



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

DAÍNA MARTINS LACERDA DE CARVALHO

**ANÁLISE DA VIABILIDADE FINANCEIRA DA APLICAÇÃO DE *KIT* GNV EM  
VEÍCULOS LEVES**

JOÃO PESSOA

2019

DAÍNA MARTINS LACERDA DE CARVALHO

**ANÁLISE DA VIABILIDADE FINANCEIRA DA APLICAÇÃO DE *KIT* GNV EM  
VEÍCULOS LEVES**

Monografia de graduação apresentada ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Jacques Cesar dos Santos

JOÃO PESSOA

2019

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

C331a Carvalho, Daina Martins Lacerda de.  
Análise da viabilidade financeira da aplicação de kit  
GNV em veículos leves / Daina Martins Lacerda de  
Carvalho. - João Pessoa, 2019.  
48 f.

Orientação: Jacques Cesar dos Santos Santos.  
TCC (Especialização) - UFPB/CT.

1. gás natural, poluentes, conversão. I. Santos,  
Jacques Cesar dos Santos. II. Título.

UFPB/BC

DAÍNA MARTINS LACERDA DE CARVALHO

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DE INSTALAÇÃO DE  
KIT GNV EM VEÍCULOS LEVES**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Centro de Tecnologia da  
Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial para a obtenção do título de  
Bacharel(a) em Engenharia Mecânica.

Aprovado em: 22 de maio de 2019.

BANCA EXAMINADORA

JEAN PIERRI VERONESE - UFPB

Nome do professor - instituição

RAFAEL EVARISTO CALUETE - UFPB

Nome do professor - instituição

JACQUES CESAR DOS SANTOS - UFPB

Nome do professor - instituição (orientador)

*Dedico este trabalho aos meus pais, Diana e Edson, por terem se empenhado em moldar o meu caráter.*



AVALIAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

NOME Daine Martins Macedo de Carvalho Matrícula 11211551

TÍTULO: Análise de viabilidade financeira de uma aplicação de KIT GNV em veículos leves.

AVALIAÇÃO

Prof. <u>JACQUES CESAR DOS SANTO</u> Orientador	/ <u>[Assinatura]</u> Rubrica	/ <u>9,0</u> Nota
Prof. <u>Jean Pierre Veronese</u> Membro	/ <u>[Assinatura]</u> Rubrica	/ <u>9,0</u> Nota
Prof. <u>Rafael Enoc de Almeida</u> Membro	/ <u>[Assinatura]</u> Rubrica	/ <u>3,0</u> Nota

Média Final: 9,0

Situação:  aprovado / ( ) reprovado

RECOMENDAÇÕES:

REALIZAR AS CORREÇÕES SUGERIDAS PELA BANCA.

João Pessoa, 22 de MAIO de 2013

OBS: A REFERIDA MÉDIA SÓ SERÁ IMPLANTADA APÓS AS CORREÇÕES EXIGIDAS PELO ORIENTADOR.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em qualquer forma que Ele(a) se manifeste ou materialize. Gratidão por permitir minha existência em tais circunstâncias que me conduziram até aqui.

À minha mãe, Diana, que desde cedo incentivou a busca por conhecimento e muitas vezes abdicou de si para abrir caminhos para mim e para minha irmã. Obrigada por sempre acreditar na me incentivar a ir além e por acreditar na minha capacidade. Ao meu pai, Edson, por seus posicionamentos críticos e lúcidos que iniciaram minha construção enquanto ser pensante, e que pode até ter me influenciado a seguir minha profissão no setor de engenharia. À minha irmã, Débora, que sempre me inspirou pelo exemplo de ser humano solidário e me ensinou sempre sobre humildade. À minha família como um todo, ressaltando meus avós paternos e maternos sempre valorizaram a importância de perseguir educação de qualidade e demonstraram orgulho em todas as minhas conquistas pessoais e acadêmicas.

Agradeço ao meu professor orientador, Jacques, por ter acompanhado e fomentado esse trabalho. Aos meus professores, desde os da escola, passando pelos de cursos extracurriculares e finalmente chegando aos da graduação. Obrigada por compartilharem o conhecimento acumulado que me proporcionou alcançar o título de engenheira.

Aos funcionários da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em especial a Magnólia e professor/coordenador Rafael, que sempre se disponibilizaram para e resolver todas as solicitações administrativas que precisei realizar durante o curso.

Aos meus companheiros e colegas de curso. Não estaria concluindo essa etapa hoje não fosse pelo ambiente colaborativo que conseguimos desenvolver. Às minhas grandes amigas de colégio, que apesar da correria na vida de cada uma, não deixaram que a amizade se apagasse.

## RESUMO

Devido ao aumento dos preços dos combustíveis e a tendência mundial com preocupação de emissões de poluentes, este trabalho tem o objetivo de analisar a viabilidade econômica e ambiental de motores *flex* de veículos leves para conversão de uso de gás natural. O estudo se torna possível já que o gás natural apresenta as mesmas características físico-químicas pertencentes a motores de combustão por centelha. A metodologia empregada a fim de se alcançar os objetivos de redução de custos de combustíveis foi a partir de quatro critérios: Payback simples e combinado, Valor Presente Líquido e Tarifa de Retorno Interna. Através do Software Minitab, foi estimado valores futuros para os preços dos combustíveis para obter retorno do investimento. Dois cenários foram criados, sendo o primeiro com a substituição da gasolina para o GNV, e o segundo com a substituição do etanol também para GNV. Tendo em vista os critérios estudados, observou-se que apesar da elevação do custo de GNV no último ano, ainda apresenta retorno o investimento no *kit* de conversão dentro de dois anos e, também, redução nos custos de combustíveis.

## **ABSTRACT**

Due to the increase in fuel prices and the global trend with concern for emissions of pollutants, this work has the objective of analyzing the economic and environmental viability of light vehicle flex engines for conversion of natural gas use. The study becomes possible since natural gas has the same physico-chemical characteristics pertaining to spark combustion engines. The methodology used to achieve the fuel cost reduction objectives was based on four criteria: Simple and Combined Payback, Net Present Value and Internal Rate of Return. Through the Minitab Software, future values for fuel prices were estimated to obtain return on investment. Two scenarios were created, the first with the substitution of gasoline for NGV, and the second with the substitution of ethanol also for NGV. Considering the criteria studied, it was observed that despite the increase in the cost of NGV in the last year, there is still a return on investment in the conversion kit within two years and also a reduction in fuel costs.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA  
BEN – BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL  
IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY  
GEE – GASES EFEITO ESTUFA  
GNV – GÁS NATURAL VEICULAR  
MCI – MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA  
MP – MATERIAIS PARTICULADOS  
CO<sub>2</sub> – DIÓXIDO DE CARBONO  
CO – MONÓXIDO DE CARBONO  
NO<sub>x</sub> – ÓXIDO DE NITROGÊNIO  
ANP – AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E  
BIOCOMBUSTÍVEIS  
IPCC – THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE  
AGA – AMERICAN GAS ASSOCIATION  
ENA – ENERGY NETWORK ASSOCIATION  
CGA – CANADA GAS ASSOCIATION  
CAGN – CERTIFICADO AMBIENTAL PARA USO DO GÁS NATURAL EM  
VEÍCULOS AUTOMOTORES  
IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS  
NATURAIS RENOVÁVEIS  
INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E  
TECNOLOGIA

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - RESERVAS PROVADAS DE GÁS NATURAL - TRILHÕES M <sup>3</sup> .....	14
FIGURA 2 - FUNCIONAMENTO MOTOR OTTO 4 TEMPOS.....	19
FIGURA 3 - KIT GÁS 5 <sup>A</sup> GERAÇÃO COMPLETO 40 L .....	21
FIGURA 4 - PARTICIPAÇÃO POR REGIÃO DE CONSUMO GNV 2016 X 2017 .....	23
FIGURA 5 - INFRAESTRUTURA DE PRODUÇÃO E MOVIMENTAÇÃO DE GÁS NATURAL .....	24
FIGURA 6 - COMPARATIVO FATORES DE EMISSÕES.....	27
FIGURA 7 - DESENHO FLUXO DE CAIXA .....	30

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE GÁS NATURAL MUNDIAL.....	15
GRÁFICO 2 - EVOLUÇÃO NA PRODUÇÃO DE GÁS NATURAL NO BRASIL .....	15
GRÁFICO 3 - MERCADO DE COMBUSTÍVEL PARA TRANSPORTE .....	16
GRÁFICO 4 - COMPARATIVO CONSUMO GNV ANUAL.....	16
GRÁFICO 5 - GRÁFICO PREÇO MÉDIO GNV .....	17
GRÁFICO 6 - PROJEÇÃO FROTA DE VEÍCULOS LEVES.....	20
GRÁFICO 7 - HISTÓRICO DO CONSUMO DE GNV X CONVERSÕES .....	24
GRÁFICO 8 - MÉDIA MENSAL PREÇOS DOS COMBUSTÍVEIS .....	26
GRÁFICO 9 - PERFIL DE EMISSÕES DE CO <sub>2</sub> .....	27
GRÁFICO 10 - VARIAÇÃO DO PREÇO DO BARRIL DO PETRÓLEO .....	35
GRÁFICO 11 - PRODUÇÃO ÓLEO VENEZUELA .....	35
GRÁFICO 12 - VARIAÇÃO DO DOLAR .....	36
GRÁFICO 13 - BOXPLOT COMPARATIVO COMBUSTÍVEIS .....	37
GRÁFICO 14 - HISTOGRAMA GASOLINA.....	37
GRÁFICO 15 - HISTOGRAMA ETANOL .....	38
GRÁFICO 16 - HISTOGRAMA GNV .....	38
GRÁFICO 17 - ANÁLISE DA PROBABILIDADE DOS PREÇOS DOS COMBUSTÍVEIS .....	39

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CARACTERÍSTICA KIT 5 <sup>A</sup> GERAÇÃO .....	21
TABELA 2 - CONSUMO GNV BRASIL .....	25
TABELA 3 - NÚMERO DE FROTAS NA PARAÍBA .....	26
TABELA 4 – ESTIMATIVA DOS INVESTIMENTOS PARA CONVERSÃO .....	28
TABELA 5 - MODELO GENÉRICO DE FLUXO DE CAIXA .....	29
TABELA 6 - PARÂMETROS CONVERSÃO GNV .....	33
TABELA 7- TABELA PREÇOS COMBUSTÍVEIS .....	39
TABELA 8 - VARIAÇÃO DA TAXA DE RENDIMENTO CDI.....	40
TABELA 9 - FLUXO DE CAIXA COM MÉDIA DE PREÇO ANUAL.....	41
TABELA 10 - FLUXO DE CAIXA COM VALORES ESTIMADOS.....	42
TABELA 11 - ANÁLISE DE INVESTIMENTO SUBSTITUIÇÃO DE GASOLINA.....	43
TABELA 12 - FLUXO DE CAIXA VALORES DE MÉDIA ANUAL .....	44
TABELA 13 - FLUXOS DE CAIXA COM VALORES ESTIMADOS .....	45
TABELA 14 - ANÁLISE DE INVESTIMENTO COM SUBSTITUIÇÃO DE ETANOL ....	43

# Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1. JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2. OBJETIVO.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.1. Objetivos gerais.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.2. Objetivos específicos .....</b>	<b>18</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1. MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA – CICLO OTTO.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.1. Motores flex .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.2. Motores com sistema GNV.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2. HISTÓRICO DO GÁS NATURAL NO BRASIL .....</b>	<b>22</b>
<b>2.3. HISTÓRICO DO GÁS NATURAL NA PARAÍBA.....</b>	<b>25</b>
<b>2.4. ASPECTOS AMBIENTAIS .....</b>	<b>26</b>
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1. ANÁLISE ECONÔMICA.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1.1. Investimento Inicial .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1.2. Fluxo de Caixa.....</b>	<b>28</b>
<b>3.1.3. Payback.....</b>	<b>30</b>
<b>3.1.4. Valor Presente Líquido.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1.5. Taxa Interna de Retorno .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2. PARÂMETROS PARA APLICAÇÃO DA CONVERSÃO.....</b>	<b>33</b>
<b>3.3. FATORES DE VARIAÇÃO DE PREÇO DE COMBUSTÍVEL.....</b>	<b>34</b>
<b>4. ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1. CENÁRIO 1 – SUBSTITUIÇÃO DA GASOLINA .....</b>	<b>40</b>
<b>4.2. CENÁRIO 2 – SUBSTITUIÇÃO DO ETANOL .....</b>	<b>43</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>46</b>
<b>6. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>47</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A problemática acerca da questão energética é recorrente dentro da agenda política e econômica das mais diversas esferas empresariais, políticas e sociais. A maior ameaça é a inexistência de uma oferta segura e duradoura de fonte de energia, incluindo os aspectos de garantia de fornecimento e estabilidade de preços. Além disso, é notável a tendência mundial em busca de fontes de energia menos poluentes devido aos danos que essas fontes têm causado ao ambiente (IEA, 2015).

O uso das fontes energéticas tem impacto direto na economia da região e a emissão de poluentes está relacionada à qualidade de vida da população. Com isto, o uso do gás natural como fonte de energia para o setor de transporte surgiu como uma alternativa mais econômica e menos danosa ao ambiente, além de ser encontrada de forma abundante na natureza.

Em 2017, as reservas provadas mundiais de gás natural somaram 193,5 trilhões de m<sup>3</sup>, um crescimento de 0,2% em comparação com o ano anterior. A Rússia ocupa o primeiro lugar no ranking de países com maiores reservas provadas de petróleo – 18,1% do total. Em seguida, vieram Irã e Catar, como mostra o gráfico abaixo. As Américas Centrais e do Sul registram queda de 0,5% no volume de suas reservas e o Brasil, ocupou 37<sup>a</sup> colocação no ranking mundial (ANP, 2018).

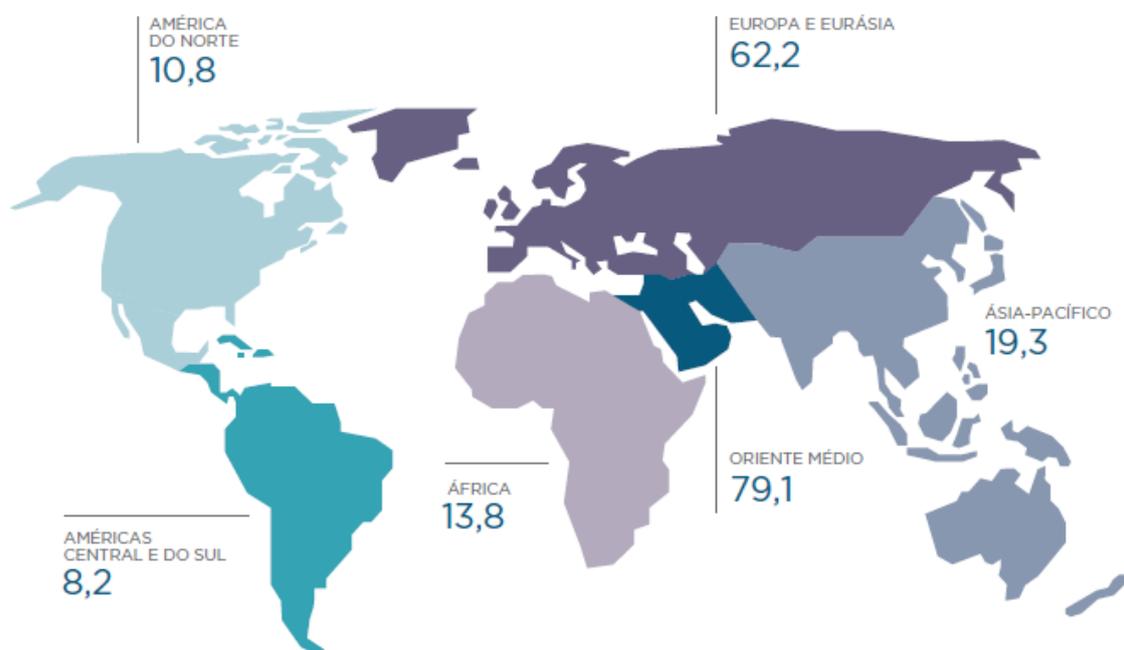


Figura 1 - Reservas provadas de gás natural - Trilhões m<sup>3</sup> (BP, 2018)

A média diária de produção do ano de 2017 foi de 109,9 milhões de m<sup>3</sup>/dia e o volume de gás natural importado foi de 29,4 milhões de m<sup>3</sup>/dia. Com isto, a participação do gás natural na matriz energética nacional atingiu o patamar de 12,9% (EPE, 2018).

