

# **EFEITO DA GASOLINA ADULTERADA NA VISCOSIDADE DO ÓLEO LUBRIFICANTE DE UM MOTOR**

*Leticia Medeiros Barbosa<sup>1</sup>*

*Ronaldo Lourenço Ferreira<sup>2</sup>*

## **RESUMO**

O presente trabalho aborda a análise de óleo lubrificante de um motor estacionário Honda GX 160, em que o combustível utilizado foi adulterado. O combustível aplicado foi a gasolina C, adulterada com de etanol, querosene e thinner nas proporções de 5%, 10%, 15% e 20%. Colocou-se o motor em trabalho somente com a gasolina C, sem a adição de nenhum contaminante para obter um parâmetro de comparação com o combustível adulterado. Os ciclos de funcionamento do motor tiveram duração de 40 horas e, após este período, foram coletadas amostras do óleo lubrificante correspondentes a cada ciclo e aos percentuais diferentes de cada contaminante. Posteriormente, foram analisadas através do teste de viscosidade, no qual foi verificada a influência da contaminação na deterioração do óleo lubrificante do motor, mais detalhadamente em sua viscosidade. Observou-se que ao acréscimo de 5% de contaminante a viscosidade foi prejudicada em relação a amostra de gasolina C, porém a cada acréscimo a viscosidade diminui, exceto no caso do thinner que nas amostras acima de 5% apresentam viscosidade maior que a da gasolina C, onde aos 10% apresenta o maior valor na viscosidade entre todas amostras de contaminante inclusive a da gasolina C, sendo o que mais se aproximou da viscosidade do óleo novo.

Palavras-chave: Lubrificação. Combustível. Análise de óleo.

---

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Mecânica pela Universidade de Rio Verde, Rio Verde, GO.

<sup>2</sup> Orientador, Graduado em Engenharia Mecânica e Especialista em Segurança do Trabalho

# 1 INTRODUÇÃO

A utilização da análise de óleo como forma de manutenção teve início na década de 70, com a crise do petróleo, que fez com que se intensificasse a utilização das análises de óleo lubrificante. A análise tem importância fundamental na vida útil das máquinas, pois através dela é possível identificar a necessidade de troca ou apenas a reposição. Foi inserida neste período técnicas da manutenção preditiva, que torna possível identificar falhas no equipamento que utilizam óleo lubrificante (SUPREME LUB, 2016).

Por meio da análise, é possível quantificar as partículas resultantes de desgaste presente no óleo e o que elas indicam (SUPREME LUB, 2016).

A análise é feita em amostras de lubrificantes retiradas do equipamento, tomando cuidado para que a amostra seja homogênea, o recipiente onde o óleo é coletado esteja sem contaminação, mantendo sempre o mesmo ponto de coleta. Antes de cada coleta, deve-se escoar um pouco do lubrificante e fazer a identificação da amostra com as devidas informações (SUPREME LUB, 2016).

## 1.1 COMBUSTÍVEIS

No início o século XIX, a necessidade de combustíveis para iluminação fez com que a indústria petrolífera se desenvolvesse. O aumento do transporte motorizado fez com que, no fim deste mesmo século, a procura por gasolina aumentasse, dessa forma consolidando a indústria do petróleo (BRUNETTI, 2012).

### 1.1.1 Gasolina

Utilizada para abastecer 60% dos veículos leves, a gasolina tem sua comercialização regulamentada pela Agência Nacional do Petróleo (ANP) (PETROBRAS, 2017<sup>c</sup>).

É um combustível desenvolvido através da mistura de naftas resultantes do processamento do petróleo. A mistura deve apresentar-se de forma balanceada para que atinja o desempenho esperado no funcionamento do motor. Tem em sua composição hidrocarbonetos de 4 a 12 carbonos e na sua maioria entre 5 e 9 carbonos (BRUNETTI, 2012).

No Brasil, as gasolinas são classificadas como: Gasolina A, sem a presença de álcool etílico anidro, sendo comercializada somente entre refinador e distribuidor e gasolina C, acrescido ao volume 27% de álcool etílico anidro, sendo que este percentual pode ser estabelecido entre 26% e 28% devido a variações de produção de cana de açúcar. A gasolina C é encontrada em postos de abastecimentos (BRUNETTI, 2012).

Quanto aos benefícios de sua utilização, os motores que utilizam a gasolina como combustível tendem a ter menor geração de depósito nas peças responsáveis pela alimentação do combustível, maior a vida útil do lubrificante, mantendo assim a eficácia energética do motor (PETROBRAS, 2017<sup>c</sup>).

