possui, além de pátio para estacionamento de veículos de clientes e funcionários, 8 estações de trabalho, 1 espaço para almoxarifado e 1 escritório, em que trabalham de maneira independente.

Diante disso, como cada estação de trabalho pode produzir diversos tipos de serviço ao mesmo tempo, as despesas indiretas serão rateadas entre as 8 estações, trazendo, assim, o conceito de custo indireto por estação de trabalho. Essa regra só não se aplica para o encargo do responsável técnico, pois este está envolvido apenas no projeto de montagem do 2º eixo direcional, sendo uma despesa exclusiva dessa

estação de trabalho. A fim de ilustrar tal cenário, o Quadro 5 apresenta os custos indiretos envolvidos no processo de montagem dos *bitrucks*.

Quadro 5 – Custos indiretos por mês

CUSTO INDIRETO MENSAL		
DESCRIÇÃO DO CUSTO	VALOR TOTAL	VALOR FINAL
ALUGUEL	R\$ 12.000,00	R\$ 1.500,00
ENERGIA ELÉTRICA	R\$ 3.000,00	R\$ 375,00
MATERIAL DE ESCRITÓRIO	R\$ 580,00	R\$ 72,50
TELEFONE	R\$ 240,00	R\$ 30,00
INTERNET	R\$ 100,00	R\$ 12,50
DESPESAS COM FRETE	R\$ 800,00	R\$ 100,00
DESPESAS COM FERRAMENTAS	R\$ 1.500,00	R\$ 187,50
ESCRITÓRIO DE CONTABILIDADE	R\$ 3.000,00	R\$ 375,00
ENCARGOS DA SECRETÁRIA	R\$ 2.200,00	R\$ 275,00
ENCARGOS DO ALMOXARIFE	R\$ 2.500,00	R\$ 312,50
ENCARGOS DO RESPONSÁVEL TÉCNICO	R\$ 400,00	R\$ 400,00
TOTAL	-	R\$ 3.640,00

Fonte: Autor (2023).

5.3 IMPOSTOS

Os impostos relacionados à instalação de 2º eixo direcional em caminhões irão depender da classificação tributária da empresa. Assim sendo, a Rodekar Implementos Rodoviários LTDA, por ser uma Empresa de Pequeno Porte (EPP) e faturar menos do que 4,8 milhões de reais brutos por ano, optou pelo regime tributário Simples Nacional. O cálculo do valor do Simples Nacional é realizado de acordo com o faturamento da empresa nos últimos 12 meses e conforme a alíquota da tabela de atuação e a alíquota efetiva. O Quadro 6 apresenta os valores das alíquotas e os valores a descontar do valor recolhido

Quadro 6 – Alíquota e valor a descontar de acordo com o faturamento

SIMPLES NACIONAL: ANEXO 2 – ATIVIDADES INDUSTRIAIS		
RECEITA BRUTA EM 12 MESES	ALÍQUOTA	VALOR A DESCONTAR
ATÉ R\$ 180.000,00	4,5%	R\$ 0
DE R\$ 180.000,01 ATÉ R\$ 360.000,00	7,80%	R\$ 5.940,00
DE R\$ 360.000,01 ATÉ R\$ 720.000,00	10%	R\$ 13.860,00
DE R\$ 720.000,01 ATÉ R\$ 1.800.000,00	11,20%	R\$ 22.500,00
DE R\$ 1.800.000,01 ATÉ R\$ 3.600.000,00	14,70%	R\$ 85.500,00

DE R\$ 3.600.000,01 ATÉ R\$ 4.800.000,00	30%	R\$ 720.000,00
---	-----	----------------

Fonte: Autor (2023).