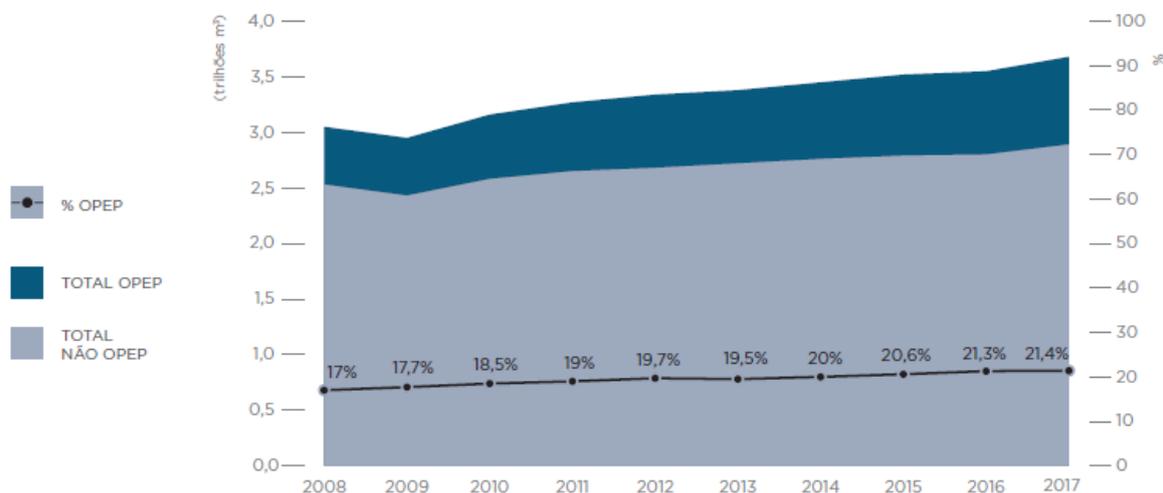


Gráfico 1 - Evolução da Produção de Gás Natural Mundial (ANP, 2018)

No parâmetro nacional, a produção de gás natural manteve crescimento pelo oitavo ano consecutivo, com aumento de 5,9%, totalizando 40,1 bilhões de m<sup>3</sup> em 2017. Na década 2008-2017, a produção nacional de gás natural apresentou crescimento médio de 7,2% ao ano e acumulado de 85,8%. De campos em mar vieram 80,4% do gás natural produzido no país, totalizando 32,3 bilhões de m<sup>3</sup>, aumento anual de 10,5%. Por outro lado, a produção em terra caiu 9,8% para 7,8 bilhões de m<sup>3</sup>.

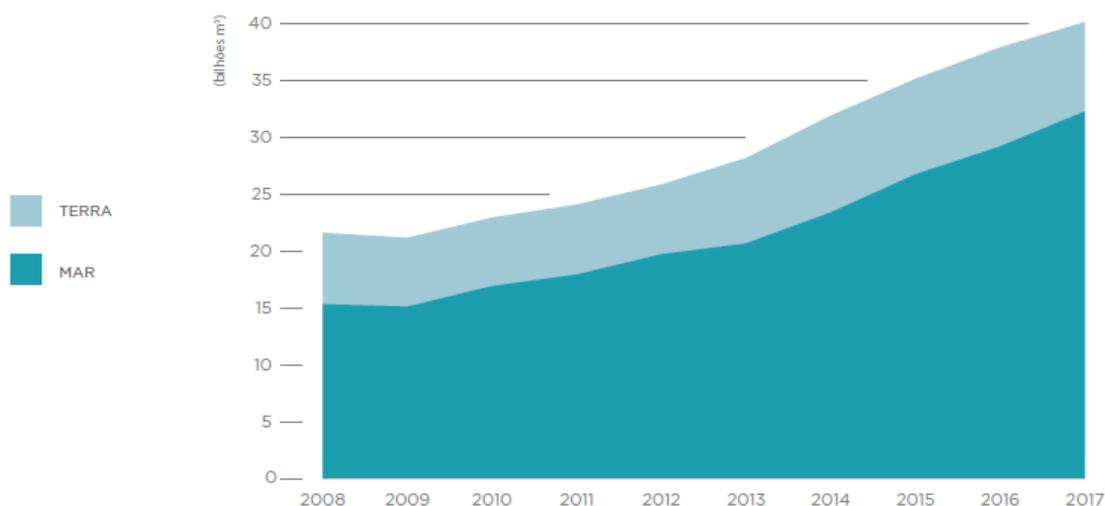


Gráfico 2 - Evolução na Produção de Gás natural no Brasil (Fonte: ANP/SDP, 2018)

Apesar do aumento de produção de gás natural no Brasil, o Gráfico 3 revela que o GNV representa apenas 2% dos combustíveis utilizados no transporte do Brasil. Dentre esses valores, a região Sudeste é a maior consumidora de gás natural, no entanto, a região Nordeste, apresentou uma queda de 1,1% no consumo.

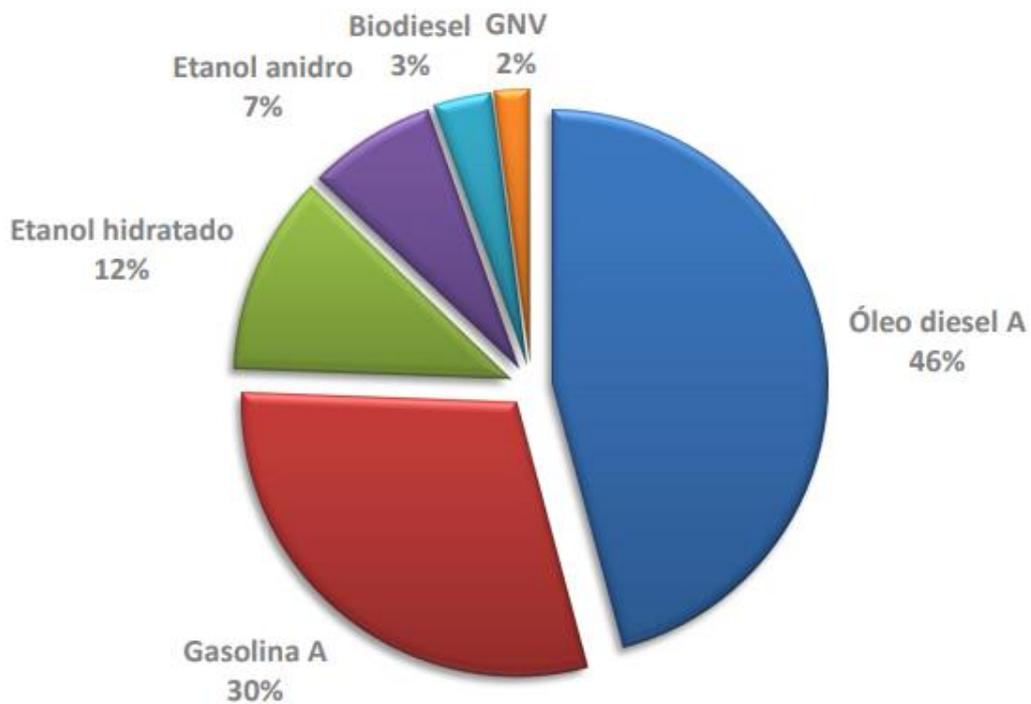


Gráfico 3 - Mercado de combustível para transporte (ANP, 2015)

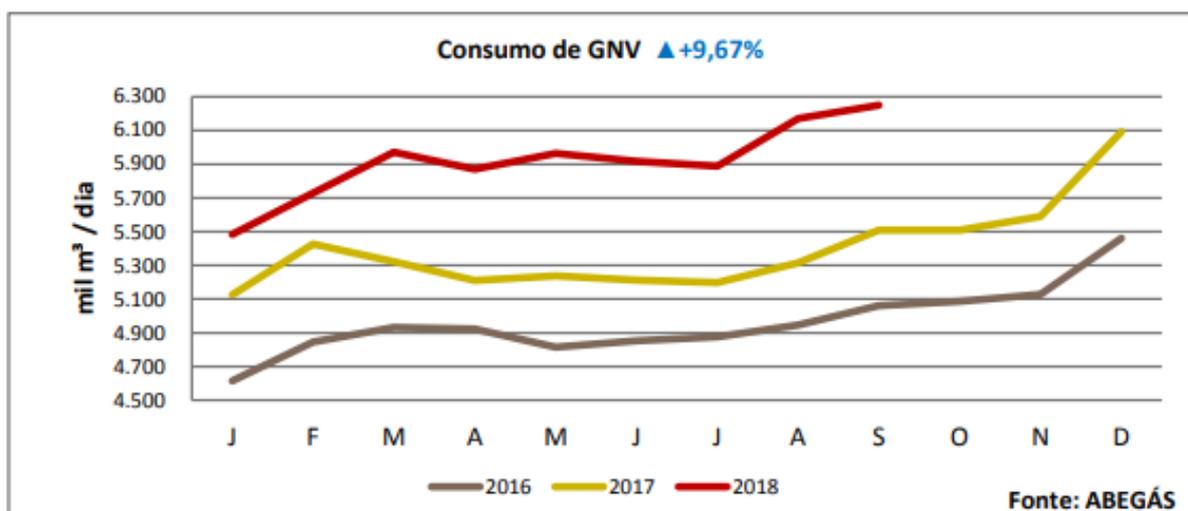


Gráfico 4 - Comparativo Consumo GNV anual (Fonte: ABEGÁS)

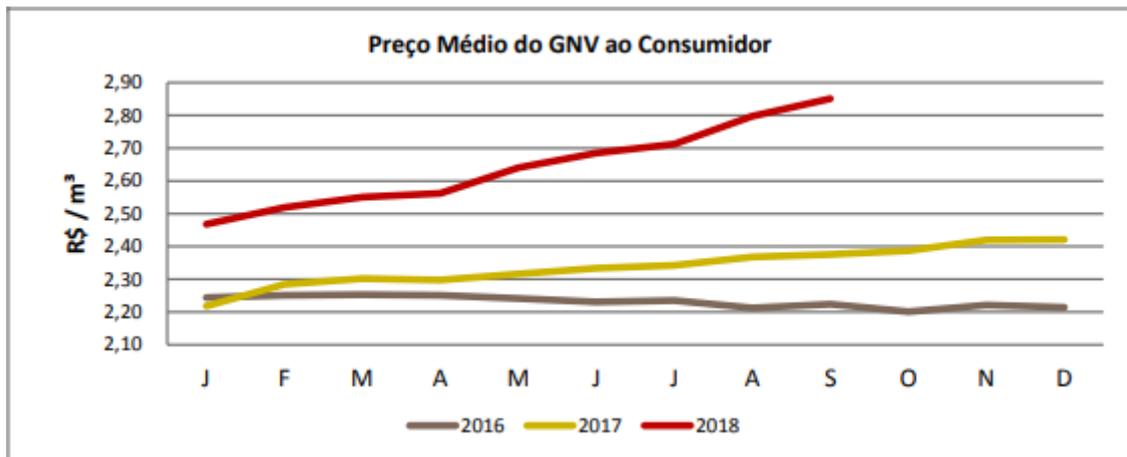


Gráfico 5 - Gráfico preço médio GNV (Fonte: ABEGÁS)

As propriedades químicas do gás natural permitem são compatíveis com combustíveis de motores que funcionam por meio de ignição por centelha (Ciclo Otto) como gasolina e etanol. No Brasil, este combustível é o chamado Gás Natural Veicular (GNV).

Os veículos *flex* – veículos com possibilidade de uso de mais de um combustível (gasolina/etanol) – são considerados leves e de uso bastante comum, tanto para fins comerciais e particulares. Esses tipos de transporte podem ser alterados e convertidos para utilização de GNV.

A conversão é um processo de adaptação do veículo que consiste na adição de um *kit* gás: reservatório para o GNV, rede de tubos de alta e baixa pressão, regulador de pressão, válvula de abastecimento, dispositivo de troca de combustível e indicadores de condições do sistema (Schwob et al., 2003).

Extraído através de poços e instalações de tratamento de pequeno porte, o GNV é transportado via gasodutos ou navios metaneiros, bem menos poluente do que os processos de refino e o transporte rodoviário da gasolina.

De acordo com a AGA (American Gas Association) e a ENA (Energy Networks Association – United Kingdom), o gás veicular é 20% menos poluente que a gasolina e o diesel. O CGA (Canada Gas Association) ainda afirma que a utilização de GNV tem potencial para reduzir custos de combustíveis até 15%.

### 1.1. Justificativa

A pesquisa tem como motivação analisar o aumento do preço dos combustíveis nos últimos anos e mostrar que, apesar da grande variabilidade e a constante elevação do custo do GNV, ainda se torna uma alternativa viável para redução das finanças com combustíveis. Arelado a isto, fora observado que no âmbito acadêmico não se encontrou referências recentes

que analisam a conversão de veículos leves para uso de GNV. No que afigura o caráter inédito desta monografia.

## **1.2. Objetivo**

### **1.2.1. Objetivos Gerais**

A finalidade deste trabalho baseia-se em realizar uma análise preliminar sobre a viabilidade da mudança operacional do tipo de combustível de um veículo leve, com 4 metodologias de cálculos para justificar o investimento. Serão considerados vantagens, limitações e desafios nos aspectos mecânicos, ambientais e econômicos.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

O objetivo desse estudo consiste em analisar a viabilidade econômica e ambiental da conversão de veículos leves tipos *flex* que utilizam combustíveis como gasolina e etanol para operação de um sistema com o *kit* gás veicular, com uso do GNV. Será analisado a redução de custo de consumo de combustível em dois cenários: cenário 1, que utiliza gasolina como consumo; e o cenário 2, que utiliza o etanol. Essa análise inicial de redução de custos e poluentes com o sistema com o *kit* gás serve para justificar e mostrar os benefícios dos possíveis investimentos para a modificação do sistema de combustível.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. Motores de Combustão interna - Ciclo Otto**

O engenheiro alemão Nicolaus August Otto, em 1876, inventou o motor de combustão interna (MCI) por centelha a gasolina e, o mesmo, deu início à revolução do transporte, cujo princípio de funcionamento é utilizado ainda pela maioria dos veículos atuais (HEYWOOD J.B, 1988).

