

**CENTRO UNIVERSITÁRIO GERALDO DI BIASE  
FUNDAÇÃO EDUCACIONAL ROSEMAR PIMENTEL  
PRÓ-REITORIA DE ASSUNTOS ACADÊMICOS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS, DA TERRA E ENGENHARIAS – ICETE  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**ESTUDO COMPARATIVO DA DEGRADAÇÃO DO ÓLEO  
LUBRIFICANTE DE MOTORES AUTOMOTIVOS COM A UTILIZAÇÃO  
DE GASOLINA/GNV**

**Daiane Oliveira Nunes  
Douglas Ferreira Evangelista**

Volta Redonda, 2019

**Daiane Oliveira Nunes  
Douglas Ferreira Evangelista**

**ESTUDO COMPARATIVO DA DEGRADAÇÃO DO ÓLEO  
LUBRIFICANTE DE MOTORES AUTOMOTIVOS COM A UTILIZAÇÃO  
DE GASOLINA/GNV**

Projeto de Pesquisa apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel pelo Curso Engenharia Mecânica, do Instituto de Ciências Exatas, da Terra e engenharia, do Centro Universitário Geraldo Di Biase.

Professor-orientador: Marcelo Costa Martins

Volta Redonda, 2019

# ESTUDO COMPARATIVO DA DEGRADAÇÃO DO ÓLEO LUBRIFICANTE DE MOTORES AUTOMOTIVOS COM A UTILIZAÇÃO DE GASOLINA/GNV

Daiane Oliveira Nunes <sup>1</sup>  
Douglas Ferreira Evangelista  
Marcelo Costa Martins<sup>1</sup>

## RESUMO

O presente artigo apresenta um estudo de análise comparativa dos óleos lubrificantes utilizado em veículos automotivos. A análise de óleo é uma ferramenta da manutenção preditiva, visando verificar as possíveis influências que o uso da Gasolina e do GNV pode ter sobre as propriedades físico-químicas do lubrificante. Os fabricantes de óleos lubrificantes determinam que a cada dez mil quilômetros rodados (óleos sintéticos) os mesmos devem ser substituídos. Um funcionamento de um motor está ligado ao uso de um lubrificante que seguem as especificações do fabricante e possuem várias funções, a principal delas é manter as partes móveis do motor com o mínimo de atrito entre si. O uso de um lubrificante fora das especificações ou com contaminantes gera uma cadeia de problemas ao motor como desgaste, superaquecimento e baixo rendimento. Este trabalho consiste em um estudo de caso comparativo, com o intuito de comprovar que há mais degradação do óleo lubrificante quando se utiliza em veículos utilizando Gasolina do que qu GNV (gas natural veicular). Para as análises do estudo foram retiradas amostras do lubrificante 0W20 da marca ACDelco utilizada em ambos combustíveis dos veículos da marca Chevrolet, modelo Cobalt 1.8 8V e mesmo serviço (10 mil km). As amostras foram enviadas para análise em laboratório, foram verificados fatores parâmetros que podem causar a degradação do lubrificante com a utilização dos dois combustíveis.

**Palavras-chave:** Lubrificantes. Motor. GNV. Gasolina. Análise.

---

<sup>1</sup> Docente Orientador do Curso de Engenharia Mecânica no Centro Universitário Geraldo Di Biase (UGB) graduado em Engenharia Mecânica pelo Centro Universitária de Volta Redonda (UNIFOA). E-mail: marcelo.costa.martins@hotmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

Todos os dias milhares de veículos são produzidos e comercializados em todo o mundo. Embora quando se tratando de tecnologia de motores, temos: carros híbridos (motor a combustão de interna + motor elétrico), motores elétricos e em sua grande maioria utilizados no mundo são motores a combustão interna. Nos países mais desenvolvidos a frota de carros movidos por combustíveis fósseis estão sendo substituídos por motores elétricos visando a sustentabilidade. Se tratando de carros híbridos e carros elétricos ainda são tecnologias muito caras, inclusive no Brasil. Devido a esse alto custo de veículos movidos a energia renovável, empresas automotivas ainda investem em veículos a combustão interna movidos a combustíveis fósseis.

Se tratando do combustível GNV, poucas empresas automotivas investem neste tipo de tecnologia, embora tenhamos uma abundante reserva de gás natural. A alguns anos atrás a Volkswagen e a Ford juntaram-se a uma empresa italiana fabricante de equipamentos para GNV (BRC) e elaboraram projetos para alguns veículos da marca para que pudessem utiliza-lo como combustível alternativo e mantivessem a garantia no mesmo, era chamados de “Projeto Volks” e “Projeto Ranger”. Essa mesma empresa italiana iniciou um projeto junto a Toyota em 2014 com o modelo Etios, utilizado muito por taxistas no Rio de Janeiro, mas não deram sequência a esse projeto.

Por muitos anos a Fiat comercializou o modelo Siena Tetrafuel, que já vinha equipado com GNV de fábrica. Esse modelo de veículo foi muito vendido, tendo como principal atrativo a garantia total de fábrica. Apesar deste veículo não está sendo equipado mais com esse “kit” na fábrica, a Fiat lançou esse ano de 2019 o modelo Siena já pré-disposto à GNV, onde se respeitando os critérios de instalação pré-estabelecidos pela montadora, o proprietário terá garantia total de fábrica.