### 1.1.2 Óleo Diesel

O óleo diesel é o combustível com maior comercialização no mercado brasileiro, utilizado em veículos pesados, embarcações, máquinas agrícolas e de construção civil (PETROBRAS, 2016<sup>b</sup>).

É um combustível fóssil, derivado do petróleo e composto essencialmente por hidrocarbonetos e em pequena quantidade por nitrogênio, enxofre e oxigênio (BORGATO, 2004).

Quanto ao prazo de validade, não é possível determinar, tratando-se de um produto comercializado a granel, recomenda-se que não o mantenha em estoque por mais de 3 meses sem uso (PETROBRAS, 2016<sup>b</sup>).

### 1.1.3 Etanol

Considerado o combustível ecologicamente correto, o etanol é produzido através da cana-de-açúcar, contribuindo para a diminuição da emissão de poluentes na atmosfera. Se estiver de acordo com as especificações necessárias, pode ser acrescido à gasolina e ao diesel, porém não é o mesmo etanol utilizado para abastecer veículos, o álcool utilizado para abastecer veículos é o álcool etílico hidratado e o que é adicionado à gasolina é o álcool etílico anidro (PETROBRAS, 2017<sup>F</sup>).

O Brasil é o segundo país que mais produz etanol. Em primeiro lugar vem os EUA, que produzem o etanol através de milho, que é uma matéria prima menos eficiente que a cana-de-açúcar (NOVA CANA, 2016A).

O poder calorífico do álcool é menor comparado ao da gasolina, fornecendo menor energia e menos quilômetros por litro (NOVA CANA, 2016).

Sua fórmula química é  $C_2H_6O$  ou  $CH_3CH_2OH$ , ter o grupo OH como componente faz com que o etanol seja uma substância polar. Devido a esta propriedade, o etanol pode ser facilmente misturado a outros líquidos. Está na família dos álcoois, substâncias onde o carbono se apresenta de forma saturada em ligação com a hidroxila. O nome etanol vem da junção de 'Etano', que relaciona-se aos átomos de carbono presente em sua cadeia e 'Ol', que faz referência aos álcoois que possuem uma hidroxila em sua composição (NOVA CANA, 2016A).

Considerado mais leve que os demais combustíveis, possui 2 carbonos, enquanto a gasolina possui entre 4 e 12 carbonos e o diesel mais de 12 carbonos, isso o torna uma substância que pode ser facilmente obtida e menos poluente, sendo um combustível leve com baixo ponto de ebulição ( $78,4^{\circ}C$ ) (NOVA CANA, 2016A).

#### 1.1.4 Querosene

O querosene combustível é utilizado na aviação, com a sigla QAV-1, utilizado em aviões e helicópteros que têm motores à turbina, como os jato-puro, turboélices ou turbo-fans. Sua estabilidade térmica permite o desempenho da aeronave. Por ser um combustível estável, o querosene permite que o período entre as paradas seja maior, dessa forma reduzindo os gastos da companhia aérea (PETROBRAS, 2017E).

## 1.2 LUBRIFICANTES

Os lubrificantes têm como função diminuir o contato entre peças, evitando assim o desgaste, criando uma película de proteção. Deve também dissipar o calor gerado pelo atrito, evitar oxidação e podem vedar alguns componentes mecânicos (NIEMANN, 2004).

De acordo com Niemann 2004, os tipos de lubrificantes são:

- a) Óleos Minerais: de baixo preço e pouca oxidação, são produtos derivados em maior escala através do petróleo e em menor através do carvão pedra, lignita e xisto betuminoso.
- b) Graxas minerais: se diferem dos óleos minerais, pois possuem maior ponto de consistência plástica. São obtidas através do aglutinamento a quente de espessantes a base de sódio e de potássio.
- c) Óleos gordos (vegetais): são os óleos de rícino, oliva, colza etc; têm grande capacidade de lubrificação, porém têm alto preço, podem oxidar e resinificar rapidamente. Por este motivo são utilizados como aditivos.
- d) Óleos minerais “gordurosos”: possuem grande facilidade de emulsão em água, utilizados em casos que necessitam de alta capacidade de lubrificação. Quanto a sua tendência de resinificação, pode ser consideravelmente diminuída através de descargas elétricas.
- e) Óleos de emulsão: são misturas de óleos minerais com soluções aquosas, possuem alta adesão e não formam resíduos, mesmo em altas temperaturas, desse modo, se adaptam muito bem a trabalhos com Vapor Superaquecido.
- f) Lubrificantes grafíticos: utilizam partículas de grafite em pó em meio a solventes ecológicos, são recomendados para lubrificação e desmontagem a seco que necessite de maior permanência da lubrificação.