Os motores de combustão interna são máquinas térmicas que transformam a energia química dos combustíveis, a partir da sua combustão, em calor com o intuito de ser convertido em trabalho mecânico (BAE; KIM, 2017; HEYWOOD J.B, 1988).

Os motores do ciclo Otto utilizam como fonte primária de energia a gasolina, etanol, metanol, butanol, gás liquefeito de petróleo e o GNV para liberação de energia no processo de combustão, que acontece, por exemplo, em 4 tempos: admissão, compressão, combustão e escape (HEYWOOD J.B, 1988).

Nos últimos 50 anos os MCI tiveram muitos avanços tecnológicos com vistas à redução do consumo específico de combustível, emissões, atrito e aumento da eficiência térmica. A

eficiência térmica de MCI varia de 26 a 30% para os motores a gasolina; 34 a 40% para os motores a diesel (CHAVES, 2013).

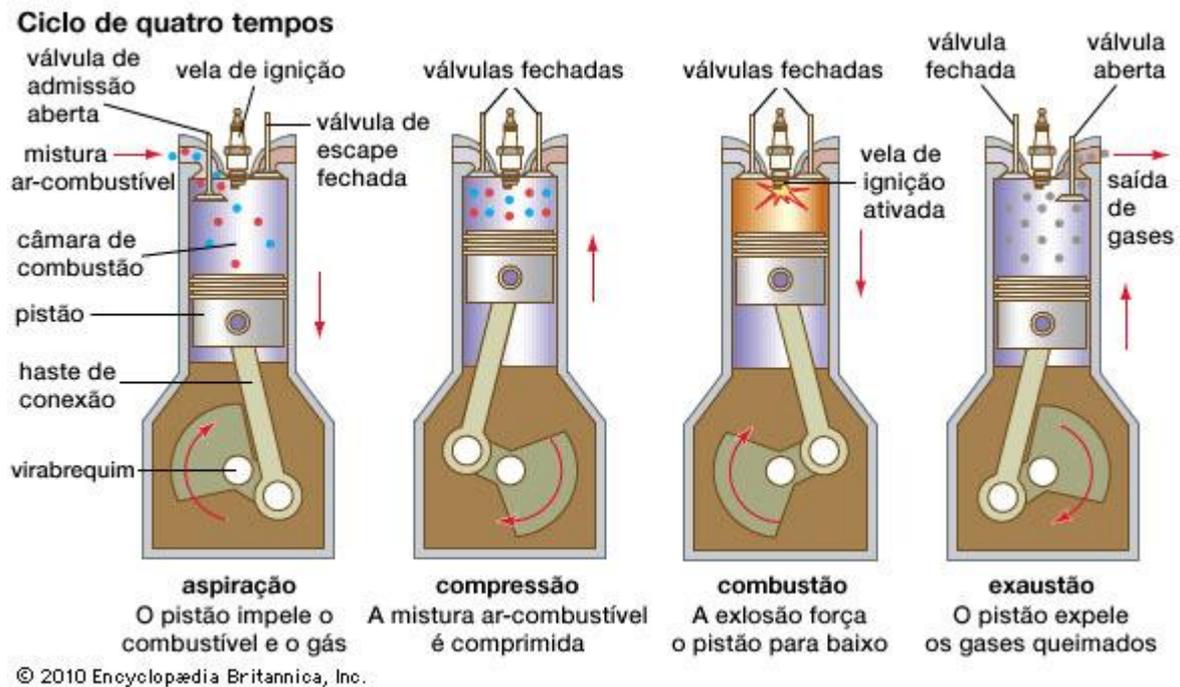


Figura 2 - Funcionamento Motor Otto 4 tempos (Fonte: Encyclopædia Britannica)

### 2.1.1. Motores *Flex*

Os motores *Flex* foram lançados no Brasil em 2003, cuja tecnologia transformou o motor convencional em um motor que é capaz de funcionar com mais de um combustível ao mesmo tempo, misturados em qualquer proporção. A principal característica do motor *Flex* é a taxa de compressão, sendo menor do que nos motores dedicados a etanol e maior do que nos motores a gasolina.

É possível visualizar no Gráfico 6 a crescente projeção de motores *Flex* ao longo dos anos. Isto implica afirmar que, também, a alternativa de conversão dos motores para GNV continua sendo acessível.

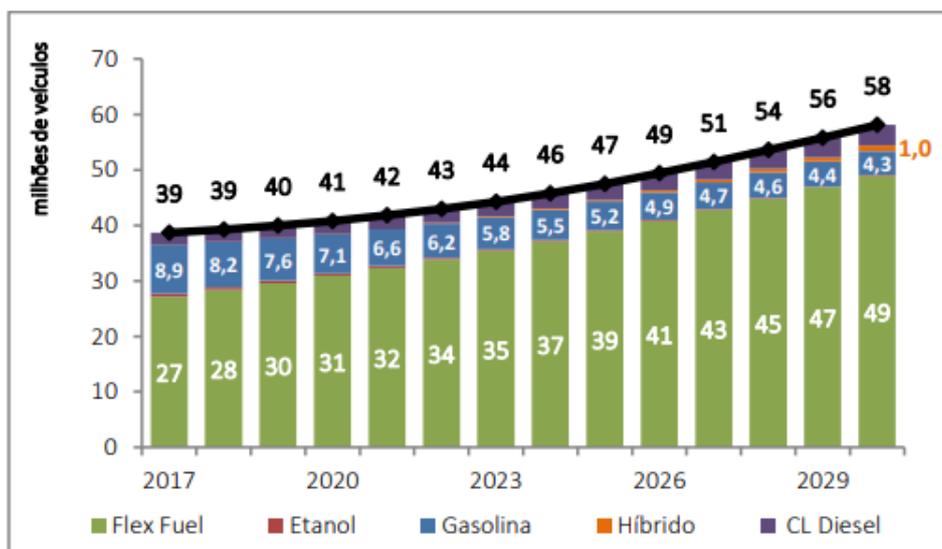


Gráfico 6 - Projeção Frota de veículos Leves (Fonte: EPE, 2018)

### 2.1.2. Motores com Sistema GNV

Os motores do ciclo Otto com sistema a GNV são denominados *bi-fuel*, uma vez, que podem funcionar alternadamente com gasolina ou GNV, etanol ou GNV, e não com a mistura de ambos.

Os primeiros motores a GNV surgiram na Itália em 1930, porém, somente na década de 1970, o GNV foi consagrado como um combustível alternativo para uso em MCI, principalmente pelo fato da crise do petróleo em 1973. Entretanto, foi a partir dos anos 2000 que o mercado de automóveis a GNV se tornou mais atraente (KHAN; YASMIN; SHAKOOR, 2015).

Para converter o veículo *flex* atrelado ao sistema GNV, deve-se passar por uma avaliação técnica completa na oficina que verifica e comprova a viabilidade de instalação do *kit* gás e seu funcionamento com gás natural.

Após a instalação do *kit*, os riscos de vazamento são obrigatoriamente verificados. Na conversão, é necessário que um conjunto de equipamentos seja instalado no motor, como os cilindros (conjunto de reservatórios que acondicionam o gás), rede de tubos de alta e baixa pressão, dispositivo regulador de pressão, válvula de abastecimento, dispositivo de troca de combustível e indicadores de condição do sistema [GÁS POINT, 2019].

Os kits podem ser de 2ª, 3ª ou 5ª geração, cujas diferenças mais significativas estão no sistema de alimentação do combustível. O maior número de geração significa maior tecnologia. Os kits de 2ª geração utilizam um sistema de monoponto não gerenciado, ou seja, um carburador, onde o GNV é aspirado de forma fixa, com regulagem manual, recomendados para veículos com ano de fabricação até 1996.

Os kits de 3ª geração possuem sistemas de monoponto gerenciado, com injeção direta em um único ponto (GNV aspirado variavelmente e controlado por válvula eletrônica) e regulagem manual, recomendados para veículos fabricados a partir de 1996. Este kit funciona como um misturador, tendo uma perda de potência que pode chegar a 15%, dependendo do veículo e instalação.

Os kits de 5ª geração utilizam sistemas multiponto, isto é, de injeção eletrônica, onde o GNV é injetado sequencialmente (não aspirado) e controlado pela central de injeção eletrônica do kit GNV. São recomendados para veículos fabricados a partir de 2007 [GÁS BRASILIANO, 2019].

Os kits de 5ª Geração apresentam mais potência, desempenho e durabilidade do veículo, como mostra a tabela abaixo.

Tabela 1 - Característica kit 5ª Geração (Fonte: Sinal Verde, 2013)

Principais características do kit de 5ª geração GNV
Possui sistema de injeção sequencial a gás, compatível com a tecnologia aplicada nos veículos atuais.
Mantém a originalidade do carro.
Evita o desgaste excessivo do motor.
Menos cortes no chicote elétrico original do veículo.
Conta com uma central de comando semelhante à da injeção de combustível original, compatível com o sistema que sai de fábrica.



Figura 3 - Kit Gás 5ª Geração Completo 40 L

Uma das desvantagens na conversão do veículo é a perda de espaço no porta-malas em decorrência da instalação do cilindro de gás, o qual é o reservatório do combustível. O cilindro mais comumente vendido no Brasil tem capacidade para armazenar o volume de 15 m<sup>3</sup>. A opção de utilizar os cilindros debaixo do carro também é possível, porém, seria necessária a substituição do escapamento e, em alguns casos, remover ou modificar a caixa do estepe, que implica em um custo maior e desnecessário [GÁS POINT, 2019].

Deve-se instalar o *kit* gás exclusivamente em oficinas registradas no INMETRO além do quite homologado pelo IBAMA com todos os componentes fornecidos pelo detentor do CAGN (Certificado Ambiental para Uso do Gás Natural em Veículos Automotores). Se o instalador lhe propuser retirar ou alterar algum componente para baratear o preço, não aceite, pois poderá ser reprovada pelo organismo de inspeção. Aconselha-se que o instalador execute o teste de emissões - analisador de gases. É indispensável também a nota fiscal do serviço e do kit com a discriminação de todos os componentes instalados e o o "Rol de Qualidade" (Regulamento do INMETRO) totalmente preenchido.

## **2.2.Histórico do Gás Natural no Brasil**

A utilização do GNV no Brasil está concretizada materialmente a partir da consolidação pelo Decreto nº 1.787, de 12 de janeiro de 1996. O mesmo dispõe sobre a utilização do gás natural para fins automotivos e outras providências:

“Art. 1º. § 1º Os veículos automotores e motores estacionários deverão estar registrados e licenciados na forma da legislação vigente e possuir características apropriadas para receber, armazenar e consumir o Gás Natural Veicular – GNV.

§ 2º Entende-se por características apropriadas o atendimento das exigências técnicas, de segurança e ambientais, editadas pelo Departamento Nacional de Combustíveis – DNC, Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO, Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN e Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.”

Portanto, é preciso que haja uma autorização dos órgãos responsáveis para que o seu veículo possa circular utilizando o GNV como combustível.

O Governo se posicionou contrariamente ao GNV quando, em 2007, o Brasil passou pela crise de abastecimento, decorrente de problemas da parceria com a Bolívia e da oferta interna de gás. Nesse ano a operação das termelétricas foi necessária e ficou claro que, mesmo

importando a totalidade da capacidade do gasoduto, 19 ainda faltava gás para abastecer a demanda.

Nesse contexto, o GNV passou a ficar em segundo plano. Em alguns momentos, o governo federal até criticou políticas estaduais de incentivo ao consumo de GNV (Gas Energy, 2011). O resultado foi a queda considerável no número de conversões de 240 mil aproximadamente em 2006 para aproximadamente 7 mil em 2010.

Esse valor de 2010 se assemelha ao número de conversões de 1997, primeiro ano da série. Nota-se que a região Sudeste apresenta o maior número de conversões (Figura 4). Isso pode ser justificado pelas políticas de incentivo: no primeiro, a isenção de IPVA para veículos convertidos chega a 70%, enquanto o segundo apresenta um desconto de 25%. Atualmente, o Rio de Janeiro representa 45% dos veículos convertidos no Brasil e São Paulo, 23%.

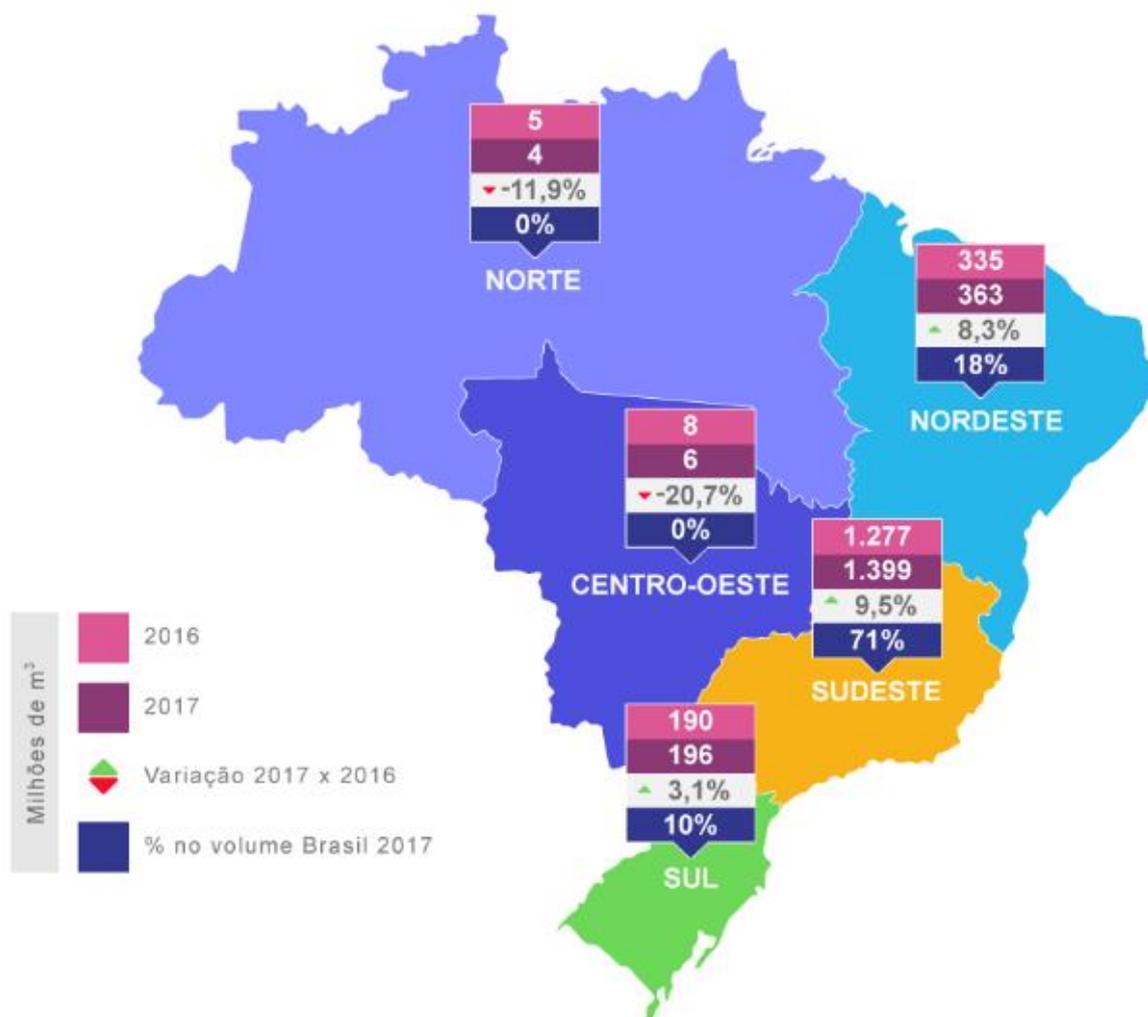


Figura 4 - Participação por Região de consumo GNV 2016 x 2017 (ANP,2018)

Pode-se observar que esse percentual mostrado por região, na Figura 4, está diretamente relacionado à quantidade de unidades de Processamento de Gás Natural, como mostra a figura abaixo.