Uma novidade que pode mudar os conceitos de GNV no país é a fabricante de caminhões Scania que acabou de lançar um modelo de carreta movido à GNV, onde alterou seu motor Ciclo Diesel para Ciclo Otto e será comercializado a partir do próximo ano, 2020.

Fabricantes europeus de equipamentos GNV ainda investem em novas tecnologias, onde visam atender o mercado atual automobilístico. Essa tecnologia tem andado em paralelo com a tecnologia utilizada nos carros atuais do mercado, temos como exemplo o equipamento de 6ª Geração de GNV, onde se aplica à carros injeção direta. Empresas brasileiras que comercializam esses equipamentos já estão testando um novo kit para carros movidos à Diesel, os mais atuais chamados de Injeção Common Rail.

O GNV gera milhões na economia do país, onde não se limita apenas na venda do próprio produto, o gás natural, mas também na implantação de novas tecnologias, postos de abastecimento, instaladoras de GNV, órgãos de inspeção, Inmetro, empresas que importam, nacionalizam e comercializam os equipamentos, fabricantes de cilindros. Tudo isso gera milhares de empregos.

O governo em alguns estados incentiva o uso de GNV pelo seu benefício ao meio ambiente. Como por exemplo, no estado do RJ carros convertidos à GNV tem aproximadamente 67% do IPVA reduzido, onde atrai vários consumidores.

Se tratando do produto gás natural para o consumidor final com o intuito de economizar no custo mensal de combustível é viável para grande maioria de proprietários de veículos principalmente para frotistas e taxistas pelo seu custo inferior se tratando do custo do combustível liquido, gasolina ou etanol e o m3 de GNV que rende aproximadamente 30% a mais que o litro de gasolina,

Mesmo com a implementação de novas tecnologias, a diminuição dos gases nocivos ao meio ambiente, economia de combustível, redução da cota do IPVA e o aquecimento da economia do país, há um paradigma de que o GNV é prejudicial ao motor do veículo, inibindo muitos proprietários a não utilizar esse recurso. Com base nisso resolvemos elaborar um estudo para saber se procede ou não essa proposição. Podemos fazer uma analogia, o óleo do motor sendo o sangue do motor, e que se pudéssemos analisar esse lubrificante dos carros que utilizam GNV e outros que utilizam apenas a gasolina como combustível e comparar suas propriedades através de análises laboratoriais após seu tempo de utilização e comparando um o óleo novo, poderemos saber a veracidade da informação.

Nosso estudo consiste na análise comparativo da degradação de óleo lubrificante da marca ACDelco 0W20 de motores automotivos com a utilização de gasolina/GNV onde coletamos amostras de veículos idênticos, modelo Colbat, motor 1.8 da marca Chevrolet, nos quais alguns utilizava apenas gasolina e outros que utilizavam GNV (aproximadamente 80% do tempo). Com o tempo de utilização o óleo lubrificante vai perdendo suas propriedades e sua eficiência por conta de vários fatores podendo aumentar a probabilidade de desgaste do motor. Acreditamos que por mais tempo que o óleo mantiver suas propriedades iniciais, menor será o desgaste do motor e mais longa será o período de troca, aumentando a vida útil do óleo e do motor.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

O referencial teórico deste presente artigo foi estruturado em oito tópicos, a saber: óleos lubrificantes, principais propriedades dos óleos lubrificantes automotivos, óleo multiviscoso, tribologia, interpretação de análise do óleo usado, gás natural veicular, gasolina, motores.

### **2.1 Óleos lubrificantes**

A lubrificação de motores é afetada pela temperatura de operação em seu funcionamento, ocorrendo mudanças em suas propriedades físico-químicas, em especial o lubrificante deve ser eficiente em temperaturas baixas e em temperaturas muito altos atingidos na câmara de combustão.

Com a lubrificação, pretende-se reduzir o desgaste de pistões, cilindros, anéis e superfícies dos mancais, diminuir o atrito entre esses componentes; resfriamento das superfícies dos mancais com a retirada do calor gerado por atrito; limpeza das superfícies e retirada das partículas metálicas por meio do óleo com propriedades magnéticas; auxiliar a vedação como, entre a câmara de combustão e o cárter ou entre os anéis e da parede do cilindro, assim como dos componentes dos motores conforme explica Brunetti.

### **2.2 Principais propriedades dos óleos lubrificantes automotivas**

Segundo Franco para atender as suas finalidades, os óleos lubrificantes para motores de combustão interna (MCI) devem possuir um conjunto de propriedades:

### 2.2.1 Estabilidade

É a propriedade pela qual um óleo é capaz de resistir a oxidação para que não se formem ácidos, vernizes e sedimentos. Em geral, o óleo está em permanente contato com o ar e é submetido a temperaturas elevadas durante operação dos equipamentos que lubrifica. Tais condições são muito propícias à oxidação do óleo, a qual é acelerada pelo efeito catalítico dos metais que compõe as peças e pelos contaminantes. A oxidação gera inicialmente, produtos oxigenados que se polimerizam e aumentam a viscosidade do óleo. Os produtos da oxidação do óleo elevam a viscosidade e modificam a cor do óleo, sendo que a natureza ácida dessas substancia concorre para o desgaste das partes metálicas.