### 1.3 LUBRIFICAÇÃO

A lubrificação tem grande importância na vida útil de peças e máquinas, pois através dela é possível reduzir o atrito gerado pelo contato entre peças e diminuir a temperatura das peças lubrificadas. Não permite a formação de espumas, evita a oxidação da peça, dentre vários outros benefícios (BRUNETTI, 2015).

Para que a lubrificação seja feita de forma adequada, é necessário que o lubrificante esteja em quantidade correta e também que seja o adequado para o tipo de aplicação, que as superfícies das peças estejam com o acabamento específico e que as peças estejam dispostas de forma correta para que permitam a passagem do lubrificante, pressão adequada entre áreas de contato (BRUNETTI, 2015).

Dentre os tipos de lubrificação podemos citar: por aspersão, indicada para motores pequenos, é feita através da aspersão de gotículas de óleo, que devida à agitação do motor é atraída para seu interior; lubrificação de motores 2 tempos: nesses motores o óleo lubrificante é misturado junto ao combustível em quantidades específicas, a mistura pode ocorrer através de um dosador ou diretamente no tanque de combustível; e lubrificação forçada: é a mais usada atualmente, o lubrificante é remetido por meio de uma bomba de deslocamento positivo, onde a pressão os leva a todos orifícios das peças móveis do motor (BRUNETTI, 2015).

## 1.4 CONTAMINANTES

É considerado como contaminante qualquer substância que não pertença à mistura da gasolina ou esteja como excedente em sua composição.

### 1.4.1 Aguarrás

Considerada um solvente, a aguarrás se trata de um produto inflamável, que possui alta capacidade de solvência e baixo ponto de ebulição (PETROBRAS, 2017D).

É aplicada em formulação de tintas e vernizes, produtos de limpeza e ceras. Também utilizado em lavagens de roupa a seco e como diluente em tintas e resinas (PETROBRAS, 2017D).

### 1.4.2 Etanol

Além de ser utilizado como combustível, ele também é utilizado como contaminante, porém em maior quantidade em relação ao que já está presente na gasolina, que é de 18 a 27%, conforme informações prévias apresentadas nos tópicos sobre combustíveis.

### 1.4.3 Querosene

O querosene pode ser misturado com a gasolina em quantidades pré-estabelecidas, com o intuito de analisar qual será o comportamento do motor e realizar testes no óleo lubrificante utilizado no motor.

## 1.5. MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

### 1.5.1 Motores alternativos a quatro tempos

Neste tipo de motor, são necessárias duas voltas da manivela para que um ciclo seja completado (BRUNETTI, 2012). Os quatro tempos são: admissão, compressão, explosão e escape, que serão apresentados detalhadamente abaixo:

- a) Admissão: o pistão se desloca do ponto morto superior para o ponto morto inferior com a válvula de admissão aberta, a partir deste movimento o pistão cria sucção que permite a entrada de gases. Dessa forma, o cilindro é preenchido com a mistura ar-combustível e nos motores de injeção direta somente por ar.
- b) Compressão: a válvula de admissão é fechada e o pistão começa a se deslocar do ponto morto inferior para o ponto morto superior, dessa forma comprimindo a mistura ar-combustível ou somente ar nos casos de motores de injeção direta de combustível. Nos motores de injeção direta, a compressão deve ser elevada o suficiente para que se atinja a temperatura de autoignição.
- c) Expansão: nos motores de ignição por faísca, o pistão, ao se aproximar do ponto morto superior, ocorre a faísca que faz com que ocorra a ignição da mistura. Já nos motores de ignição espontânea, o combustível é pulverizado no ar quente, dando, assim, início à combustão espontânea. Devido à alta pressão que é gerada com a combustão, o pistão é “empurrado” para o ponto morto inferior. Este é único tempo em que o trabalho realizado é positivo.
- d) Escape: com a válvula de escape aberta, o pistão se desloca de ponto morto inferior para o ponto morto superior “empurrando” os gases resultantes da queima, para dessa forma reiniciar o processo de admissão.

Existem também os motores alternativos a dois tempos, nos quais a mistura ar-combustível e lubrificantes são admitidos juntamente.

Através da análise de óleo, é possível verificar se o óleo está em condições adequadas para uso e se há a presença de contaminantes ou partículas que possam prejudicar o motor (SEMEQ, 2013).