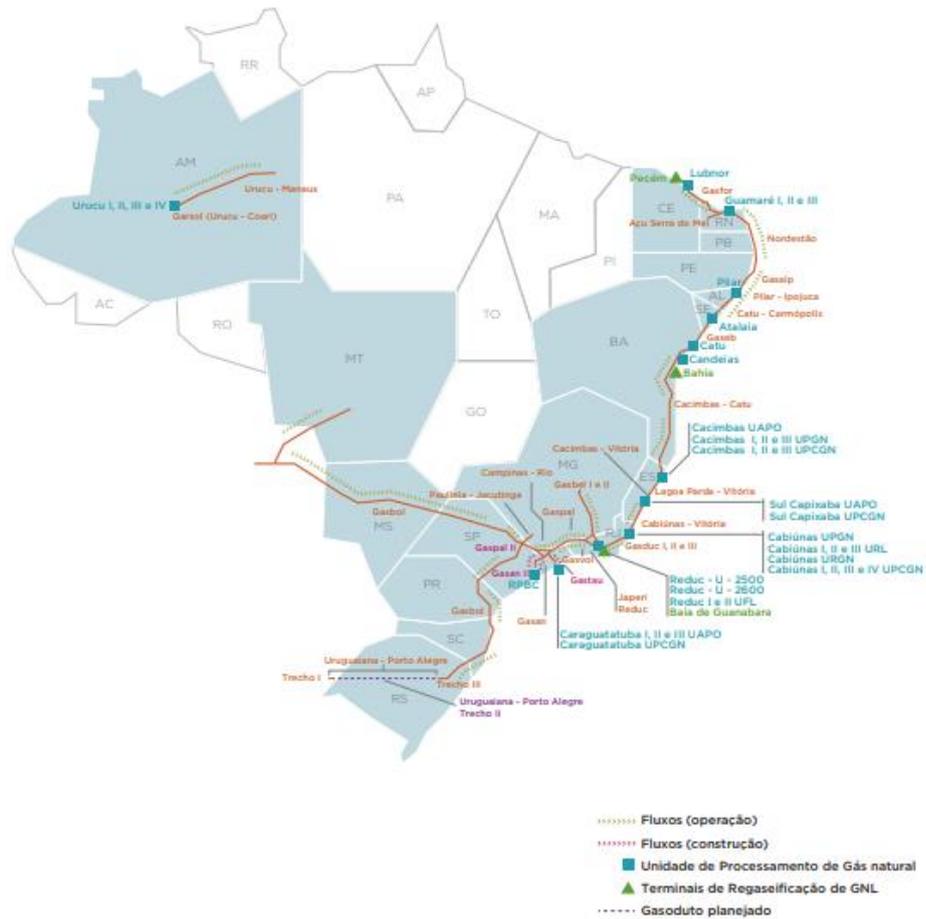


Figura 5 - Infraestrutura de produção e movimentação de gás natural (ANP, 2018)

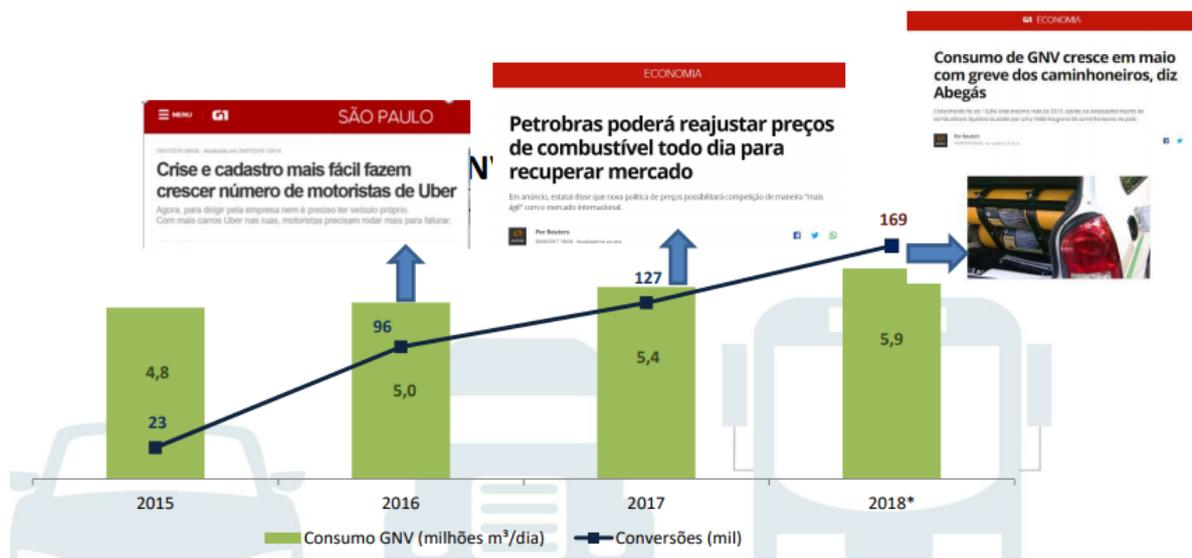


Gráfico 7 - Histórico do Consumo de GNV x Conversões (Fonte: ABEGAS, 2018)

Tabela 2 - Consumo GNV Brasil (Fonte: ABEGÁS)

Mês	2015	2016	2017	2018	2019
Janeiro	145.085.352	143.041.330	158.886.157	169.984.992	190.919.995
Fevereiro	135.461.086	140.489.558	151.908.019	160.399.246	0
Março	151.645.963	152.876.053	164.986.336	185.123.675	0
Abril	144.105.799	147.678.604	156.303.719	176.118.629	0
Mai	147.560.439	149.277.045	162.360.706	184.865.637	0
Junho	142.753.831	145.586.153	156.375.580	177.507.306	0
Julho	145.807.837	151.173.463	161.111.197	182.553.679	0
Agosto	149.925.618	153.344.431	164.775.933	190.755.462	0
Setembro	143.191.512	151.835.989	165.247.144	187.498.865	0
Outubro	149.725.810	157.684.385	170.756.889	196.873.707	0
Novembro	147.119.668	153.809.779	167.683.090	191.775.772	0
Dezembro	157.040.315	169.284.793	188.866.960	207.313.302	0
<b>Total</b>	<b>1.759.423.230</b>	<b>1.816.081.583</b>	<b>1.969.261.730</b>	<b>2.210.770.272</b>	<b>190.919.995</b>

### 2.3.Histórico Gás Natural Paraíba

Em 1998, o GNV foi implantado em João Pessoa, na Paraíba, advindo dos campos de produção do Rio Grande do Norte à Pernambuco por meio do Gasoduto Nordeste, ligando Cabo (PE) a Guararé (RN), cuja construção data desde 1985 [SOUSA, 2009]. No final de 1994, a PBGás foi fundada e iniciou suas operações de distribuição de gás canalizado no Estado da Paraíba. A cidade de João Pessoa foi a primeira do estado a fornecer e utilizar o GNV no atendimento ao segmento automotivo, principalmente em veículos de alto consumo de gasolina [SOUSA, 2009].

A distribuidora de gás na Paraíba – PBGás – vem incentivando a instalação de kits gás em ônibus desde o ano de 2018. A empresa ampliou para R\$ 1 mil o bônus para motoristas que instalassem o kit de Gás Natural Veicular (GNV) de 5ª geração com cilindro novo em uma das convertedoras credenciadas de João Pessoa e Campina Grande. Já para os kits de 5ª geração com cilindros requalificados, o incentivo é de R\$ 800,00. Segundo dados da companhia, enquanto em 2017 o programa investiu R\$ 160 mil, beneficiando 269 motoristas, em 2018, foram investidos R\$ 451 mil para 620 novos clientes.

De acordo com a diretora-presidente da PBGÁS, Tatiana Domiciano, “o Programa de Incentivo é essencial para estimular as conversões, tendo em vista que a economia no abastecimento pode compensar o custo na conversão do carro para o gás em poucos meses, viabilizando o investimento pelo motorista, com o bônus da PBGÁS”.

O Gráfico 8 mostra a evolução dos valores dos combustíveis no estado da Paraíba. Os dados foram retirados do banco da ANP e são referentes ao início de 2013 até março de 2019. Nota-se, a partir de 2018, que houve uma elevação considerável no preço do GNV na Paraíba.

A Tabela 3 quantifica a frota de veículos movidos a GNV no Estado da Paraíba – dados analisado em março de 2019.

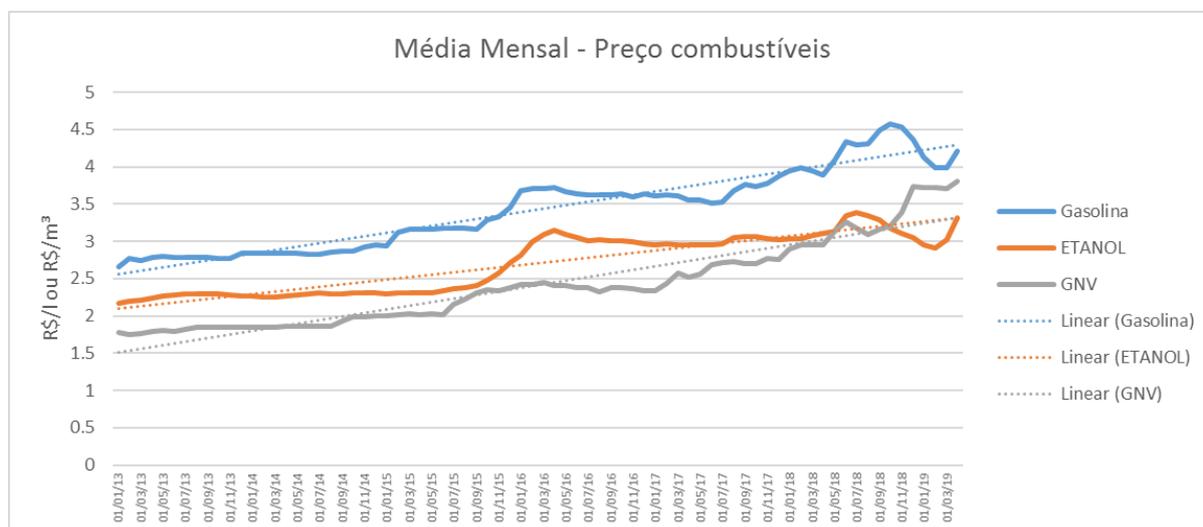


Gráfico 8 - Média Mensal preços dos combustíveis (Fonte: Autoria Própria)

Tabela 3 - Número de frotas na Paraíba (Detran - PB)

<b>Tota Frota do Estado</b>	1.316.794
<b>Total de Veículos GNV</b>	22.823
<b>Total taxi GNV</b>	2.424
	<b>1.92%</b>

#### 2.4.Aspectos ambientais

As emissões de um veículo automotor podem ocorrer pelo escapamento (emissões diretas) ou podem ser de natureza evaporativa do combustível, aparecendo durante o uso e o repouso do veículo. São influenciadas por vários fatores, dentre os quais podemos destacar: tecnologia do motor, porte e tipo de uso do veículo, idade do veículo, projeto e materiais do sistema de alimentação de combustível, tipo e qualidade do combustível (pressão de vapor), condições de manutenção e condução, além de fatores meteorológicos (pressão e temperatura ambientes).

As emissões de escapamento decorrem da queima dos combustíveis pelo motor, compreendendo uma série de substâncias como monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), hidrocarbonetos (HC), aldeídos (RCHO), óxidos de nitrogênio (NOx) e material particulado (MP). As emissões evaporativas são constituídas pelos hidrocarbonetos (HC) que evaporam do sistema de alimentação de combustível do veículo. A combustão com

GNV tende a ser completa, ou seja, libera apenas CO<sub>2</sub> – em menor proporção que os combustíveis líquidos – e água.

No gráfico abaixo, observa-se que a maior quantidade de GEE no Brasil é decorrente dos transportes. Isto é justificado devido ao grande uso de gasolina/diesel em veículos leves e pesados.

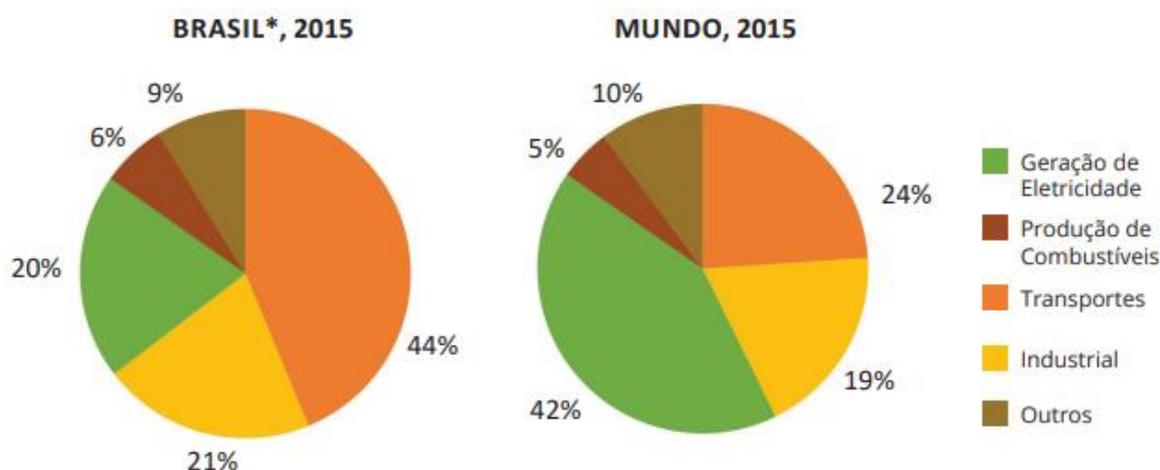


Gráfico 9 - Perfil de emissões de CO<sub>2</sub> (IEA, 2017)

De acordo com a EPE, o gás natural emite menos quantidade de emissão de gases de efeito estufa e de material particulado, trazendo benefícios em termos de poluição global e poluição local. Além das emissões de poluentes, o incentivo para transições de fontes de energia de baixo carbono também é resultante da incerteza nos preços do petróleo, ameaças geopolíticas, segurança energética e encorajamento para desenvolvimento de novas fontes energéticas.



Figura 6 - Comparativo fatores de emissões

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Análise econômica

Conforme Souza e Clemente (1995), a decisão de investir é de natureza complexa, porque muitos fatores entram em cena, inclusive de ordem pessoal. Para início, será

desenvolvido um modelo teórico mínimo, deixando de lado um modelo complexo para decisão de investir. Atualmente, as técnicas de análise de investimentos estão sendo usadas não só para investimentos de grande porte, mas também para operações de curto prazo.