Figura 01: Veículo Cobalt com o kit GNV respectivamente  
Fonte: (Autor próprio; 2019)



Figura 02: Veículo Cobalt sem kit GNV respectivamente  
Fonte: (Autor próprio; 2019)

### 2.2.2 Corrosão

O óleo não deve ser corrosivo, mas, além disso, deve ser uma proteção contra corrosão. Se não estiverem contaminados, os lubrificantes minerais, ou seja, os lubrificantes derivados do petróleo não são corrosivos para a maioria dos metais utilizados na construção de máquinas. Entretanto, os óleos se oxidam com o tempo, formando ácidos orgânicos que são bastante corrosivos para o chumbo e para as ligas de chumbo, mas pouco para o cobre e o ferro.

### 2.2.3 Total Base Number - TBN ou Reserva Alcalina

A reserva alcalina de um óleo é a quantidade de ácido expressa em um mg de hidróxido de potássio necessária para neutralizar os constituintes básicos presente em um grama de óleo. É expresso em mg KOH/g. É uma medida do potencial alcalino do óleo, para neutralizar os ácidos provenientes dos gases de combustão. Um TBN baixo significa o esgotamento da capacidade detergente/dispersante dos aditivos presentes no óleo.

### 2.2.4 Resistência à Extrema Pressão

Quando duas superfícies metálicas são lubrificadas em serviços severos o filme pode ser destruído, e, a partir daí, as partes metálicas, friccionando umas com as outras causam, inicialmente, perda de metal e depois, a solda das peças.

### 2.2.5 Viscosidade

A viscosidade de um óleo é definida como sendo a força por unidade de área necessária para produzir um gradiente de velocidade unitária ou, apenas qualitativamente, a menor ou maior facilidade de o óleo escoar.

O significado fundamental da viscosidade pode ser ilustrado considerando as duas placas paralelas. Uma fixa e outra móvel sobre a ação de uma força  $F$ , paralela à placa fixa e separadas por uma película de lubrificante de espessura  $y$  conforme a figura 03.

$$\tau = u \frac{dv_x}{dy} \quad u = \frac{\tau}{\frac{dv_x}{dy}}$$

Fórmula: Tensão de cisalhamento e viscosidade

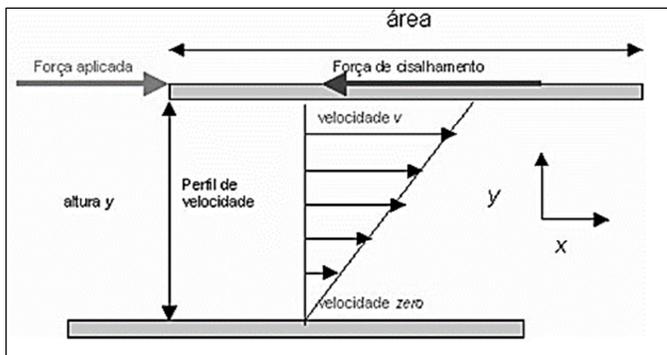
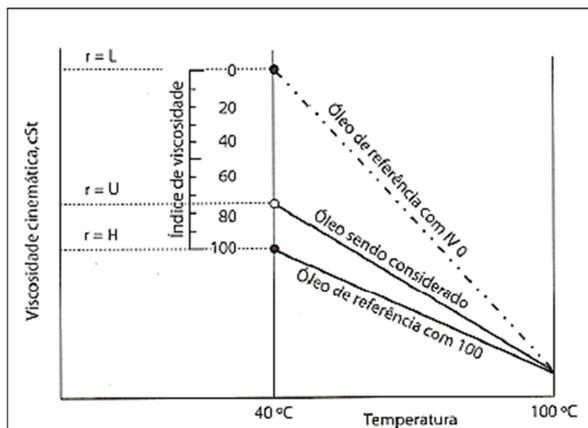


Figura 03: Movimento de superfícies paralelas – Viscosidade  
Fonte: Livro Brunetti

### 2.2.6 Índice de Viscosidade

Índice de viscosidade (Iv) de um óleo é um valor empírico que estabelece uma relação entre variação de sua viscosidade com a temperatura e a variação da viscosidade de dois óleos adotados como padrões um de alta sensibilidade (Iv=0) e outro de baixa (Iv=100).



$$Iv = 100 \left( \frac{U - H}{L - H} \right)$$

Figura 04: Diagrama esquemático e fórmula para mostrar o processo de terminação do IV  
Fonte: livro Brunetti

Em resumo para todos os óleos a viscosidade diminui com a temperatura, mas a dos óleos de alto Iv não varia tanto quanto a dos óleos de baixo Iv, na mesma amplitude de variação de temperatura conforme Brunetti.