Os tipos de análises de óleo mais comuns são:

- a) Análises físico-química: viscosidade, ponto de fulgor e ponto de inflamação, Número Total de Ácido (TAN), Número Base Total (TBN) e corrosão em lamina de cobre;
- b) Análises de contaminação: Karl Fisher, destilação e insolúveis em pentano;
- c) Espectrômetro de raio X;
- d) Ferrografia;
- e) Contagem de partículas (PQA);
- f) Infravermelho FTIR.

Destes, podemos destacar o teste de contagem de partículas, viscosidade e espectrômetro de raio X, que serão apresentados detalhadamente a seguir.

- a) Contagem de partículas: é necessária para que o lubrificante se mantenha limpo, frio e seco. Em sistemas hidráulicos a contaminação é considerada a principal causa de desgaste de componentes, tornando a lubrificação ineficiente e não confiável (TESTOIL, 201?). Consiste em definir e analisar a que nível se encontra a contaminação por partículas no óleo lubrificante (LUBRIN, 2013).
- b) Viscosidade: a viscosidade é um fator muito importante no óleo lubrificante, pois quanto maior a sua resistência para envolver as peças menor será o atrito entre elas, dessa forma evitando desgastes nas superfícies. Referindo-se sempre à uma temperatura padrão de 40°C a 100°C, a viscosidade do óleo pode cair devido à adição inadequada de aditivos ou lubrificantes e diluição de combustíveis (TESTOIL, 201?). Esta análise consiste em verificar se o lubrificante está adequado às exigências de sua utilização (LUBRIN, 2013).
- c) Espectrômetro de Raio X: neste tipo de ensaio é possível identificar todos os elementos químicos que estejam presentes no óleo (SUPREME LUB, 2016).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi necessária a aquisição dos seguintes componentes para construção da bancada:

- a) Um motor estacionário Honda GX 160; refrigerado à ar, com partida manual, movido à gasolina
- b) O lubrificante a ser utilizado é o ÓLEO GENUÍNO HONDA SAE 10W-30 SJ JASO MA;
- c) Um horímetro Matsuyama para motores à gasolina.

O motor teve ciclos de funcionamento que simulam o uso diário de uma motocicleta em uma velocidade de 50 km/h com RPM entre 2000 e 2400, pois 50 km/h se trata da velocidade regulamentada em uma cidade média. As trocas de óleo serão feitas a cada 2000 km após este tempo, pois como ele está em uma bancada e acoplado a um alternado, consideramos que ele trabalha em um regime fechado, onde cada troca de óleo deve ser feita a 2000 km, diferente dos casos de uso normal em que a troca deve ser feita a cada 4000 km. Com estes dados, dividiu-se a quilometragem de 2000 km (quilometragem para a troca do óleo) pela velocidade de 50 km/h e obteve-se um ciclo de 40 horas para as trocas de óleo e também para a contaminação do combustível com etanol, thinner e querosene, utilizando as porcentagens de 5%, 10%, 15% e 20% para cada um dos contaminantes.

O motor foi colocado para trabalhar após de ter sido abastecido com lubrificante e o combustível contaminado. Após as 40 horas de funcionamento, foi feita a retirada da amostra do óleo lubrificante e o motor foi desmontado para se realizar a limpeza interna, retirando todo o lubrificante usado presente no interior do motor.

Após o processo descrito anteriormente, o motor foi montado e reabastecido com óleo lubrificante e combustível com um novo percentual de contaminação.

As amostras de óleo foram retiradas e armazenadas em recipientes limpos, identificadas e encaminhadas para análise na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Câmpus de Ilha Solteira, sendo analisada em cada uma das amostras mostradas na Figura 1, a viscosidade do lubrificante a partir da contaminação do combustível pelas substâncias citadas acima.

Nos casos em que for citado “gasolina limpa” se refere à gasolina C, usamos este termo pois neste caso não há adição de nenhum contaminante, lembrando que a gasolina C já possui em sua composição 27% de etanol (BRUNETTI, 2012).

**FIGURA 1** – Amostras de óleo

Fonte: Próprio autor, 2016.

Neste trabalho daremos ênfase à análise da viscosidade do óleo lubrificante, comparando os resultados obtidos nas amostras em que o combustível foi adulterado, com gasolina C e as propriedades do óleo lubrificante novo.