É necessário saber que todos investimentos contêm riscos e que os ganhos e retornos dos projetos serão estimados. São esses os dois fatores que atuam em sentidos opostos: os retornos esperados atraem o consumidor e os riscos afastam.

Para esta análise econômica deste caso, serão estudados 4 critérios de decisão para escolha entre as alternativas de investimento: Payback simples e combinado, Valor Presente Líquido e Tarifa de Retorno Interna.

### 3.1.1. Investimento Inicial

Pelo conceito de Economia, investimento é a aplicação de capital com vista à obtenção de lucro (Infopédia,2019). Segundo Bruni e Famá, o investimento inicial representa os gastos incorridos no investimento. Investimento é toda ação da qual se espera obter benefícios futuros. No aspecto empresarial, um investimento pode ser na compra de equipamentos, máquinas e imóveis para instalação de unidades produtivas ou ainda na compra de títulos financeiros.

O objetivo de um investimento é gerar um rendimento para o investidor. Para isso, precisa-se saber se um investimento é viável ou não; e ainda, frente a dois investimentos, é necessário saber qual é mais vantajoso, ou seja, qual trará melhor rentabilidade.

O investimento inicial deste estudo consiste no valor do *kit* gás 5ª Geração juntamente com preço de instalação, mostrado na tabela abaixo. A estimativa dos valores foi determinada através de pesquisa de mercado nas lojas e montadoras na região de João Pessoa.

*Tabela 4 – Estimativa dos investimentos para conversão*

<b>INVESTIMENTO</b>	<b>Valor Aproximado</b>
<i>KIT GÁS 5ª Geração</i>	R\$ 3.350,00
<i>Instalação</i>	R\$ 500,00
<i>Documentação DETRAN</i>	R\$ 150,00
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 4.000,00</b>

### 3.1.2. Fluxo de Caixa

A expressão Fluxo de Caixa (FC) é utilizada, indistintamente, para indicar as entradas e saídas de recursos de caixa de um projeto, ou mesmo de uma empresa, tanto à curto prazo como nas projeções de longo prazo, nas quais são reproduzidos, em cada período de tempo, os

investimentos, receitas, custos, lucros e recursos gerados. Denomina-se fluxo de caixa de uma empresa ao conjunto de ingressos e desembolsos de numerário ao longo de um período determinado (ZDANOWICZ, 2000).

O fluxo de caixa para Frezatti (1997) é um dos principais instrumentos de análise e avaliação de uma empresa, integrando o caixa central, as contas correntes em bancos, contas de aplicação, receitas, despesas e as previsões.

A Tabela 5 mostra um modelo genérico de FC de uma empresa e a Figura 7 mostra uma rápida visualização do conceito de FC deste estudo. A linha horizontal representa o tempo. As setas para baixo são os valores investidos, ou seja, as saídas. E as setas para cima são os retornos do investimento ou as entradas.

*Tabela 5 - Modelo Genérico de Fluxo de Caixa*

<b>Discriminação</b>	<b>Ano 0</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>.....</b>	<b>Ano n</b>
<b>Receitas Líquidas</b>					
<b>(-) Tributos Incidentes sobre as Receitas</b>					
<b>(-/+ Custos Fixos e Variáveis</b>					
<b>(-/+ Despesas Diversas</b>					
<b>(-) Depreciação</b>					
<b>(=) LAJIR (Lucro antes dos Juros e do IR)</b>					
<b>(-) Despesas Financeiras (Juros)</b>					
<b>(=) LAIR (Lucro antes do IR)</b>					
<b>(-/+ Imposto de Renda</b>					
<b>(=) Fluxo Líquido</b>					
<b>(+) Depreciação</b>					
<b>(+/-) Capital de Giro</b>					
<b>(-) Investimentos</b>					
<b>(+) Empréstimos</b>					
<b>(-) Amortizações (Principal)</b>					
<b>(=) Fluxo de Caixa</b>					

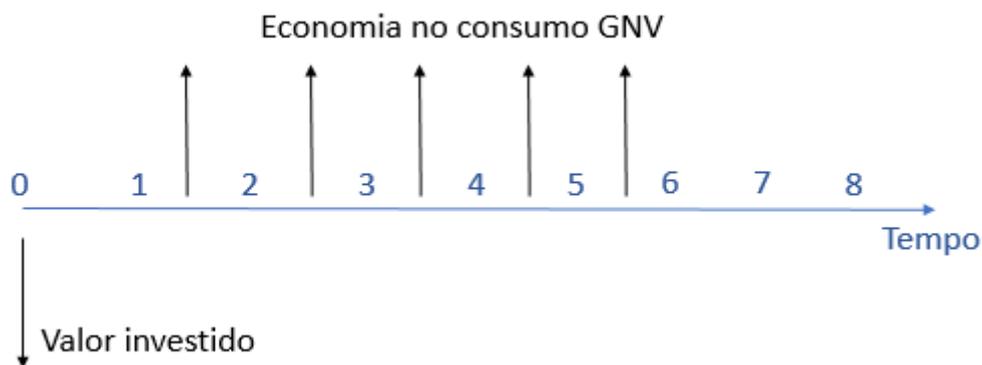


Figura 7 - Desenho fluxo de caixa

De um modo geral, as estimativas futuras de fluxo de caixa apresentam-se compostas pelo investimento inicial, pelos fluxos de caixa incrementais e pelo valor residual. No caso de empresas, outro fator que deve ser observado na análise de investimentos é a determinação do custo do capital da empresa, que analisa a perspectiva do investimento. O custo de capital deve representar uma média ponderada dos custos dos capitais investidos na empresa, sejam eles oriundos dos sócios ou de terceiros.

### 3.1.3. Payback

A primeira avaliação de um projeto de investimento é determinar o tempo necessário para recuperar o capital investido, a partir do FC estimado do projeto com seu investimento. “O método do payback é uma forma fácil, direta e simples, que estima o prazo necessário para se recuperar o investimento realizado” (BRUNI e FAMÁ, 2003)

GITMAN (2010, p.366) declara que o *payback* é o tempo necessário que uma empresa possa recuperar o investimento inicial em um projeto, calculado a partir das entradas no caixa. No caso de análise no período de um ano, o *payback* pode ser encontrado dividindo-se o investimento inicial pela entrada de caixa anual - com entradas líquidas de caixa uniformes, divide-se o investimento inicial pelas entradas anuais de caixa [BRAGA, 1995, p.283]). No caso de uma série mista de entradas de caixa, as entradas de caixa anuais precisam ser acumuladas até a recuperação do investimento inicial.[BRAGA, 1995, p.283]).

Existem dois tipos de *Payback*:

- **Payback Simples (PBS):** não considera a variação do capital ao longo do tempo. Quando se realiza a construção do fluxo de caixa anual do projeto, é considerado que todos os investimentos monetários do fluxo de caixa aconteçam no final do ano, salvo

o investimento inicial na data zero.

Modelo Matemático do PBS é mostrado abaixo:

$$\sum_{t=0}^{PBS} FC_t = 0$$

A expressão acima mostra que a soma dos capitais do fluxo de caixa do projeto de investimento da data zero até a data PBS é igual a zero e esta data PBS é a incógnita do problema.

Quanto mais amplo for o horizonte de tempo considerado maior será o grau de incertezas nas previsões. Deste modo, propostas de investimento com menor tempo de retorno apresentam melhor liquidez e, conseqüentemente, menor risco (BRAGA,1995). O método desconsidera os capitais posteriores ao tempo de recuperação, então, quando o prazo de recuperação for menor, aumentará a liquidez do projeto.

- **Payback Descontado (PBD):** considera-se uma taxa mínima requerida ( $k$ ) ao longo do tempo. Inclui-se o custo de oportunidade do capital da empresa, o valor da melhor alternativa abandonada em favor da alternativa escolhida. (BRUNI e FAMÁ, 2003). Esta melhor alternativa abandonada é medida através da taxa mínima requerida de juro ou custo de capital.

Modelo Matemático PBD:

$$\sum_{t=0}^{PBD} \frac{FC_t}{(1+k)^t}$$

- Para ambos os métodos de *payback*, o 1º capital do fluxo de caixa é um investimento e os capitais do fluxo de caixa apresentam uma única mudança de sinal. Define-se o TMT (tempo máximo tolerado) pela empresa para recuperar o capital investido. Comparando o PBS com o TMT previamente definido:

Se  $PB < TMT \Rightarrow$  projeto aprovado;

Se  $PB \geq TMT \Rightarrow$  projeto reprovado.

Estes métodos não devem ser aplicados se o investimento for programado para mais de um ano e também quando os capitais de fluxo de caixa apresentarem mais de uma mudança de sinal. (BRAGA,1995).

### 3.1.4. Valor Presente Líquido

Segundo *Cherobim et al.* (2002, p. 182), o “valor presente líquido é o valor presente das entradas líquidas de caixa menos o valor presente das saídas de caixa para investimento, descontadas ao custo de capital da empresa”. O VPL é um método que considera o fluxo de caixa descontado e a taxa de remuneração do dinheiro. É um dos métodos mais utilizados pelas empresas, quanto mais alto for o seu valor, melhor será o projeto e o retorno do investimento.

Para *Hornngren et al.* (1997, p. 555), “o método do valor presente líquido (VPL) calcula o ganho monetário líquido, ou a perda de um projeto, descontando todas as entradas e desembolsos futuros esperados para o momento atual, utilizando a taxa de retorno esperada”.

Como o VPL considera o valor do dinheiro no tempo em relação a taxa de retorno. A taxa de retorno ( $r$ ) é chamada taxa de desconto, custo de oportunidade do capital ou taxa mínima de retorno. O VPL é denominado custo de oportunidade por demonstrar o retorno devido ao investimento no projeto, que deixa de ser obtido por meio de uma aplicação no mercado financeiro. O valor presente se encontra descontando os futuros fluxos de caixa por esta taxa de retorno. No caso do Brasil, o CDI é de 6,5% a.a; onde este estudo analisará o VPL a partir do CDI mensal.

A formula de cálculo do VPL do projeto é expressa da seguinte forma:

$$\sum_{i=1}^t = \frac{FC}{(1+r)^i}$$

Podendo ser aplicado em qualquer fluxo de caixa, o VPL pode ter mais de uma mudança de sinal quando o período de FC é maior que um ano. Além disso, ele informa se o investimento aumentará o valor da empresa. Uma outra possibilidade de analisar o investindo é somando os VPLs de projetos individuais.

Quando o VPL for igual a zero, os fluxos de caixa do projeto proporcionam a taxa de retorno e recuperação do investimento. Se o VPL for maior que zero, ele gera mais caixa do que o necessário para pagamento da dívida e retorno do investimento (Brigham e Houston, 1999).

### **3.1.5. Taxa Interna de Retorno**

*Brigham e Houston* (1999, p. 384) definem a TIR como: “método de ordenação de propostas de investimento que utiliza a taxa de retorno sobre um investimento, calculada encontrando-se a taxa de desconto que iguala o valor presente das entradas de caixa futuras ao custo do projeto”. Pessoas físicas analisam que uma boa TMA pode significar a rentabilidade de um investimento de baixo risco, como uma aplicação na poupança ou um título de Tesouro

SELIC. Já empresas analisam que a TMA adotada costuma ser o custo de capital. A taxa mais utilizada, nesse caso, seriam os juros para emprestar ou tomar capital de terceiros.

Segundo Cherobim *et al.* (2002), a “Taxa Interna de Retorno: É a taxa de retorno que iguala o fluxo de caixa ao valor a investir do projeto”. TIR de um investimento é a maior taxa de retorno do FC, porque outra acima dela torna o VPL negativo. Com a TIR determina-se uma única taxa de retorno para sintetizar os méritos de um projeto. Esta taxa é dita “interna”, pois depende somente dos FCs do investimento e não de taxas oferecidas em algum outro lugar. Quanto maior for a TIR, melhor o projeto.

$$VPL = \sum_{i=1}^t \frac{FC}{(1 + TIR)^i} = 0$$

Se a TIR for maior que a TMA, o investimento deve ser aprovado; caso contrário, será rejeitado pois a rentabilidade é superada por um investimento com o mínimo de retorno previamente definido. Se a TIR é igual TMA, o investimento não traria aspectos positivos nem negativos, já que o mesmo renderia a mesma coisa que uma taxa mínima livre de risco. (Klann & Tomasi, 2010)

Dependendo dos custos iniciais de investimento, podem existir projetos com uma TIR baixa e um elevado VPL, significando que, embora retorno da empresa nesse projeto esteja lento, o mesmo pode estar adicionando uma grande quantidade de valor geral à organização. Não se deve usar a TIR para comparar projetos de comprimentos ou aspectos diferentes.

### 3.2. Parâmetro para aplicação da conversão

Para analisar a redução do consumo de combustível, foram definidos os parâmetros na Tabela 6. Os parâmetros de consumo de combustível e rendimento do motor foram definidos a partir do carro *Fiat Siena Tetrafuel* em ciclo urbano (Ficha Técnica *Grand Siena*).

Tabela 6 - Parâmetros conversão GNV

<b>Parâmetros para aplicação do modelo de GNV</b>	
<i>Distância percorrida no mês</i>	1.500 km/mês
<i>Gasto mensal com combustível</i>	R\$ 600,00
<i>Consumo do carro a gasolina</i>	13 km/L
<i>Potência regime Gasolina</i>	85 cv
<i>Consumo do carro a etanol</i>	9 km/L

<i>Potência regime etanol</i>	88 cv
<i>Consumo do carro com GNV</i>	14,3 km/m <sup>3</sup>
<i>Potência regime GNV</i>	75 cv
<i>Custo total da conversão</i>	R\$ 4.000,00
<i>Custo de oportunidade livre de risco</i>	0,56 % a.m

Apesar do benefício de redução da taxa de IPVA quando os veículos são convertidos para gás natural, o mesmo não será analisado neste estudo. Isto é justificado porque o preço do IPVA depende do ano e modelo do carro. Além disso, o desconto no IPVA varia de acordo com cada cidade ou região do Brasil.

O prazo máximo estabelecido para retorno de investimento é de 2,5 anos (30 meses). Consequentemente, todos os critérios de decisão de investimento deverão ter retorno menores de 2 anos para o projeto se tornar viável (FC limite = 2,5 anos).

### **3.3.Fatores de Variação de Preço do Combustível**

O preço do petróleo, bem como seus derivados vêm sofrendo bastante oscilações. Essas oscilações são decorrentes de diversos fatores internacionais, dentre os quais, comércio exterior, variação do dólar frente a outras moedas fortes, política externas dos países produtores de grandes quantidades de óleo. Dessa forma, qualquer variação do preço do barril, causa influência direta no preço pago pelo consumidor final nos derivados do petróleo. Isso é, a gasolina e o gás natural aumentam o preço do litro/metro cúbico sempre que há variação no preço do petróleo no mundo.

Essas variações passaram a serem mais presentes na vida do brasileiro após a PETROBRAS deixar de aplicar subsídios nos preços dos produtos finais.

No Gráfico 10 é possível ver a variação do preço do barril do óleo cru. Um fator recente que causou grande variação no preço do óleo foi a crise política na Venezuela. A Venezuela é o maior produtor de petróleo no ocidente e a crise política pela qual o país vem passando nos últimos anos fez com que sua produção de óleo caísse de forma significativa. Na comparação do Gráfico 11, é possível notar que após a queda acentuada na produção de óleo, o preço médio mostrado na figura anterior teve um crescimento. Isso se justifica pela oferta e demanda de óleo no mercado, que faz com que haja aumento do preço do óleo.