## 2.3 Óleos multiviscosos

Os óleos multiviscosos ou também chamados de multigrav, são aqueles que atendem os requisitos de mais de um grau de viscosidade da classificação SAE. Aos óleos que tem uma boa fluidez a baixas temperaturas, mas, também dão a proteção necessária, com a viscosidade adequada na temperatura de operação do motor. Essa propriedade é conseguida com óleos com alto índice de viscosidade, que apresentam uma pequena variação da viscosidade com as mudanças de temperatura.

Durante algum tempo acreditou-se que esses óleos seriam apenas úteis em países onde a temperatura ambiente atingem níveis bastante baixos, dificultando de formar sensível a partida do motor. Com o advento de especificações com limites pra economia de combustível e a necessidade de minimizar o desgaste das partes altas do motor, verificou-se que os óleos de viscosidade mais baixa apresentavam melhor rendimento, desde que mantivessem uma viscosidade de operação do motor. Ao atingirem as partes altas do motor rapidamente, evitam o contato prolongado de metal com metal nos primeiros segundos da partida, que é quando o maior desgaste acontece conforme Brunetti.

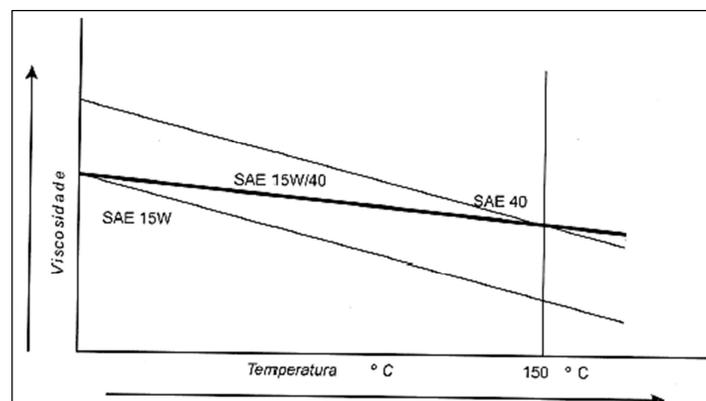


Figura 05: Variação da viscosidade com a temperatura  
Fonte: Livro lubrificantes lubrificação industrial

## 2.4 - Tribologia

Segundo Brunetti, a tribologia é o estudo dos fenômenos e mecanismos de atrito, lubrificação e desgaste. Sendo o motor composto por dezenas de peças que

giram e / ou deslizam uma contra a outra, um cuidadoso estudo da tribologia dos sistemas dos motores é necessário para garantir a durabilidade e eficiência exigida pela indústria. Um desgaste excessivo das peças pode acarretar em folgas e vibrações inaceitáveis. Em razão do impacto no consumo do combustível e nível de emissões do motor, há também uma crescente preocupação em reduzir as perdas por atrito.

As perdas mecânicas provocadas pelo atrito afetam o desempenho do motor. Embora essas perdas sejam uma porcentagem relativamente modesta do total de energia consumida, elas apresentam uma fração importante da potência útil, em especial, em regimes de carga parcial, típicos do uso urbano. Estima-se que uma redução de perdas por atrito de 10% resultaria numa diminuição no consumo de combustível de ordem de 3%. As maiores perdas por atrito são dos sistemas pistão-anéis-cilindro, bronzinas, eixo de válvula e bomba de óleo, etc. conforme Brunetti.

## **2.5 Interpretações de análise do óleo usado**

Segundo Carreteiro e Belmiro para interpretar as análises de óleo lubrificante, devem verificar as propriedades a seguir.

### **2.5.1 Densidade**

A densidade não permite indicar se o óleo deve ou não permanecer em serviço. Entretanto, ela aponta contaminações com outros produtos. No caso específico dos óleos para motores, um aumento na densidade pode determinar a presença de insolúveis, água; contaminação com produtos de maior densidade, produtos oxidados e uma diminuição pode determinar pela presença de contaminação com produtos de menor densidade e pela presença de combustível.

### **2.5.2 Viscosidade**

A viscosidade é a característica mais importante no controle do uso do lubrificante. É pouco provável que um aumento da viscosidade atinja o limite máximo permissível, um aumento pode ser devido à presença de insolúveis, produtos oxidados, reposição com óleo mais viscoso e presença de água, a diminuição pode

ocorrer pela presença de combustível, reposição com óleo menos viscoso, cisalhamento do aditivo melhorador do índice de viscosidade.

### **2.5.3 Índice de viscosidade**

Permite indicar a natureza do óleo básico. Como orientação qualquer do índice de viscosidade de óleos em uso pode ser devido a: reposição de índice de viscosidade diferentes; cisalhamento do aditivo melhorador de viscosidade.

### **2.5.4 Nitração**

De acordo com Robson (2000) os produtos da nitração são formados quando os compostos orgânicos são expostos a altas temperaturas e pressões na presença de nitrogênio e oxigênio. Estes se apresentam geralmente na forma de óxido de nitrogênio, tais como NO, NO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O. Como consequência do aumento da viscosidade do óleo e de alguns destes produtos formados serem ácidos, os produtos de nitração são a principal causa do acúmulo de verniz ou laca no motor.