De acordo com o Quadro 6, nos 3 cenários propostos – otimista, realista e pessimista –, a receita bruta anual estará dentro da quarta faixa de receita bruta. Sendo assim, a alíquota da tabela será de 11,20% e a quantia a descontar do valor recolhido será R\$ 22.500,00. Dessa forma, utilizando as equações 12 e 13, é possível calcular o imposto pago por mês nos 3 cenários, conforme mostra o Quadro 7.

$$A_{EF} = \frac{((RBT_{12} * A_{TAB}) - P_D)}{12} \quad (12)$$

$$SN = RBT_M * A_{EF} \quad (13)$$

Quadro 7 –Valores do Simples Nacional por mês para cada expectativa

CÁLCULO DO SIMPLES NACIONAL			
EXPECTATIVA	OTIMISTA	REALISTA	PESSIMISTA
<i>RBT_M</i>	R\$ 74.000,00	R\$ 70.000,00	R\$ 66.000,00
<i>RBT₁₂</i>	R\$ 888.000,00	R\$ 840.000,00	R\$ 792.000,00
<i>A_{TAB}</i>	11,20%	11,20%	11,20%
<i>P_D</i>	R\$ 22.500,00	R\$ 22.500,00	R\$ 22.500,00
<i>A_{EF}</i>	11,99%	11,76%	11,50%
<i>SN</i>	R\$ 6.413,00	R\$ 5.965,00	R\$ 5.517,00

Fonte: Autor (2023).

5.4 FLUXO DE CAIXA

Para se obter um panorama financeiro de um determinado período de tempo, é necessário elaborar um Fluxo de Caixa. Diante disso, o presente trabalho, utilizando dados de receitas, despesas e impostos, gerou um fluxo de caixa mensal para cada cenário, o que pode ser observado a partir dos Quadros 8, 9 e 10.

Quadro 8 – Fluxo de caixa para uma expectativa otimista

CENÁRIO OTIMISTA			
DIA DA SEMANA	Nº DE DIAS	FLUXO DE CAIXA	DESCRIÇÃO
DOMINGO	0	- R\$ 31.958,00	COMPRA DE PEÇAS
SEGUNDA	1	R\$ 0	-
TERÇA	2	R\$ 0	-
QUARTA	3	R\$ 0	-
QUINTA	4	R\$ 0	-
SEXTA	5	- R\$ 13.210,68	(M.O.D), (C.I.M)
SÁBADO	6	R\$ 0	-
DOMINGO	7	R\$ 0	-
SEGUNDA	8	R\$ 0	-
TERÇA	9	R\$ 0	-
QUARTA	10	R\$ 0	-
QUINTA	11	R\$ 0	-
SEXTA	12	R\$ 37.000,00	PROJETO 1
SÁBADO	13	R\$ 0	-
DOMINGO	14	R\$ 0	-
SEGUNDA	15	R\$ 0	-
TERÇA	16	R\$ 0	-
QUARTA	17	R\$ 0	-
QUINTA	18	R\$ 0	-
SEXTA	19	- R\$ 6.413,00	(S.N.)
SÁBADO	20	R\$ 0	-
DOMINGO	21	R\$ 0	-
SEGUNDA	22	R\$ 0	-
TERÇA	23	R\$ 0	-
QUARTA	24	R\$ 0	-
QUINTA	25	R\$ 0	-
SEXTA	26	R\$ 37.000,00	PROJETO 2
SÁBADO	27	R\$ 0	-
DOMINGO	28	R\$ 0	-
TOTAL		R\$ 22.418,32	

Fonte: Autor (2023).

Quadro 9 – Fluxo de caixa para uma expectativa realista

CENÁRIO REALISTA			
DIA DA SEMANA	Nº DE DIAS	FLUXO DE CAIXA	DESCRIÇÃO
DOMINGO	0	- R\$ 31.958,00	COMPRA DE PEÇAS
SEGUNDA	1	R\$ 0	-
TERÇA	2	R\$ 0	-
QUARTA	3	R\$ 0	-
QUINTA	4	R\$ 0	-
SEXTA	5	- R\$ 13.210,68	(M.O.D), (C.I.M)
SÁBADO	6	R\$ 0	-
DOMINGO	7	R\$ 0	-

SEGUNDA	8	R\$ 0	-
TERÇA	9	R\$ 0	-
QUARTA	10	R\$ 0	-
QUINTA	11	R\$ 0	-
SEXTA	12	R\$ 35.000,00	PROJETO 1
SÁBADO	13	R\$ 0	-
DOMINGO	14	R\$ 0	-
SEGUNDA	15	R\$ 0	-
TERÇA	16	R\$ 0	-
QUARTA	17	R\$ 0	-
QUINTA	18	R\$ 0	-
SEXTA	19	- R\$ 5.965,00	(S.N.)
SÁBADO	20	R\$ 0	-
DOMINGO	21	R\$ 0	-
SEGUNDA	22	R\$ 0	-
TERÇA	23	R\$ 0	-
QUARTA	24	R\$ 0	-
QUINTA	25	R\$ 0	-
SEXTA	26	R\$ 35.000,00	PROJETO 2
SÁBADO	27	R\$ 0	-
DOMINGO	28	R\$ 0	-
TOTAL		R\$ 18.866,32	

Fonte: Autor (2023).