Gráfico 10 - Variação do preço do Barril do Petróleo (Infomine.2019)

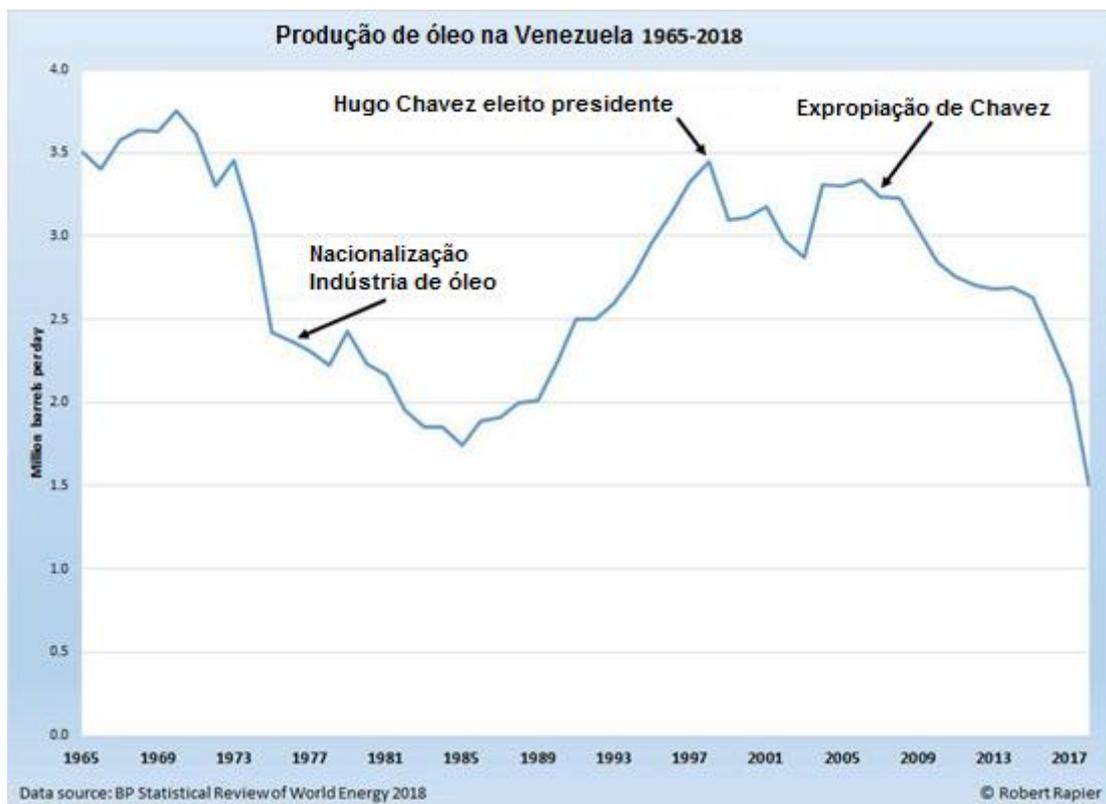


Gráfico 11 - Produção Óleo Venezuela

Outro fator que influencia para o brasileiro o preço do combustível pago é o valor do Dólar frente ao Real. No gráfico a seguir é possível notar a variação.

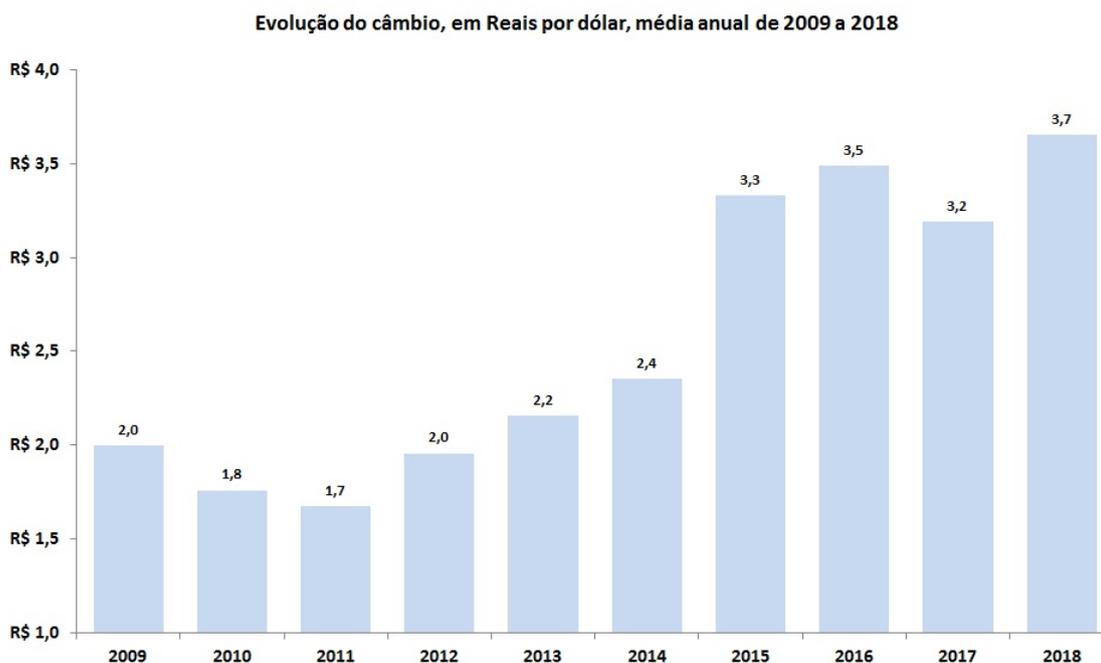


Gráfico 12 - Variação do Dólar (Fonte: Dados do Banco Central do Brasil adaptado por Farmnews)

#### 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir dos dados da ANP do Gráfico 8, analisando o período de abril de 2018 até abril de 2019, foi projetado no *software* Minitab (através da avaliação gratuita de 30 dias) os gráficos de Boxplot, Histograma e Probabilidade relacionados aos combustíveis. No Gráfico 13 observa-se, lado a lado, a variação do preço de cada combustível no período mencionado. Ele mostra que o combustível que teve maior variabilidade no período referente foi o GNV e, em seguida, a gasolina.

Diante disto, foi analisado o histograma de cada tipo de combustível a fim de fazer uma projeção para os preços dos combustíveis dos próximos meses, analisando assim, diferentes cenários neste estudo. Os histogramas servem para mostrar a frequência dos conjuntos de dados do período referente, ou seja, como está sendo a distribuição do preço dos combustíveis deste estudo.

O Gráfico 17 mostra a faixa de probabilidade dos preços de cada combustível. Observa-se que a média anual do preço dos combustíveis apresenta probabilidades baixa de ocorrerem. Por isto, dentro dos cenários serão analisados os retornos de investimentos a partir dos valores médios de cada combustível neste último ano e os valores com 95% de probabilidade de ocorrer.

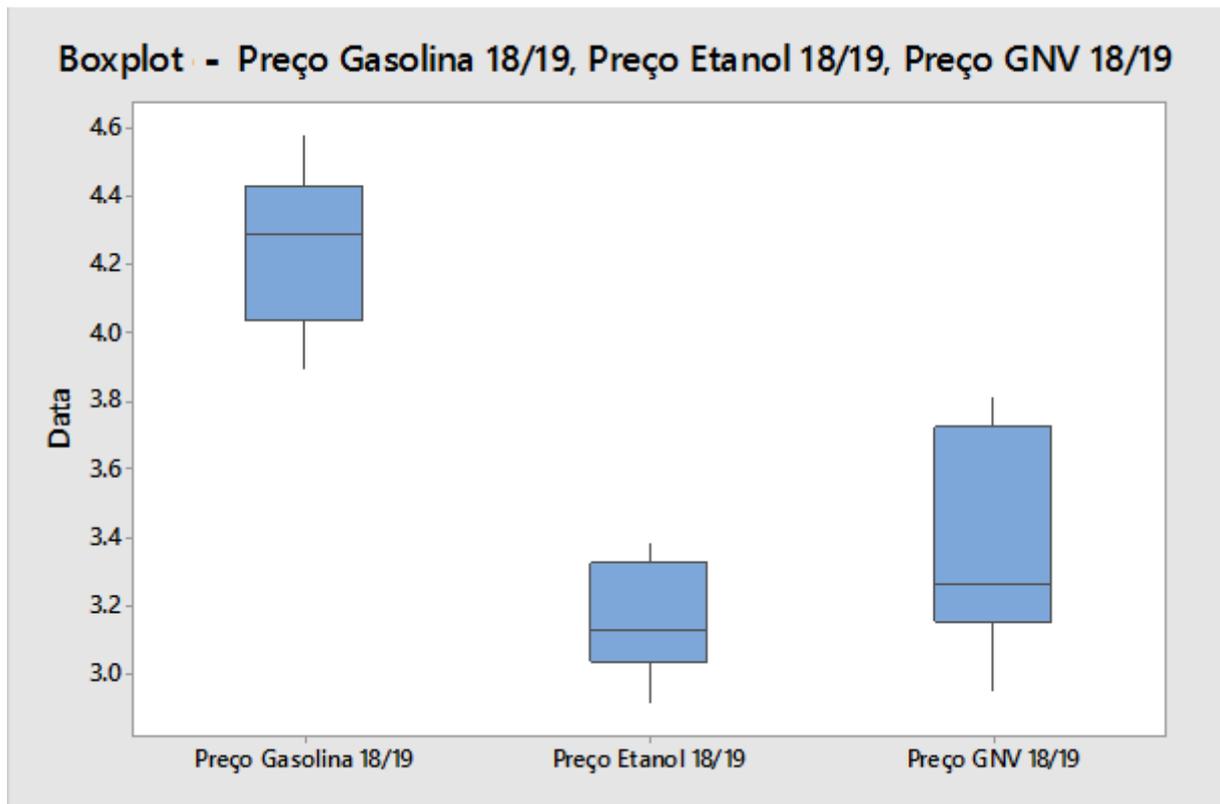


Gráfico 13 - Boxplot Comparativo Combustíveis

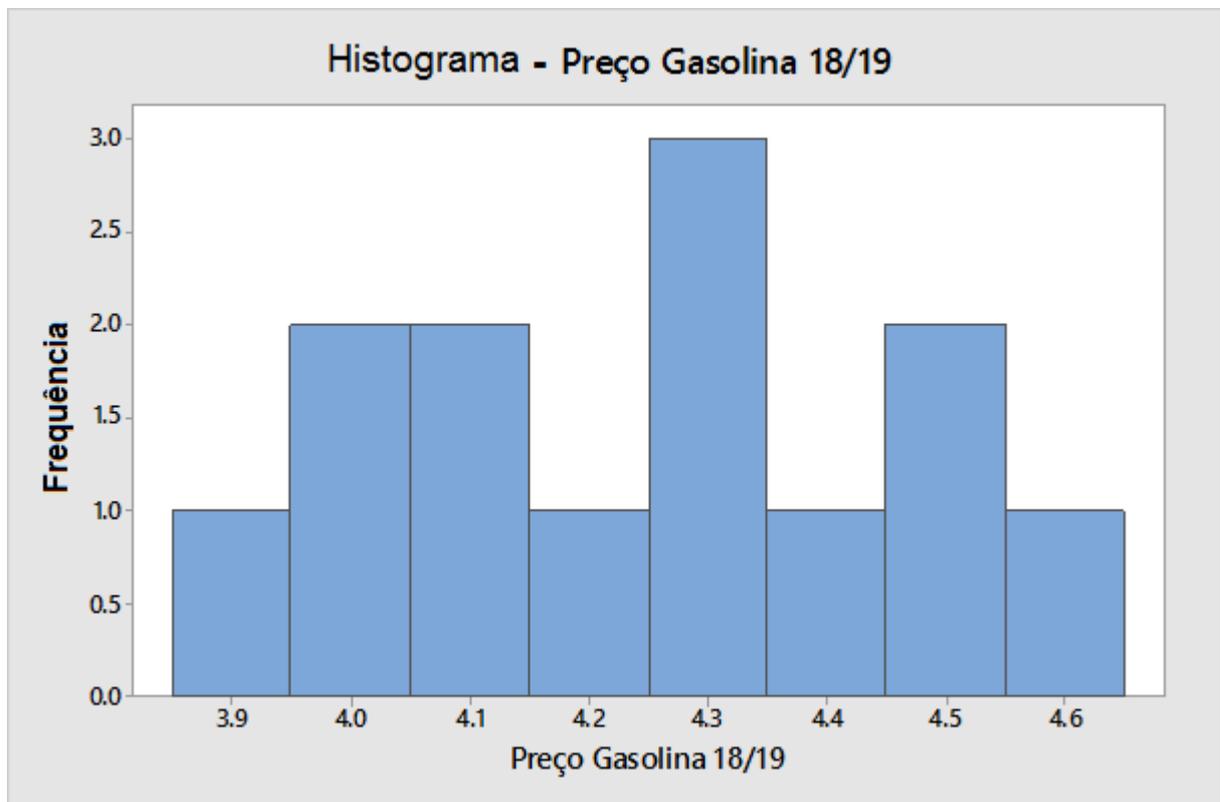
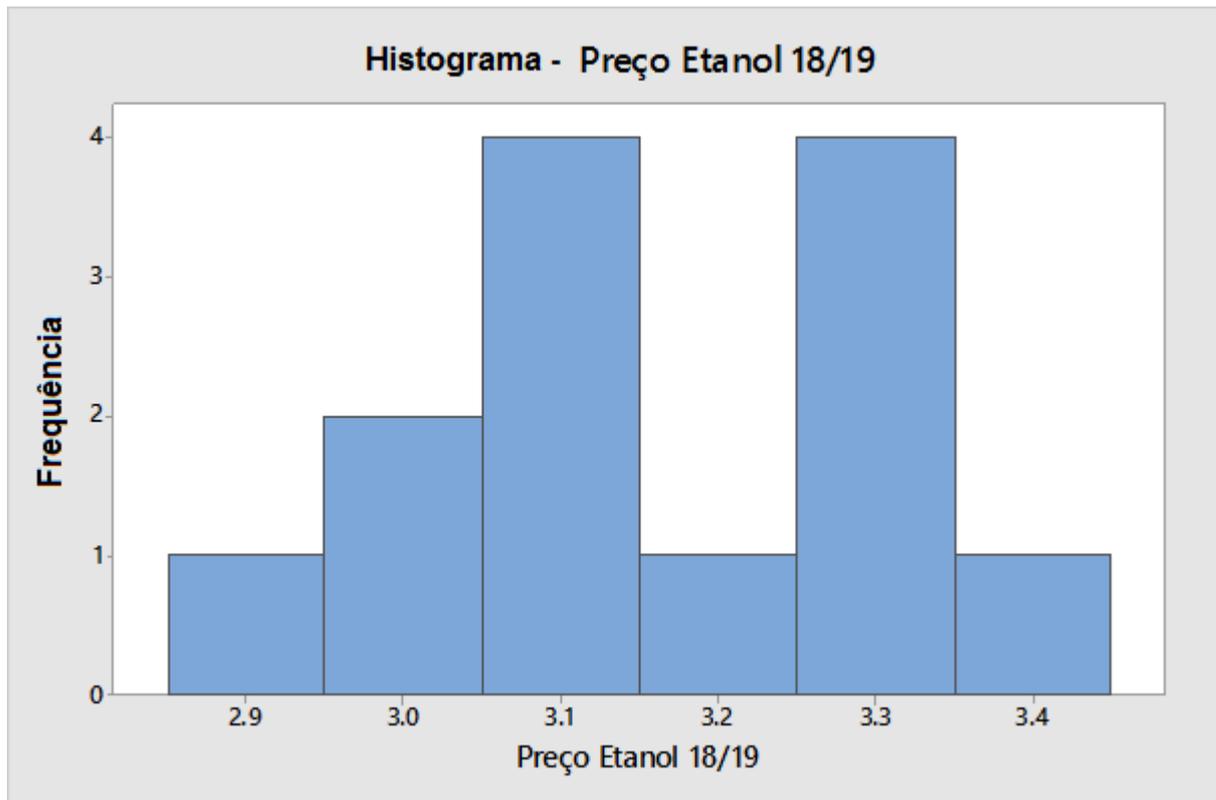
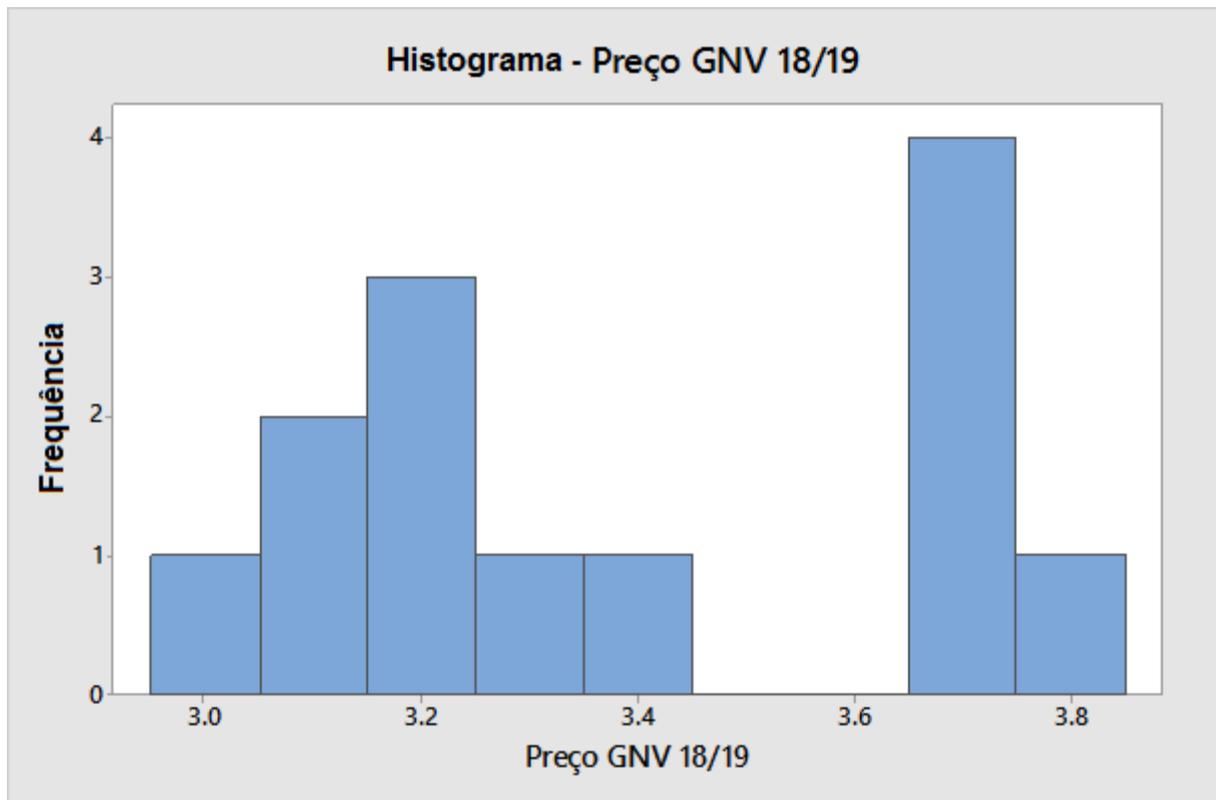