## **2.6 Gás natural veicular**

A conversão dos veículos para o gás natural, principalmente nas frotas de táxis dos grandes centros, ajudou a popularizar o GNV. Ele é um combustível fóssil, como o petróleo, porém com alguns diferenciais: Ele oferece vantagem no custo por quilômetro rodado; por ser seco, não provoca resíduos de carbono nas partes internas do motor, aumentando a vida útil e o intervalo de trocas de óleo; possui baixa emissão de nitrogênio, dióxido de carbono e enxofre, contribuindo para a melhoria do ar nos centros urbanos conforme citada no 1º Congresso Nacional de Engenharia de Petróleo, Gás Natural e Combustível.



Figura 06: Veículo Cobalt 0 km com kit GNV

Fonte: (Autor próprio; 2019)

A regulamentação do gás natural veicular (GNV) se deu oficialmente no ano de 1996, sendo possível converter qualquer veículo onde o combustível estivesse disponível [CAVALCANTI, 2005]. Como esperado, os donos dos veículos movidos à gasolina e a etanol aderiram ao programa de GNV devido ao diferencial de preços e à relação custo/benefício favorável ao novo combustível (NAPPO, 2009).

O Gás Natural é uma mistura de compostos leves constituídos de carbono e hidrogênio ( $\text{CH}_4$ ), que na temperatura ambiente e na pressão atmosférica permanece no estado gasoso e é um gás volátil. Ele é encontrado acumulado em rochas porosas no subsolo, frequentemente acompanhado por petróleo, constituindo um reservatório. A queima do GNV é reconhecidamente uma das mais limpas, praticamente sem emissão de monóxido de carbono.

## 2. 7 Gasolina

São misturas de diversas naftas obtidas do processamento do petróleo. As propriedades dessas misturas devem ser balanceadas de modo a dar um desempenho satisfatório em uma grande variedade de condições operacionais dos motores. Possui hidrocarbonetos de quatro a doze carbonos, sendo sua maioria cinco e nove carbonos conforme Brunnetti.

No Brasil, as gasolinas são classificadas: Gasolina A: isenta de álcool etílico anidro, sendo sua comercialização restrita somente entre refinador e distribuidor; Gasolina C: com adição de 22% (volume) de álcool etílico anidro, podendo esse teor ser fixado entre 18% e 25%, em função de variação da safra de cana de açúcar, sendo comercializada nos postos de abastecimento.

As propriedades da gasolina variam em função dos teores das naftas utilizadas nas suas formulações. As propriedades que mais influenciam no desempenho do veículo são octanagem e volatilidade.

## 2.7 Motores

Os motores de combustão interna são máquinas que têm por função transformar energia calorífica em energia mecânica. No caso tratado aqui, refere-se aos motores endotérmicos que são aqueles em que a energia é gerada a partir de combustíveis que se encontram no estado líquido, gasoso ou sólido conforme Filho.

De acordo com Pulkabek o motor de combustão interna é uma máquina térmica capaz de converter a energia advinda de uma reação química (queima de combustível) em energia mecânica.



Figura 07 - Motor de combustão interna  
Fonte: (Google; Imagens; 2019).

## 3 METODOLOGIA

A metodologia deste presente artigo foi estruturada em fazer um estudo da degradação do lubrificante nos veículos alimentados com gasolina e GNV.

### 3.1 Métodos

Os acompanhamentos para retirada das amostras foram feitos de acordo com a tabela 1 que indica a quantidade de amostras analisadas. As coletas das amostras de óleo (07 amostras do lubrificante, sendo uma do lubrificante novo) foram colhidas de 6 veículos modelo Cobalt 1.8 8V da marca Chevrolet, tanto GNV como gasolina que tinham respectivamente 10, 20, 30 mil quilômetros rodados. Baseando no tempo de uso do lubrificante determinada pela montadora (10.000 km). No momento da troca foram coletadas as amostras respeitando o procedimento indicado pelo laboratório de óleo.

As amostras coletadas para a pesquisa seguiram um protocolo de coleta desenvolvido pela empresa responsável pelas análises, de modo a evitar interferências nas amostras. Após a coleta dos materiais, os mesmos foram lacrados e enviados para o laboratório, após o recebimento executou as análises.

Tabela 01 – Coletas de amostras realizadas

Combustível	Amostras por quilometragem			
	óleo Novo	10.000	20.000	30.000
Gasolina	X	X	X	X
GNV		X	X	X

Fonte: Autor próprio (2019)

### 3.2 Materiais

As amostras foram identificadas e lacradas, após a coleta, conforme a figura 08 e enviadas para análise.