O fator mais importante para a lubrificação é a viscosidade do óleo, sendo que cada um deles possui viscosidades diferentes. A viscosidade pode ser comprometida pela temperatura, taxa de cisalhamento e pressão, estando a espessura do filme inteiramente ligada a estes fatores, tendo em vista que a espessura é uma característica importante do óleo lubrificante, pois sendo o filme lubrificante mais espesso, permitiria maior separação das superfícies em contato; nem sempre isso representa melhor desempenho, já que os óleos mais viscosos necessitam de maior energia para serem cisalhados. Consequência disso é uma maior perda de energia e de calor gerado, podendo até levar à falha algum componente e também deteriorar ou deteriorar o óleo (CUERVA, 2013).

Para realizar as análises de viscosidade foi utilizado o viscosímetro Saybolt. É um equipamento utilizado para determinar a viscosidade de produtos de petróleo a temperaturas específicas entre 21,1 e 98,9° C (PETRODIDATICA, 201?). Foram seguidos os seguintes passos para utilizar o Saybolt, mostrado na Figura 2.

**FIGURA 2** – Viscosímetro Saybolt

Fonte: Próprio autor, 2016.

1º-Ligar o equipamento com a temperatura de 40°C. Obs.: antes de colocar uma nova amostra, limpar em torno do tubo para evitar que o óleo anterior contamine ou influencie nos resultados do próximo;

2º-colocar a amostra de óleo lubrificante no tubo do aparelho e aguardar o óleo atingir a temperatura pré-estabelecida (tempo estimado de 4 minutos) Obs.: fazer a conversão do tempo para “centistoke” (unidade física da viscosidade) para encontrar a viscosidade;

3º- retirar a rolha, liberando a passagem do óleo, marcando o tempo que o óleo leva para atingir a marca no recipiente. Obs.: na repetição do ciclo de cada amostra é aceitável uma variação de 10 segundos de uma para outra;

4º- parar o cronômetro e anotar o tempo, feito isso para o segundo teste zerar o mesmo dando início a nova contagem. Obs.: ao encher o tubo é necessário que o óleo fique na borda do mesmo até formar uma “barriga” antes de transbordar;

5º- retornar o conteúdo da 1ª amostra de cada concentração para o tubo do equipamento e repetir o processo (2º e 3º passos). Obs.: no primeiro aquecimento é necessário deixar a amostra na mesma temperatura ao repetir o teste da mesma amostra (tempo estimado de 6 minutos).

Abaixo a Figura 3 apresenta a quarta etapa da realização do teste.

**FIGURA 3** – Análise de viscosidade do óleo



Fonte: Próprio autor, 2016.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através dos resultados obtidos com os testes de análise de viscosidade das amostras de óleo, pôde-se chegar aos dados apresentados nas tabelas a seguir, comparando separadamente os resultados obtidos na análise da amostra de óleo novo, gasolina limpa, com cada uma das amostras de combustível adulterado. Para cada mostra foram feitas duas medições, apresentando a média entre os valores da primeira e segunda medição

Na Tabela 1 serão apresentados os resultados obtidos com o teste de viscosidade das amostras de óleo lubrificante em que o combustível foi adulterado com 5%, 10% e 15% de etanol.

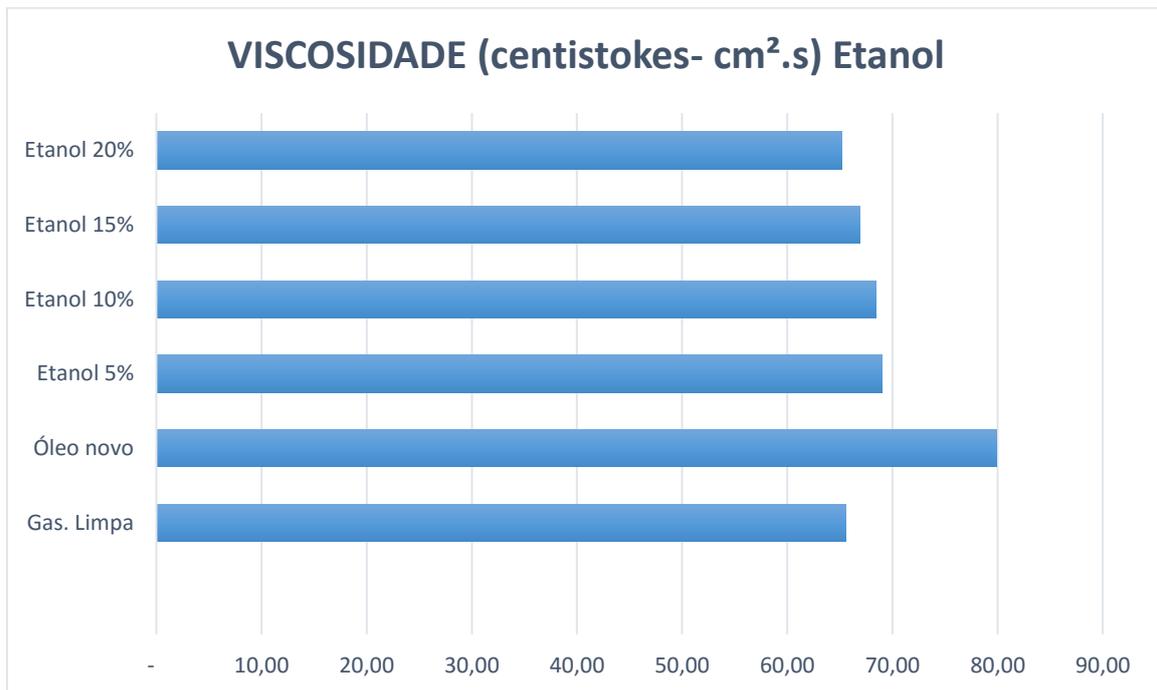
**TABELA 1** – Resultados da Viscosidade em amostras de óleo que utilizaram Etanol com contaminante