Gráfico 14 - Histograma Gasolina



*Gráfico 15 - Histograma Etanol*



*Gráfico 16 - Histograma GNV*

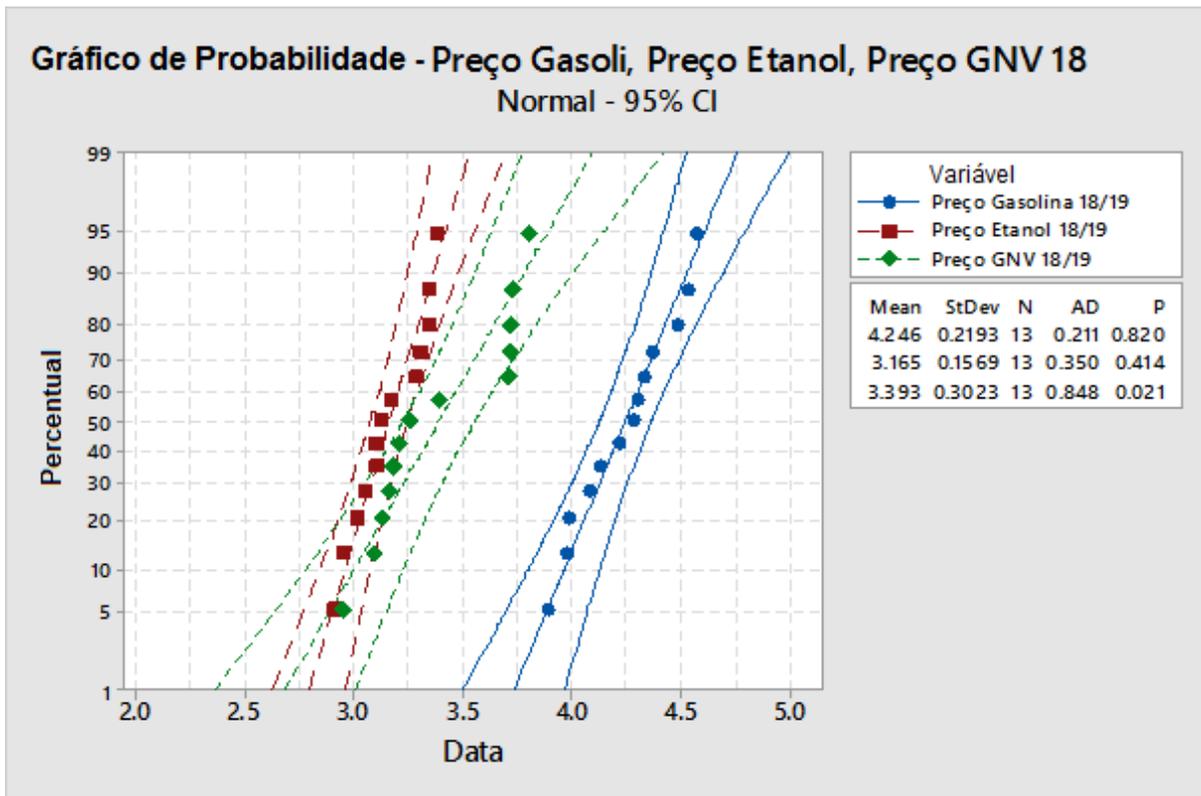


Gráfico 17 - Análise da Probabilidade dos preços dos combustíveis

Tabela 7- Tabela preços combustíveis

	PREÇO MÉDIO	PREÇO 95%
<b>GASOLINA</b>	R\$/L 4,50	R\$/L 4,574
<b>ETANOL</b>	R\$/L 3,32	R\$/L 3,384
<b>GNV</b>	R\$/m <sup>3</sup> 3,50	R\$/m <sup>3</sup> 3,81

Outra variação de análise será em função da taxa de retorno. Como os valores de custo de oportunidade do capital podem mudar, serão calculados os *paybacks* com duas taxas de juros, para deixar mais real as possíveis oportunidades de investimentos decorrentes de variações no mercado. Na Tabela 8 consegue-se analisar o histórico e variação das CDI ao longo dos anos. Com isto, será analisado o CDI do mês de Abril, com 0,56% e CDI com 1% já que no histórico mostra que pode atingir valores superiores.

Tabela 8 - Variação da taxa de rendimento CDI

TAXA RENDIMENTO CDI HOJE (%)											
MÊS/ANO	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009
Janeiro	0,54	0,58	1,04	1,05	0,93	0,84	0,59	0,88	0,86	0,66	1,04
Fevereiro	0,49	0,46	0,86	1,00	0,82	0,78	0,48	0,74	0,84	0,59	0,85
Março	-	0,53	1,00	1,16	1,04	0,76	0,54	0,81	0,92	0,76	0,97
Abril	-	0,52	0,79	1,05	0,95	0,81	0,60	0,70	0,84	0,66	0,84
Mai	-	0,52	0,88	1,11	0,98	0,86	0,58	0,73	0,98	0,75	0,77
Junho	-	0,52	0,77	1,16	1,07	0,82	0,59	0,64	0,95	0,79	0,75
Julho	-	0,54	0,76	1,11	1,18	0,94	0,71	0,67	0,96	0,86	0,78
Agosto	-	0,57	0,77	1,21	1,11	0,86	0,70	0,69	1,07	0,89	0,69
Setembro	-	0,47	0,64	1,11	1,11	0,90	0,70	0,54	0,94	0,84	0,69
Outubro	-	0,54	0,64	1,05	1,11	0,94	0,80	0,61	0,88	0,81	0,69
Novembro	-	0,49	0,57	1,04	1,05	0,84	0,71	0,54	0,86	0,81	0,66
Dezembro	-	0,49	0,54	1,12	1,16	0,96	0,78	0,53	0,90	0,93	0,72
<b>Acumulado do ano</b>	<b>0,54</b>	<b>6,42</b>	<b>9,93</b>	<b>14,00</b>	<b>13,24</b>	<b>10,81</b>	<b>8,06</b>	<b>8,40</b>	<b>11,59</b>	<b>9,75</b>	<b>9,88</b>

#### 4.1. Cenário 1 – Substituição da gasolina

Neste primeiro cenário, será analisado valores de retorno para carros com os parâmetros definidos para uso de gasolina. Os cálculos abaixo foram realizados utilizando o preço médio e a probabilidade do preço da gasolina nos próximos meses, de acordo com os valores da ANP fornecidos para o estado da Paraíba. As Tabela 9 - Fluxo de caixa com média de preço anual e Tabela 10 mostras os FCs para análise com substituição da gasolina.

Tabela 9 - Fluxo de caixa com média de preço anual

Investimento Inicial R\$ 4000.00 - Preço médio último ano					
Gasolina	tx 0.056%		tx 1%		
Mês	Correção	Fluxo de Caixa	Correção	Fluxo de Caixa	
1	R\$ 151.25	-R\$ 3,848.75	150.59198	-3849.408018	
2	R\$ 150.41	-R\$ 3,698.34	149.10097	-3700.307045	
3	R\$ 149.57	-R\$ 3,548.77	147.62473	-3552.68232	
4	R\$ 148.74	-R\$ 3,400.03	146.16309	-3406.519226	
5	R\$ 147.91	-R\$ 3,252.12	144.71594	-3261.803291	
6	R\$ 147.09	-R\$ 3,105.04	143.2831	-3118.520187	
7	R\$ 146.27	-R\$ 2,958.77	141.86446	-2976.655727	
8	R\$ 145.45	-R\$ 2,813.32	140.45986	-2836.195866	
9	R\$ 144.64	-R\$ 2,668.67	139.06917	-2697.126697	
10	R\$ 143.84	-R\$ 2,524.84	137.69225	-2559.434451	
11	R\$ 143.04	-R\$ 2,381.80	136.32896	-2423.105494	
12	R\$ 142.24	-R\$ 2,239.56	134.97917	-2288.126328	
13	R\$ 141.45	-R\$ 2,098.11	133.64274	-2154.48359	
14	R\$ 140.66	-R\$ 1,957.45	132.31954	-2022.164048	
15	R\$ 139.88	-R\$ 1,817.58	131.00945	-1891.1546	
16	R\$ 139.10	-R\$ 1,678.48	129.71232	-1761.442275	
17	R\$ 138.32	-R\$ 1,540.16	128.42804	-1633.01423	
18	R\$ 137.55	-R\$ 1,402.61	127.15648	-1505.857751	
19	R\$ 136.79	-R\$ 1,265.82	125.8975	-1379.960246	
20	R\$ 136.02	-R\$ 1,129.79	124.65099	-1255.309252	
21	R\$ 135.27	-R\$ 994.53	123.41683	-1131.892425	
22	R\$ 134.51	-R\$ 860.01	122.19488	-1009.697548	
23	R\$ 133.76	-R\$ 726.25	120.98503	-888.7125204	
24	R\$ 133.02	-R\$ 593.23	119.78716	-768.9253647	
25	R\$ 132.28	-R\$ 460.95	118.60114	-650.3242204	
26	R\$ 131.54	-R\$ 329.41	117.42688	-532.8973448	
27	R\$ 130.81	-R\$ 198.60	116.26423	-416.6331116	
28	R\$ 130.08	-R\$ 68.51	115.1131	-301.5200094	
29	R\$ 129.36	R\$ 60.84	113.97337	-187.5466409	
30	R\$ 128.64	R\$ 189.48	112.84492	-74.70172159	

Tabela 10 - Fluxo de Caixa com valores estimados

Investimento Inicial R\$ 4000.00 - Preço de P 95%				
Gasolina	tx 0.056%		tx 1%	
Mês	Correção	Fluxo de Caixa	Correção	Fluxo de Caixa
1	R\$ 127.61	-R\$ 3,872.39	R\$ 127.06	-R\$ 3,872.94
2	R\$ 126.90	-R\$ 3,745.48	R\$ 125.80	-R\$ 3,747.14
3	R\$ 126.20	-R\$ 3,619.29	R\$ 124.55	-R\$ 3,622.59
4	R\$ 125.49	-R\$ 3,493.79	R\$ 123.32	-R\$ 3,499.27
5	R\$ 124.80	-R\$ 3,369.00	R\$ 122.10	-R\$ 3,377.17
6	R\$ 124.10	-R\$ 3,244.90	R\$ 120.89	-R\$ 3,256.27
7	R\$ 123.41	-R\$ 3,121.49	R\$ 119.69	-R\$ 3,136.58
8	R\$ 122.72	-R\$ 2,998.77	R\$ 118.51	-R\$ 3,018.07
9	R\$ 122.04	-R\$ 2,876.73	R\$ 117.34	-R\$ 2,900.73
10	R\$ 121.36	-R\$ 2,755.37	R\$ 116.17	-R\$ 2,784.56
11	R\$ 120.68	-R\$ 2,634.69	R\$ 115.02	-R\$ 2,669.54
12	R\$ 120.01	-R\$ 2,514.68	R\$ 113.89	-R\$ 2,555.65
13	R\$ 119.34	-R\$ 2,395.33	R\$ 112.76	-R\$ 2,442.89
14	R\$ 118.68	-R\$ 2,276.65	R\$ 111.64	-R\$ 2,331.25
15	R\$ 118.02	-R\$ 2,158.64	R\$ 110.54	-R\$ 2,220.72
16	R\$ 117.36	-R\$ 2,041.28	R\$ 109.44	-R\$ 2,111.27
17	R\$ 116.71	-R\$ 1,924.57	R\$ 108.36	-R\$ 2,002.92
18	R\$ 116.06	-R\$ 1,808.52	R\$ 107.28	-R\$ 1,895.63
19	R\$ 115.41	-R\$ 1,693.11	R\$ 106.22	-R\$ 1,789.41
20	R\$ 114.77	-R\$ 1,578.34	R\$ 105.17	-R\$ 1,684.24
21	R\$ 114.13	-R\$ 1,464.21	R\$ 104.13	-R\$ 1,580.11
22	R\$ 113.49	-R\$ 1,350.72	R\$ 103.10	-R\$ 1,477.01
23	R\$ 112.86	-R\$ 1,237.86	R\$ 102.08	-R\$ 1,374.93
24	R\$ 112.23	-R\$ 1,125.62	R\$ 101.07	-R\$ 1,273.86
25	R\$ 111.61	-R\$ 1,014.02	R\$ 100.07	-R\$ 1,173.80
26	R\$ 110.99	-R\$ 903.03	R\$ 99.08	-R\$ 1,074.72
27	R\$ 110.37	-R\$ 792.66	R\$ 98.09	-R\$ 976.63
28	R\$ 109.75	-R\$ 682.91	R\$ 97.12	-R\$ 879.50
29	R\$ 109.14	-R\$ 573.77	R\$ 96.16	-R\$ 783.34
30	R\$ 108.53	-R\$ 465.23	R\$ 95.21	-R\$ 688.13

A partir dos Fluxos de caixa das tabelas acima, obtêm-se os valores de retorno de investimento de cada critério na Tabela 11.