O formulário de coleta de amostras de óleo Laboroil contém os seguintes campos e informações:

- Horímetro/Hodômetro Última Troca H/Km:** Campos para entrada de dados.
- Atual:** Campos para entrada de dados.
- Tempo de Serviço:** Campos para entrada de dados.
- Reposição:** Campos para entrada de dados.
- Trocou o óleo na coleta?** Botões para "Sim" e "Não".
- Cliente:** Campo para entrada de dados.
- Solicitação Nº:** Campo para entrada de dados.
- Item Nº:** Campo para entrada de dados.
- Obra Local:** Campo para entrada de dados.
- Código/Tag/Nº Frota:** Campo para entrada de dados.
- Compartimento:** Campo para entrada de dados.
- Óleo Aplicado:** Campo para entrada de dados.
- Data:** Campo para entrada de dados.
- Logotipo Laboroil:** Ferramenta indispensável na manutenção.
- Informações de contato:** laboroil@laboroil.com.br • 31 3441.9655.
- Alerta:** RETIRE A AMOSTRA QUANDO O ÓLEO ESTIVER QUENTE.
- Identificação da amostra:** Campos para "Codigo amostra" e "NF Data".
- Identificação do produto:** Campo para "Data".
- Identificação do documento:** Campo para "IL 050".

Figura 08: Ficha de identificação para rótulo da amostra coletada  
Fonte: (Autor próprio; 2019)

Os frascos fornecidos para a coleta tinham uma tampa adicional para garantir a boa vedação, de modo a eliminar vazamentos e possível contaminação com o meio externo durante o processo de armazenamento e transporte até a chegada ao laboratório para análise, como é mostrado na figura 09.

A amostra de óleo lubrificante coletada deverá ser armazenada no frasco identificado com dupla vedação e embalado em saco plástico “zip-lock” (figura 09) para armazenamento, que evita a contaminação durante o transporte das amostras para análises.

Durante a realização das coletas dos lubrificantes, a metodologia utilizada foi similar para ambos os combustíveis para que os resultados obtidos não sofressem alterações.



Figura 09: Frasco para coleta de amostra e plástico Zip-Lock  
Fonte: (Autor próprio; 2019)

Apresentaremos os resultados para TBN, nitração, oxidação, viscosidade à temperatura ambiente e 40°C, são mostrados nos gráficos e correspondem aos valores das amostras por quilometragem encontrada nas análises.

#### 4 ANÁLISES E RESULTADOS

O TBN (Total Base Number) é uma medida importante da condição do lubrificante, um valor alto de TBN indica uma boa condição. Lubrificantes novos, sem uso, podem ter alto valor, devido aos seus aditivos básicos, como dispersantes e detergentes, que são adicionados aos lubrificantes. O gráfico da figura 10 mostra a que os veículos que utilizaram o combustível GNV apresentaram valores mais relevantes em relação ao óleo novo para TBN.

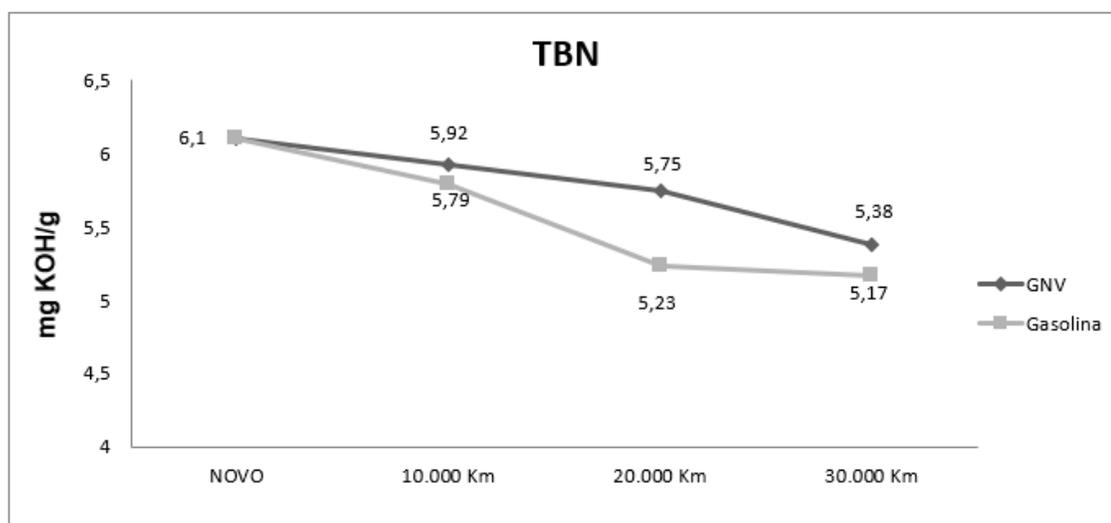


Figura 10: Gráfico comparativo dos valores de TBN  
Fonte: (Autor próprio; 2019)

Os valores médios de nitração encontrados na análise do óleo lubrificante são verificados no gráfico da figura 11. Onde pode se que os valores encontrados para os veículos abastecidos com gás natural veicular são menores em comparação com os veículos abastecidos com gasolina. Também foi observado que a nitração aumenta com o envelhecimento do óleo.