Quadro 10 – Fluxo de caixa para uma expectativa pessimista

CENÁRIO PESSIMISTA			
DIA DA SEMANA	Nº DE DIAS	FLUXO DE CAIXA	DESCRIÇÃO
DOMINGO	0	- R\$ 31.958,00	COMPRA DE PEÇAS
SEGUNDA	1	R\$ 0	-
TERÇA	2	R\$ 0	-
QUARTA	3	R\$ 0	-
QUINTA	4	R\$ 0	-
SEXTA	5	- R\$ 13.210,68	(M.O.D), (C.I.M)
SÁBADO	6	R\$ 0	-
DOMINGO	7	R\$ 0	-
SEGUNDA	8	R\$ 0	-
TERÇA	9	R\$ 0	-
QUARTA	10	R\$ 0	-
QUINTA	11	R\$ 0	-
SEXTA	12	R\$ 33.000,00	PROJETO 1
SÁBADO	13	R\$ 0	-
DOMINGO	14	R\$ 0	-
SEGUNDA	15	R\$ 0	-
TERÇA	16	R\$ 0	-
QUARTA	17	R\$ 0	-
QUINTA	18	R\$ 0	-
SEXTA	19	- R\$ 5.517,00	(S.N.)

SÁBADO	20	R\$ 0	-
DOMINGO	21	R\$ 0	-
SEGUNDA	22	R\$ 0	-
TERÇA	23	R\$ 0	-
QUARTA	24	R\$ 0	-
QUINTA	25	R\$ 0	-
SEXTA	26	R\$ 33.000,00	PROJETO 2
SÁBADO	27	R\$ 0	-
DOMINGO	28	R\$ 0	-
TOTAL		R\$ 15.314,32	

Fonte: Autor (2023).

Com pode-se observar, a partir dos Quadros, os fluxos de caixa dos diferentes cenários estão dispostos em dias do mês. Logo, como o presente trabalho presume uma produção em série, ao longo do tempo dos projetos de instalação, considera-se, então, que no dia zero (0), no domingo, foi efetuada a compra das peças para os dois projetos executados no mês. Na prática, é como se o material fosse comprado na semana anterior ao início do projeto, mas, por critérios de conveniência, foi realizada essa adaptação.

Em seguida, na sexta-feira, que corresponde ao 5º dia, a empresa tem os custos com Mão de Obra Direta (MOD) e Custos Indiretos mensais (CIM). Na próxima sexta-feira, 12º dia, chega-se ao 10º dia trabalhado e, por consequência, ao recebimento do valor do 1º projeto. Esse valor varia para cada cenário, sendo R\$ 37.000,00 para o cenário otimista, R\$ 35.000,00 para o cenário realista e R\$ 33.000,00 para o cenário pessimista. Após, no 19º dia, a empresa precisa pagar o valor do Simples Nacional, que varia entre R\$ 6.413,00 – no cenário otimista –, R\$ 5.965,00 – no cenário realista – e R\$ 5.517,00 – no cenário pessimista. Por fim, no 26º dia, a empresa efetua a entrega do 2º projeto, novamente recebendo a quantia de R\$ 37.000,00, R\$ 35.000,00 e R\$ 33.000,00 para cada um dos cenários. Com isso, é possível obter o fluxo de caixa para cada um dos cenários, os quais correspondem a:

- R\$ 22.418,32, no cenário otimista;
- R\$ 18.866,32, no cenário realista;
- R\$ 15.314,32, no cenário pessimista.

5.5 ANÁLISE POR ÍNDICES

Para atestar a viabilidade do negócio, este trabalho analisou índices de estratégias de investimento, como a Lucratividade, o Valor Presente Líquido e a Taxa Interna de Retorno, no período de um mês, de acordo com os 3 cenários de receitas propostos.