Tabela 11 - Análise de Investimento substituição de gasolina

Valor dos retornos em meses	Gasolina R\$4,50 L (médio)		Gasolina R\$4,574 L (P 95%)	
	tx 0,56%	tx 1%	tx 0,56%	tx 1%
<b>Payback Simples</b>	26,298	26,298	31,16	31,16
<b>Payback Combinado</b>	28,523	30,67	34,35	37,54
<b>VPL</b>	R\$ 189,48	R\$ 37,03	R\$ 465,23	R\$ -688,13
<b>TIR</b>	0,871%	0,871%	-0,245%	-0,245%

#### 4.2. Cenário 2 – Substituição do etanol

Nesse cenário, será analisado valores de retorno para carros com os parâmetros definidos para uso de etanol. Os cálculos abaixo foram realizados utilizando o preço médio e a probabilidade do preço do etanol nos próximos meses, de acordo com os valores da ANP fornecidos para o estado da Paraíba.

Os resultados de retorno de investimentos a partir do cenário de utilização do etanol estão mostrados abaixo:

Tabela 12 - Análise de Investimento com substituição de etanol

Valor dos retornos em meses	Etanol R\$3,32 L (médio)		Etanol R\$3,384 L (P 95%)	
	tx 0,56%	tx 1%	tx 0,56%	tx 1%
<b>Payback Simples</b>	21,48	21,48	24,31	24,31
<b>Payback Combinado</b>	22,95	24,31	26,20	27,98
<b>VPL</b>	R\$ 1.128,82	R\$ 805,41	R\$ 352,73	R\$ 246,90
<b>TIR</b>	2,306%	2,306%	1,415%	1,415%

Tabela 13 - Fluxo de caixa valores de média anual

Investimento Inicial R\$ 4000.00 - Preço médio último ano				
Etanol	tx 0.056%		tx 1%	
Mês	Correção	Fluxo de Caixa	Correção	Fluxo de Caixa
1	R\$ 185.16	-R\$ 3,814.84	R\$ 184.36	-R\$ 3,815.64
2	R\$ 184.13	-R\$ 3,630.70	R\$ 182.53	-R\$ 3,633.11
3	R\$ 183.11	-R\$ 3,447.60	R\$ 180.72	-R\$ 3,452.39
4	R\$ 182.09	-R\$ 3,265.51	R\$ 178.93	-R\$ 3,273.45
5	R\$ 181.07	-R\$ 3,084.44	R\$ 177.16	-R\$ 3,096.29
6	R\$ 180.06	-R\$ 2,904.37	R\$ 175.41	-R\$ 2,920.88
7	R\$ 179.06	-R\$ 2,725.31	R\$ 173.67	-R\$ 2,747.21
8	R\$ 178.07	-R\$ 2,547.24	R\$ 171.95	-R\$ 2,575.25
9	R\$ 177.07	-R\$ 2,370.17	R\$ 170.25	-R\$ 2,405.00
10	R\$ 176.09	-R\$ 2,194.08	R\$ 168.56	-R\$ 2,236.44
11	R\$ 175.11	-R\$ 2,018.98	R\$ 166.90	-R\$ 2,069.54
12	R\$ 174.13	-R\$ 1,844.85	R\$ 165.24	-R\$ 1,904.30
13	R\$ 173.16	-R\$ 1,671.68	R\$ 163.61	-R\$ 1,740.69
14	R\$ 172.20	-R\$ 1,499.49	R\$ 161.99	-R\$ 1,578.70
15	R\$ 171.24	-R\$ 1,328.25	R\$ 160.38	-R\$ 1,418.32
16	R\$ 170.29	-R\$ 1,157.96	R\$ 158.80	-R\$ 1,259.53
17	R\$ 169.34	-R\$ 988.63	R\$ 157.22	-R\$ 1,102.30
18	R\$ 168.39	-R\$ 820.23	R\$ 155.67	-R\$ 946.63
19	R\$ 167.46	-R\$ 652.78	R\$ 154.13	-R\$ 792.51
20	R\$ 166.52	-R\$ 486.25	R\$ 152.60	-R\$ 639.91
21	R\$ 165.60	-R\$ 320.66	R\$ 151.09	-R\$ 488.82
22	R\$ 164.67	-R\$ 155.98	R\$ 149.59	-R\$ 339.23
23	R\$ 163.76	R\$ 7.78	R\$ 148.11	-R\$ 191.12
24	R\$ 162.84	R\$ 170.62	R\$ 146.65	-R\$ 44.47
25	R\$ 161.94	R\$ 332.56	R\$ 145.19	R\$ 100.72
26	R\$ 161.04	R\$ 493.59	R\$ 143.76	R\$ 244.48
27	R\$ 160.14	R\$ 653.73	R\$ 142.33	R\$ 386.81
28	R\$ 159.25	R\$ 812.98	R\$ 140.92	R\$ 527.73
29	R\$ 158.36	R\$ 971.34	R\$ 139.53	R\$ 667.26
30	R\$ 157.48	R\$ 1,128.82	R\$ 138.15	R\$ 805.41

Tabela 14 - Fluxos de caixa com valores estimados

Investimento Inicial R\$ 4000.00 - Preço de P 95%				
Etanol	tx 0.056%		tx 1%	
Mês	Correção	Fluxo de Caixa	Correção	Fluxo de Caixa
1	R\$ 162.93	-R\$ 3,837.07	R\$ 163.64	-R\$ 3,836.36
2	R\$ 161.32	-R\$ 3,675.75	R\$ 162.73	-R\$ 3,673.63
3	R\$ 159.72	-R\$ 3,516.03	R\$ 161.83	-R\$ 3,511.80
4	R\$ 158.14	-R\$ 3,357.89	R\$ 160.92	-R\$ 3,350.88
5	R\$ 156.57	-R\$ 3,201.32	R\$ 160.03	-R\$ 3,190.85
6	R\$ 155.02	-R\$ 3,046.30	R\$ 159.14	-R\$ 3,031.71
7	R\$ 153.49	-R\$ 2,892.81	R\$ 158.25	-R\$ 2,873.46
8	R\$ 151.97	-R\$ 2,740.84	R\$ 157.37	-R\$ 2,716.09
9	R\$ 150.46	-R\$ 2,590.38	R\$ 156.49	-R\$ 2,559.60
10	R\$ 148.97	-R\$ 2,441.41	R\$ 155.62	-R\$ 2,403.97
11	R\$ 147.50	-R\$ 2,293.91	R\$ 154.76	-R\$ 2,249.22
12	R\$ 146.04	-R\$ 2,147.87	R\$ 153.89	-R\$ 2,095.33
13	R\$ 144.59	-R\$ 2,003.28	R\$ 153.04	-R\$ 1,942.29
14	R\$ 143.16	-R\$ 1,860.12	R\$ 152.18	-R\$ 1,790.11
15	R\$ 141.74	-R\$ 1,718.37	R\$ 151.34	-R\$ 1,638.77
16	R\$ 140.34	-R\$ 1,578.03	R\$ 150.49	-R\$ 1,488.28
17	R\$ 138.95	-R\$ 1,439.08	R\$ 149.66	-R\$ 1,338.62
18	R\$ 137.57	-R\$ 1,301.51	R\$ 148.82	-R\$ 1,189.80
19	R\$ 136.21	-R\$ 1,165.30	R\$ 147.99	-R\$ 1,041.80
20	R\$ 134.86	-R\$ 1,030.43	R\$ 147.17	-R\$ 894.63
21	R\$ 133.53	-R\$ 896.91	R\$ 146.35	-R\$ 748.29
22	R\$ 132.21	-R\$ 764.70	R\$ 145.53	-R\$ 602.75
23	R\$ 130.90	-R\$ 633.80	R\$ 144.72	-R\$ 458.03
24	R\$ 129.60	-R\$ 504.20	R\$ 143.92	-R\$ 314.11
25	R\$ 128.32	-R\$ 375.88	R\$ 143.12	-R\$ 170.99
26	R\$ 127.05	-R\$ 248.83	R\$ 142.32	-R\$ 28.67
27	R\$ 125.79	-R\$ 123.04	R\$ 141.53	R\$ 112.86
28	R\$ 124.54	R\$ 1.50	R\$ 140.74	R\$ 253.60
29	R\$ 123.31	R\$ 124.81	R\$ 139.96	R\$ 393.55
30	R\$ 122.09	R\$ 246.90	R\$ 139.18	R\$ 532.73

## CONCLUSÕES

A partir dos dados expostos, pode-se concluir que há um espaço significativo para o crescimento do gás natural na matriz de transportes do Brasil. Isto decorre do crescimento da produção de gás natural no Brasil, de políticas de incentivos do governo e também do crescimento da utilização de veículos *flex*, que servem de abertura para implementação de sistemas de GNV nos veículos.

Ademais, mesmo com a elevação dos preços do GNV, o tópico 4 mostra que não há retorno do investimento e ganho monetário líquido, analisando o VPL e TIR apenas no cenário 1, com valor da gasolina determinado a partir da análise de probabilidade. Do critério de análise de *payback* - durante o período selecionado antes da análise de viabilização do projeto (2,5 anos ou 30 meses) – existe retorno financeiro em todas as situações do cenário 2; porém apenas há retorno no cenário 1 com taxa de 0,056% e valor da gasolina a R\$4,50 o litro.

O gás natural também é uma alternativa para a mobilidade na transição para economia de baixo carbono, apresentando benefícios ambientais e econômicos em relação ao óleo diesel e gasolina para mobilidade urbana. Além disto, a inserção do gás natural em veículos leves e pesados também pode ser importante para reduzir as importações de gasolina e óleo diesel.

Para trabalhos futuros, pode-se estudar a viabilidade financeira em frotas de táxis e veículos pesados. Além disso, uma análise mais profunda de custos de manutenção e perda de potência nos veículos com a escolha de diferentes combustíveis pode ser mais uma sugestão de continuação de estudo.

## 5. REFERÊNCIAS

ABEGÁS. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE GÁS CANALIZADO. **GÁS NATURAL USO AUTOMOTIVO**. Disponível em: <https://www.abegas.org.br/uso-automotivo>. Acesso em maio de 2019.

BRAGA, Roberto. **Fundamentos e técnicas de administração financeira**. São Paulo: Atlas, 1995.

BRIGHAM, E.F.; HOUSTON, J.F. **Fundamentos da moderna administração financeira**. São Paulo: Campus, 1999.

BRUNI, A.L.; FAMÁ, R. **As decisões de investimentos**. São Paulo: Atlas, 2003.

BP. (2018). Statistical Review of World Energy. Relatório Estatístico. Acesso em maio de 2019, disponível em <https://www.bp.com/content/dam/bp/businesssites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>

CHAVES, R. T. **Estudo do uso de misturas de etanol hidratado e gasolinas automotivas em um motor ASTM-DFR**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2013.

CHEROBIM *et al.* **Administração financeira: princípios, fundamentos e práticas brasileiras**. São Paulo, 2002.

**Dicionário Infopédia da Língua Portuguesa** [em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2019. [consult. 2019-05-24 02:19:15]. Disponível na Internet: <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/investimento>

EPE.(Fonte: Empresa de Pesquisa Energética: <<http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2019.

FREZATTI, Fábio. **Gestão de fluxo de caixa diário: como dispor de um instrumento fundamental para o gerenciamento do negócio**. São Paulo: Atlas, 1997.

GÁS POINT. **Guia de conversão para GNV**. Disponível em: <<http://www.gaspoint.com.br/gnv/>>. Acesso em: 21 de maio de 2019.

GÁS BRASILIANO. **Simulador de Consumo**. Disponível em: <<http://www.gasbrasiliano.com.br/automotivo/aplicacoes/>>. Acesso em 21 de Maio de 2019.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios de Administração Financeira**. 8ªed, Porto Alegre: Bookman, 2010.

HEYWOOD J.B. **Internal Combustion Engine**. Massachusetts; 1988.

HORNGREN et al. **Contabilidade de custos**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

IEA. World Energy Outlook 2014. **International Energy Agency**, 2015

KHAN, M. I.; YASMIN, T.; SHAKOOR, A. **Technical overview of compressed natural gas (CNG) as a transportation fuel**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 51, p. 785–797, 2015.

Klann, R. C., & Tomasi, G. **Análise de viabilidade de instalação de kit GNV em veículos com a utilização do valor presente líquido e taxa interna de retorno**, 16p. REVISTA CATARINENSE DA CIÊNCIA CONTÁBIL, 2010.

MME/EPE – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA / EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2017**, Ano-base 2016. Brasília: Empresa de Pesquisa Energética, 2017.

MT e MCID - MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES E MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima (PSTM)**. Brasília: Ministério dos Transportes e Ministério das Cidades (coord.), 2013.

PAVANI, R. H. **Análise das vantagens e desvantagens no uso do gás natural em veículos de passeio**. Monografia, 88p. Escola de Engenharia Mauá. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Automotiva. São Caetano do Sul, 2012.

PB GÁS.Fonte: COMPANHIA PARAIBANA DE GÁS - **O que é Gás Natural?**: <[http://www.pbgas.com.br/?page\\_id=195](http://www.pbgas.com.br/?page_id=195)> . Acesso em maio de 2019.

SEEG. **Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa**. Disponível em: <<http://www.seeg.eco.br>>. Acesso em maio de 2019.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos: Fundamentos, técnicas e aplicações**. São Paulo: Atlas, 1995.

SOUSA, M. L. **O gás natural como alternativa energética para os segmentos industrial e veicular em Campina Grande – PB**. Tese, 183p. Universidade Federal de Campina Grande. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Campina Grande-PB, 2009.

ZDANOWICZ, José Eduardo. Fluxo de caixa: uma decisão de planejamento e controle financeiros. 5.ed. Porto Alegre: Sagra-DC Luzzatto, 1992.