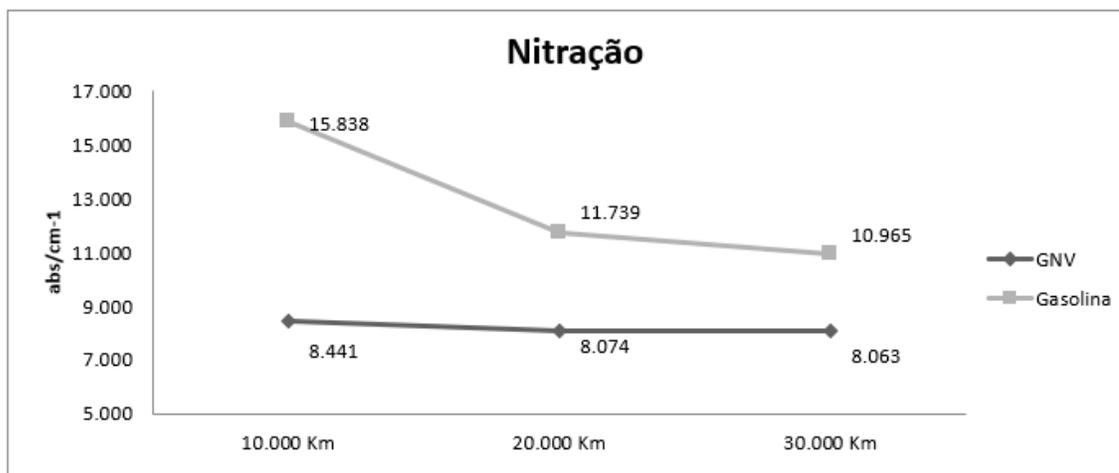


Figura 11: Gráfico comparativo dos valores de nitração  
Fonte: (Autor próprio; 2019)

Os valores da oxidação para os veículos ensaiados são mostrados no gráfico da figura 12, onde é observado que os valores são bem maiores para os veículos abastecidos com Gasolina, o que significa que ocorre o aumento da oxidação do lubrificante.

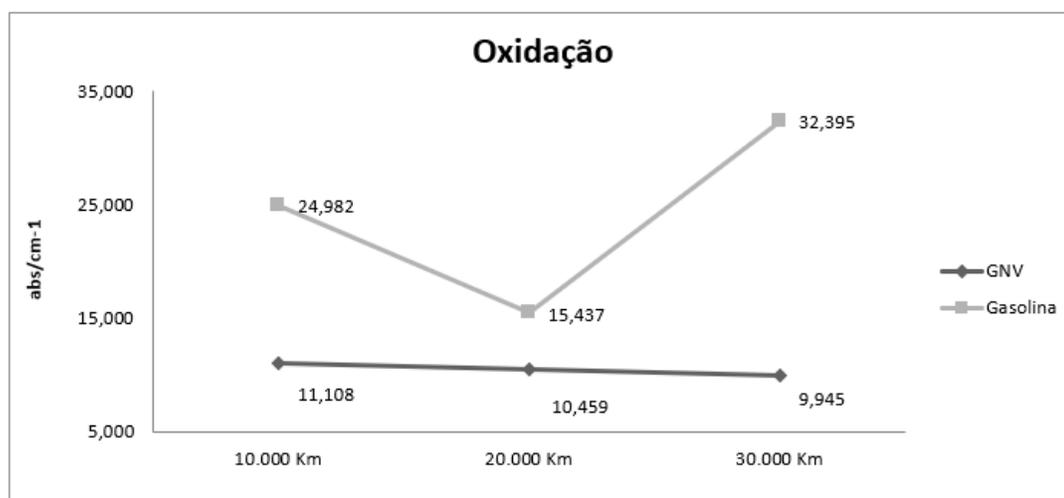


Figura 12: Gráfico comparativo dos valores de oxidação  
Fonte: (Autor próprio; 2019)

Testes feitos em temperatura ambiente apontaram uma maior viscosidade nas amostras coletadas dos veículos movidos a gasolina. O gráfico da figura 13 foi observado que as amostras obtidas apontaram uma maior viscosidade para os veículos que utilizaram o combustível GNV em relação aos veículos que utilizaram a

combustível gasolina, mas em relação ao valor do lubrificante novo à temperatura 40°C, ambas tiveram o valor da viscosidade inferior.

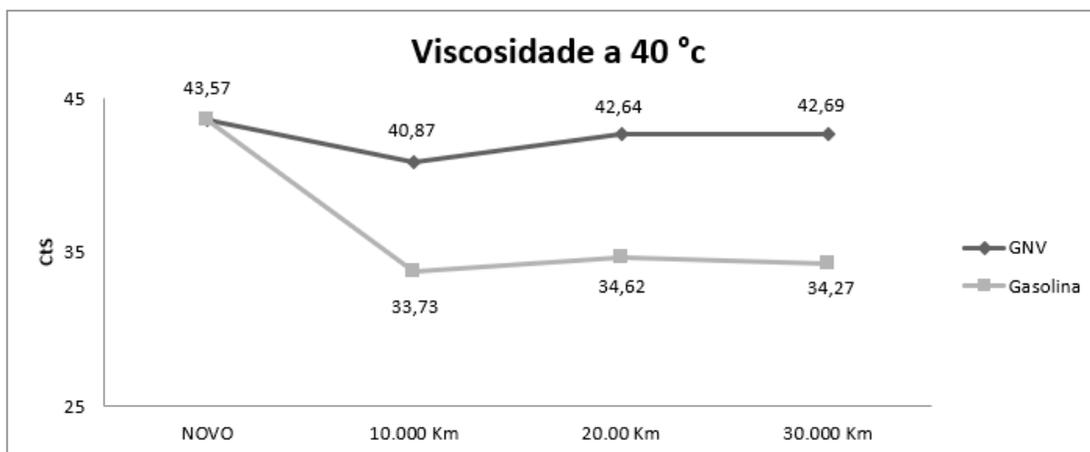


Figura 13: Gráfico comparativo dos valores de de viscosidade a 40°C  
Fonte: (Autor próprio; 2019)