Diante disso, ressalta-se que a análise de viabilidade econômica de um projeto está diretamente relacionada à taxa de retorno que esse projeto irá render. Entretanto, é preciso considerar qual será a Taxa de Mínima Atratividade para esse negócio ser viável. No caso da Rodekar Implementos Rodoviários LTDA, este trabalho considerou, como sendo a Taxa Mínima de Atratividade, a Lucratividade média entre outubro de 2021 e outubro de 2022. Para tanto, o Quadro 11 reúne dados de receitas e despesas da empresa durante esse período analisado.

Quadro 11 – Lucratividade média da empresa

LUCRATIVIDADE APROXIMADA DA EMPRESA				
MÊS	RECEITAS	DESPESAS	RESULTADO	LUCRATIVIDADE
OUTUBRO/21	R\$ 255.822,99	R\$ 197.058,18	R\$ 58.764,81	22,97%
NOVEMBRO/21	R\$ 265.588,31	R\$ 275.871,10	-R\$ 10.282,79	-3,87%
DEZEMBRO/21	R\$ 313.440,09	R\$ 262.635,92	R\$ 50.804,17	16,21%
JANEIRO/22	R\$ 209.513,15	R\$ 183.545,43	R\$ 25.967,72	12,39%
FEVEREIRO/22	R\$ 262.429,21	R\$ 177.985,24	R\$ 84.443,97	32,18%
MARÇO/22	R\$ 315.868,62	R\$ 270.512,13	R\$ 45.356,49	14,36%
ABRIL/22	R\$ 233.515,34	R\$ 219.248,51	R\$ 14.266,83	6,11%
MAIO/22	R\$ 286.126,91	R\$ 205.909,33	R\$ 80.217,58	28,04%
JUNHO/22	R\$ 238.271,48	R\$ 275.583,15	-R\$ 37.311,67	-15,66%
JULHO/22	R\$ 328.089,34	R\$ 259.096,32	R\$ 68.993,02	21,03%
AGOSTO/22	R\$ 318.109,80	R\$ 251.216,75	R\$ 66.893,05	21,03%
SETEMBRO/22	R\$ 249.873,03	R\$ 274.274,61	-R\$ 24.401,58	-9,77%
OUTUBRO/22	R\$ 369.050,48	R\$ 243.453,51	R\$ 125.596,97	34,03%
TOTAL	R\$ 3.645.698,75	R\$ 3.096.390,18	R\$ 549.308,57	13,77%

Fonte: Autor (2023).

Salienta-se que tais dados (Quadro 11) foram extraídos dos extratos bancários da empresa durante o período analisado. Assim, ao analisá-los, pode-se chegar à conclusão de que a lucratividade média da empresa é de 13,77% ao mês. No entanto, constatou-se que a Taxa Mínima de Atratividade será definida em 20% ao mês, ou

0,61% ao dia, haja vista que em 6 dos 12 meses analisados a lucratividade da empresa ficou acima dos 20% ao mês.

Diante do exposto, o Quadro 12 apresenta os resultados do VPL e da TIR para os três cenários de receitas estudados neste trabalho. Logicamente, o cenário mais otimista (Cenário 1) é o que traz a maior taxa de retorno (2,40% ao dia) e Valor Presente Líquido (R\$ 15.408,39). Entretanto, vale salientar que, mesmo em um cenário pessimista, os valores do VPL (R\$ 9.111,54) e da TIR (1,72% ao dia) ainda são positivos, porém, não tão atrativos quanto aos valores dos outros cenários.