ANÁLISE DE VISCOSIDADE - ETANOL						
AMOSTRAS	MEDIÇÕES (Segundos)		MÉDIA (Segundos)	DESVIO PADRÃO (Segundos)	DIFERENÇA MAX-MIN (Segundos)	VISCOSIDADE (Centistokes) cm <sup>2</sup> .s
	1 (MAX)	2 (MIN)				
Gás. Limpa	306,2	301,6	303,9	3,25	4,6	65,61
Óleo novo	369,3	370,5	369,9	0,85	1,2	79,86
Etanol 5%	320,6	318,5	319,55	1,48	2,1	68,99
Etanol 10%	318,5	315,5	317	2,12	3	68,44
Etanol 15%	309,8	310,4	310,1	0,42	0,6	66,95
Etanol 20%	306,5	297,8	302,15	6,15	8,7	65,23

Fonte: Próprio autor, 2016.

Conforme apresentado na Tabela 1, a cada acréscimo de etanol à mistura de combustível, a viscosidade do óleo lubrificante diminui em relação ao óleo novo. Comparando com a gasolina limpa, observamos que na amostra de Etanol 5% a viscosidade se apresentou maior do que a apresentada na gasolina limpa, diminuindo a cada adição de etanol e apresentando aos 20% uma viscosidade menor que a da amostra com gasolina pura.

No Gráfico 1 podemos observar melhor a queda da viscosidade nas amostras de etanol.

**GRÁFICO 1 – Viscosidade Etanol**

Fonte: Próprio autor, 2016.

Como o etanol já está presente na gasolina C, em 27%, após o acréscimo de 5% de etanol, como contaminante o combustível corresponde a 26

De acordo com o exemplo, 100ml de gasolina C é composta por 73% de gasolina e 27% de etanol, adicionando mais 5% de etanol à mistura, ou 5ml à quantidade total de etanol será 32 ml. Somando os 100ml aos 5ml de etanol adicionados, teremos 105ml de combustível. Dividindo a quantidade de etanol 32 ml pela quantidade total de combustível, 105 ml, pode-se dizer que nessa mistura 26% será de etanol e 74% de gasolina C.

No caso da amostra de acréscimo de 10% de etanol, seguindo a ideia anterior, pode-se dizer que terá no total 37 ml de etanol em uma mistura de 110ml de combustível. Dividindo os 37ml de etanol pela mistura de 110ml, pôde-se concluir que o etanol representa 33% do combustível.

Na amostra de 15% de etanol, pode-se dizer que terá no total 42ml de etanol em uma mistura de 115ml de combustível. Dividindo os 42ml de etanol pela mistura de 115ml, pôde-se concluir que o etanol representa 36% do combustível.

E na última amostra de etanol, 20% de etanol, pode-se dizer que terá no total 47ml de etanol em uma mistura de 120 ml de combustível. Dividindo os 47ml de etanol pela mistura de 120 ml, pôde-se concluir que o etanol representa 39% do combustível.

Na Tabela 2 serão apresentados os resultados encontrados com a análise das amostras de Querosene.