Os resultados das análises realizadas nas 06 amostras de óleo não identificaram a presença de água no lubrificante.

## 5 RESULTADOS E DISCURSÕES

Os resultados das amostras extraídas apontam uma maior contaminação no óleo lubrificante dos veículos movidos apenas à gasolina, também uma maior oxidação, onde implica diretamente em sua viscosidade e uma coloração mais escura. Podemos afirmar também de acordo com os resultados que a viscosidade medida a 40°C das amostras retiradas dos veículos movido à GNV são menores que a do óleo novo, e as amostras extraídas dos veículos movido a gasolina estão menores ainda, com exceção de uma amostra cujo o valor da viscosidade ficou superior a amostra do óleo novo. Podemos afirmar também que através dos testes que executamos a viscosidade em baixas temperaturas (temperatura ambiente) existe uma variação, onde a viscosidade da amostra de óleo retirada do veículo que utilizava o GNV é superior a amostra do óleo novo e a viscosidade da amostra retirada dos veículos que utilizava a gasolina e maior ainda comparada a amostra dos veículos movidos a GNV, e mesmo nestas condições estão aptos para uso de acordo com o resultado final dos laudos emitidos pelo laboratório.

Embora não tenha sido expressado em gráficos, recebemos um comentário adicional do responsável pelas análises, onde ele diz que a média da viscosidade do

motor a gasolina deu bem menor que a gás a 40°C (34,20cts X 42,7cts) e já esperava isso, pois devido à passagem de gasolina para o cárter através da folga entre a camisa e os pistões provoca esta queda e este fenômeno não ocorre com o gás onde a viscosidade é mais estável e talvez por consequência disso, a média dos dois principais elementos de desgaste (Ferro: gasolina X gás: 25,49ppm X 17,79ppm e Cobre: gasolina X gás: 3,34ppm X 1,8ppm) são maiores no motor a gasolina e com isso é esperado uma vida útil maior no motor que utiliza o combustível gás.

## **6 CONCLUSÃO**

Os resultados encontrados nas análises, concretizou a hipótese de que os veículos que utilizam apenas o combustível gasolina tem maior degradação do óleo lubrificante do que os veículos que utilizam GNV e pela viscosidade estar superior em baixas temperaturas comparada as amostras do GNV pode prejudicar a lubrificação na primeira partida do dia do veículo propiciando um maior desgaste das partes altas do motor. Com a diminuição da viscosidade em altas temperaturas pode interferir na espessura da película protetora de lubrificante podendo aumentar o atrito nas partes moveis propiciando um maior desgaste, como por exemplo eixos e mancais.

Com base nos resultados podemos levar para o lado econômico financeiro, com a menor degradação do lubrificante, as principais propriedades são mantidas por um maior espaço de tempo. A troca do lubrificante programada para cada dez mil quilômetros rodados poderá ser prolongada no intervalo maior, pois os laudos enviados pelo laboratório notificam que o óleo mesmo após o uso de dez mil quilômetros ainda está em condições de uso. Para que possamos ter o tempo exato que o óleo possa ser utilizado será necessário fazer mais coletas posterior a quilometragem de troca indicada pelo fabricante. Quanto o maior o tempo as propriedades do óleo lubrificantes são mantidas melhor será para o motor.

Sobre a comparação da durabilidade dos motores (que utilizam gasolina e outro GNV), mesmo com os resultados a favor do GNV e o parecer técnico do responsável pelas análises, daremos continuidade a nossa pesquisa e adicionaremos um número maior de amostras para solidificar nossos resultados.

## **7 REFERENCIAL BIBLIOGRAFICAS**

ANNEL, **Programa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico**,2008.

COPYRIGHT, **Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás – IBP**, 2004.

CAINES, A.J. HAYCOCK, R.F. **Automotive Lubrificantes**, 2004.

FRANCO BRUNETTI, **livro motores de combustão Interna**, V1, 2012.

FRANCO BRUNETTI, **livro motores de combustão Interna**, V2, 2012.

ROBSON, N. **Monitoring oil degradetion with infrared spectroscopy**. 2000.

ROCHA, P. **Elementos orgânicos de máquinas**, Rio de janeiro 1968.

RONALDO P. CARRETEIO E PEDRO NELSON A. BELMIRO, **lubrificantes lubrificação industriais**, 2006.

PULKRABEK, W, W, **Motores de combustão interna**, 2003.

NAPPO, M, E, **Gás Natural Veicular**, 2009