Quadro 12 – Cenários de receita bruta e seus índices

ÍNDICES ECONÔMICOS			
CENÁRIO 1 – RECEITA BRUTA MENSAL R\$ 74.000,00			
LUCRO	VPL	VPL P/ CAMINHÃO	TIR (DIÁRIA)
R\$ 22.418,32	R\$ 15.408,39	R\$ 7.704,44	2,40%
CENÁRIO 2 – RECEITA BRUTA MENSAL R\$ 70.000,00			
LUCRO	VPL	VPL P/ CAMINHÃO	TIR (DIÁRIA)
R\$ 18.866,32	R\$ 12.260,21	R\$ 6.130,11	2,07%
CENÁRIO 3 – RECEITA BRUTA MENSAL R\$ 66.000,00			
LUCRO	VPL	VPL P/ CAMINHÃO	TIR (DIÁRIA)
R\$ 15.314,32	R\$ 9.111,54	R\$ 4.555,77	1,72%

Fonte: Autor (2023).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho objetivou realizar uma análise técnica e de viabilidade econômica da instalação de 2º eixo direcional em caminhões produzidos na empresa Rodekar Implementos Rodoviários LTDA, localizada em Estrela-RS. Para isso, foi necessário separar o trabalho em duas etapas. A primeira parte descreveu todos os processos de montagem de um 2º eixo direcional em caminhões, enquanto a segunda parte utilizou a coleta de dados e a análise por índices econômicos para avaliar a viabilidade do projeto.

Ademais, salienta-se que a análise técnica ajudou a descrever as etapas de realocação de componentes auxiliares, instalação do sistema mecânico, instalação do sistema pneumático e hidráulico e revisão de todo o sistema depois de montado. A parte da viabilidade econômica por análise de índices mostrou, através da coleta de dados de receitas, peças e matéria-prima, custos com mão de obra, despesas indiretas e impostos, bem como se o projeto estudado era ou não viável.

Nesse contexto, levando em consideração que a lucratividade média da empresa em estudo, durante um período de 12 meses, foi de aproximadamente 20% (excluindo os meses que tiveram alta compra de estoques), definiu-se que a Taxa de Mínima Atratividade de um projeto, para valer a pena o investimento feito, deveria ser de 20% ao mês (0,61% ao dia). Desse modo, os três cenários de receitas estudados apresentaram VPL positivo e TIR acima da TMA. No cenário otimista, em que a receita mensal era de R\$ 74.000,00, o Lucro Líquido foi de R\$ 22.418,32, o Valor Presente Líquido foi de R\$ 15.408,39 e a Taxa Interna de Retorno foi de 2,40% ao dia. No cenário realista, a receita mensal era de R\$ 70.000,00, o Lucro Líquido foi de R\$ 18.866,32, o VPL foi de R\$ 12.260,21 e a TIR foi de 2,07% ao dia. No cenário pessimista, a receita mensal foi de R\$ 66.000,00, o Lucro Líquido foi de R\$ 15.314,32, o VPL foi de R\$ 9.111,54 e a TIR foi de 1,72% ao dia.

Diante de tais análises, foi possível concluir que o processo de instalação de 2º eixo direcional em caminhões produzidos na Rodekar Implementos Rodoviários LTDA é economicamente viável. Porém, ressalta-se que existem alguns pontos de melhoria que podem ampliar as condições de contorno e fazer com que o trabalho da empresa seja ainda mais próximo da realidade. Primeiramente, considera-se, na instalação, o uso de peças recondiçionadas que passam por um processo de revisão para atestar um bom funcionamento, como o eixo dianteiro, feixes de mola e tambores de freio.

Entretanto, é importante frisar que, para a instalação em caminhões zero quilômetro, essa prática não é recomendada. Logo, para solucionar essa questão, deve-se buscar fornecedores específicos de kits novos de instalação para 2º eixo direcional em caminhões que, com certeza, farão o custo com peças e a matéria-prima aumentar.

Além disso, percebeu-se, ao longo deste trabalho, que é possível acelerar o processo de produção da empresa e realizar até quatro projetos de instalação de 2º eixo direcional por mês, considerando a mesma quantidade de mecânicos envolvidos. Porém, para isso acontecer, é necessário considerar maiores investimentos em ferramentas, como furadeiras magnéticas, máquinas de solda, bem como manter um estoque de peças para instalação de 2º eixo direcional, aumentando, assim, os custos iniciais do projeto.