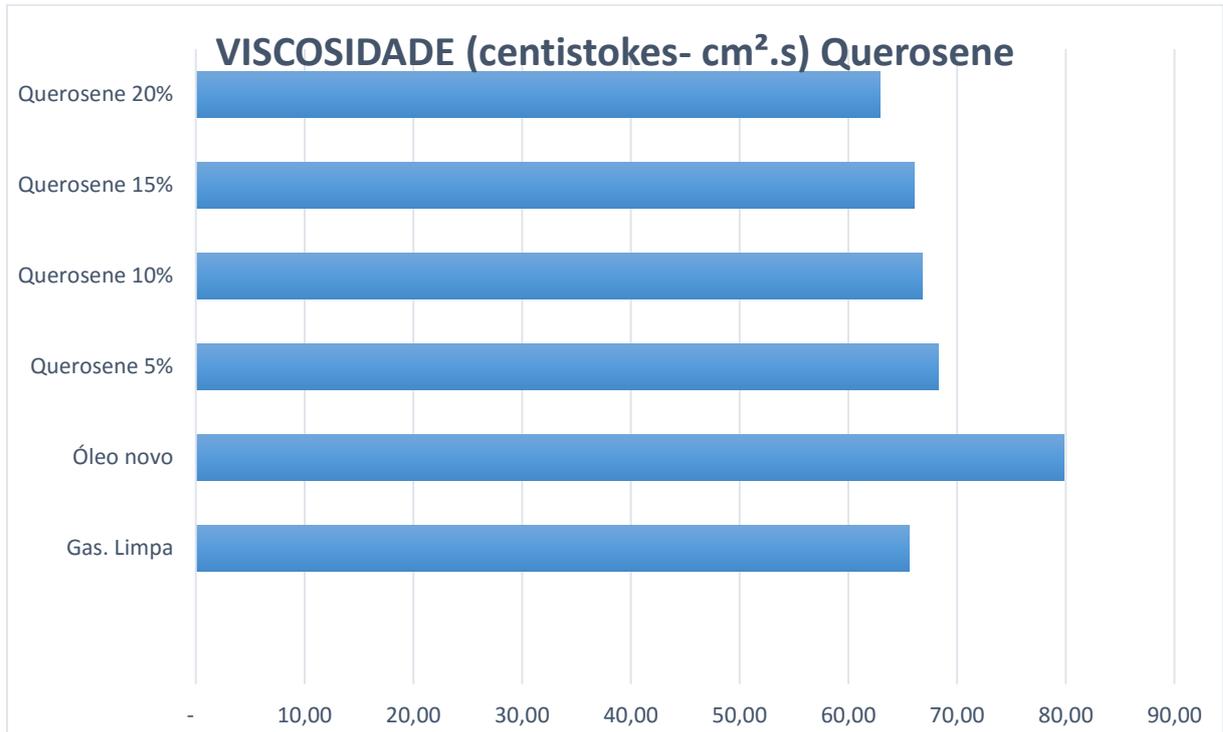
**TABELA 2** – Resultados da Viscosidade em amostras de óleo que utilizaram Querosene com contaminante

<b>ANÁLISE DE VISCOSIDADE - QUEROSENE</b>						
<b>AMOSTRAS</b>	<b>MEDIÇÕES (Segundos)</b>		<b>MÉDIA (Segundos)</b>	<b>DESVIO PADRÃO (Segundos)</b>	<b>DIFERENÇA MAX-MIN (Segundos)</b>	<b>VISCOSIDADE (Centistokes) cm<sup>2</sup>.s</b>
	<b>1 (MAX)</b>	<b>2 (MIN)</b>				
Gás. Limpa	306,2	301,6	303,9	3,25	4,6	65,61
Óleo novo	369,3	370,5	369,9	0,85	1,2	79,86
Querosene 5%	317,7	314,6	316,15	2,19	3,1	68,25
Querosene 10%	314,9	304,3	309,6	7,50	10,6	66,84
Querosene 15%	307,5	304,7	306,1	1,98	2,8	66,08
Querosene 20%	295,8	287	291,4	6,22	8,8	62,91

Fonte: Próprio autor

De acordo com as informações da Tabela 2, podemos observar que as amostras que tiveram o combustível adulterado com querosene apresentam a viscosidade reduzida a cada acréscimo. Observamos que a amostra de gasolina limpa possui menor viscosidade em relação às amostras nas porcentagens de 5%, 10% e 15% de querosene, já na amostra de 20% a viscosidade diminui em relação à da gasolina pura.

No gráfico 2 podemos observar melhor a queda da viscosidade nas amostras de Querosene.

**GRÁFICO 2 – Viscosidade Querosene**

Fonte: Próprio autor, 2016.

Na Tabela 3, serão feitas as comparações entre as amostras de óleo que utilizaram o Thinner como contaminante do combustível, com as amostras de óleo novo e gasolina limpa.