Por fim, constatou-se a necessidade de, em um futuro trabalho sobre o assunto estudado, explorar mais as despesas indiretas envolvidas no projeto, pois percebeu-se que vários pequenos itens deixaram de ser considerados para não estender demasiadamente a análise desenvolvida. Apesar disso, é possível concluir que o presente trabalho buscou apresentar não só os principais pontos envolvidos na instalação de 2º eixo direcional em caminhões, mas também detalhes específicos, com o objetivo de mostrar, da maneira mais realista possível, o projeto que foi desenvolvido, a fim de auxiliar futuras pesquisas acadêmicas da área.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Resolução nº 882, de 13 de dezembro de 2021**. Estabelece os limites de pesos e dimensões para veículos que transitem por vias terrestres, referenda a Deliberação CONTRAN nº 246, de 25 de novembro de 2021, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/Resolucao8822021.pdf>. Acesso em: 2 mar. 2023.
- BRASIL. **Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006**. Institui o Estatuto Nacional e Microempresa e Empresa de Pequeno Porte. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2006. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp123.htm. Acesso em: 1 maio. 2023.
- CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITCKE, Bruno Hartmut. **Análise de Investimentos: Matemática Financeira, Engenharia Econômica, Tomada de Decisão, Estratégia Empresarial**. 11. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2010.
- CUNHA, Gustavo da Rosa. **Avaliação dos processos de endurecimento de pinos de terminais de direção**. 2018. Monografia (Graduação em Engenharia de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/190172>. Acesso em: 20 abr. 2023.
- FERNANDES, Marcelo Arronilas. **Estudos em sistemas de direção veicular**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Automotiva) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001494300>. Acesso em: 3 maio. 2023.
- GILLESPIE, Thomas. **Fundamentals of Vehicle Dynamics**. Warrendale, PA: Society of Automotive Engineers, 1992. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=LeybEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=GILLESPIE,+T.+D.+Fundamental+s+of+Vehicle+Dynamics.+Warrendale,+PA,+Society+of+Automotive+Engineers,+1992.&ots=WUJ-m5PtRC&sig=bCmTJ34fDxqBjpDhVGCJqMwF5Kk>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- GOMES, Marllon Ananias Almeida. **Vedações para cilindros hidráulicos**. 2021. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Centro Universitário do Sul de Minas, Varginha, 2021. Disponível em: <http://www.repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/2222>. Acesso em: 2 jun. 2023.
- HONDA, Danilo Kenite. **Estudo de implementação de um eixo duplo direcional em veículo comercial para aumento de capacidade de carga**. 2018. Monografia (Especialização em Projeto Mecânico) – Universidade de Taubaté, Taubaté, 2018. Disponível em: <http://repositorio.unitau.br/jspui/handle/20.500.11874/4952>. Acesso em: 10 jun. 2023.

JAZAR, Reza N. **Vehicle dynamics**. New York: Springer, 2008. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-1-4614-8544-5.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2023.

KASSAI, José Roberto *et al.* **Retorno de investimento**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

LIMAX. **Cilindros hidráulicos**. 2016. Disponível em: <https://www.limaxhidraulica.com.br/produto/cilindros-hidraulicos/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas 2003.

MOTTA, Regis da Rocha; CALÔBA, Guilherme Marques. **Análise de Investimentos**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

SOUZA, Alceu; CLEMENTE, Ademir. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações**. 6. ed. São Paulo: Atlas 2008.

TRIPODI, Tony *et al.* **Análise da pesquisa social: diretrizes para o uso de pesquisa em serviço social e em ciências sociais**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1975.

NUP: 23081.113829/2023-19

Prioridade: Normal

Homologação de ata de defesa de TCC e estágio de graduação

125.322 - Bancas examinadoras de TCC: indicação e atuação

COMPONENTE

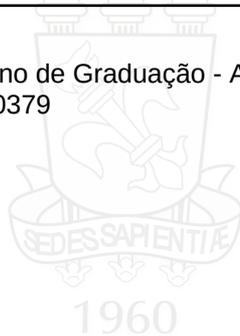
Ordem	Descrição	Nome do arquivo
9	TCC KELVIN PRONTO	TCC KELVIN PRONTO.pdf

Assinaturas

28/08/2023 22:12:35

KELVIN JEAN FREITAS DOS SANTOS (Aluno de Graduação - Aluno Regular)

07.09.03.01.0.0 - Engenharia Mecânica - 120379



Código Verificador: 3187388

Código CRC: 4280fbb2

Consulte em: <https://portal.ufsm.br/documentos/publico/autenticacao/assinaturas.html>