**TABELA 3 – Resultados da Viscosidade em amostras de óleo que utilizaram Thinner com contaminante**

ANÁLISE DE VISCOSIDADE - THINNER						
AMOSTRAS	MEDIÇÕES (Segundos)		MÉDIA (Segundos)	DESVIO PADRÃO (Segundos)	DIFERENÇA MAX-MIN (Segundos)	VISCOSIDADE (Centistokes) cm <sup>2</sup> .s
	1 (MAX)	2 (MIN)				
Gás. Limpa	306,2	301,6	303,9	3,25	4,6	65,61
Óleo novo	369,3	370,5	369,9	0,85	1,2	79,86
Thinner 5%	306,9	307,7	307,3	0,57	0,8	66,34
Thinner 10%	320,5	326,7	323,6	4,38	6,2	69,86
Thinner 15%	309,4	312,6	311	2,26	3,2	67,14
Thinner 20%	310,1	306,6	308,35	2,47	3,5	66,57

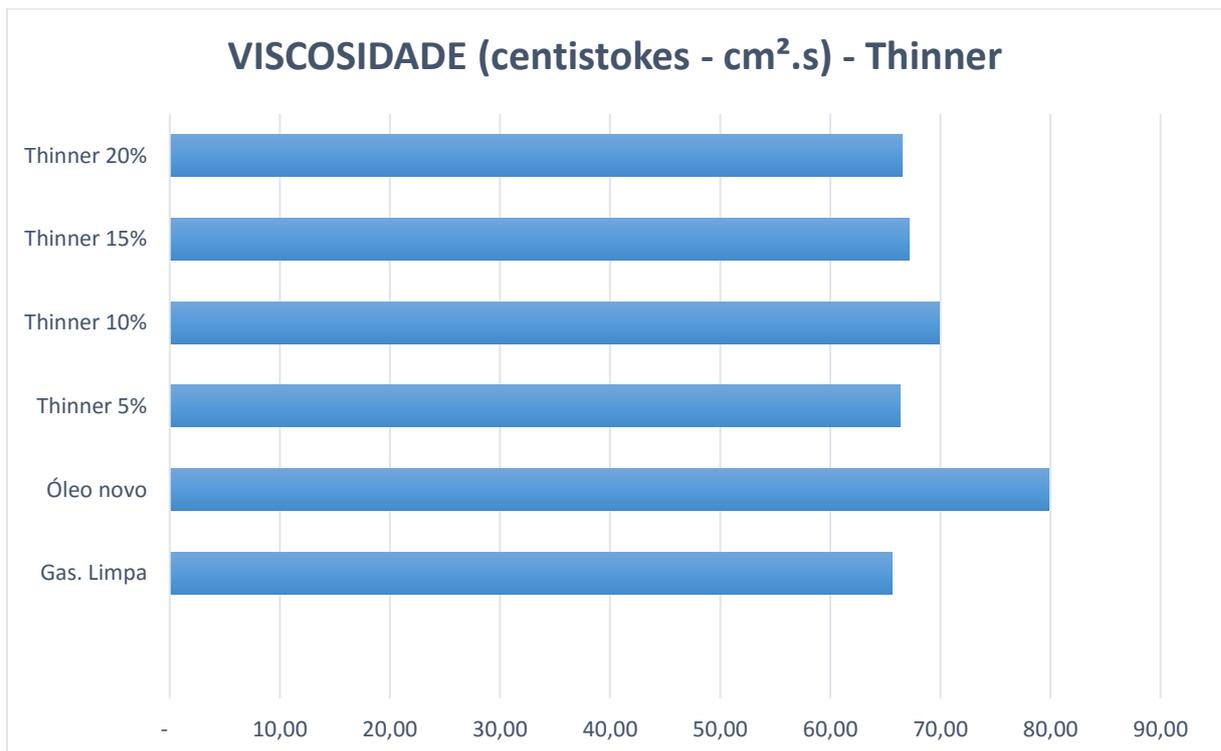
Fonte: Próprio autor, 2016.

Comparando as amostras de Thinner com as de Gasolina limpa, observa-se que em 5% de contaminação a viscosidade se apresenta maior que a da gasolina limpa, e aos 10% atinge o maior valor, de 69,86 Centistokes, a partir daí diminuindo a cada acréscimo. Porém, aos 20%,

mesmo sendo a menor viscosidade das amostras de Thinner, a viscosidade ainda é maior que a da amostra de gasolina limpa, diferente dos demais contaminantes, a cada acréscimo a viscosidade aumenta. Em nenhuma das amostras de Thinner a viscosidade se apresenta maior que a amostra de óleo novo.

No gráfico 3 pode-se observar melhor as informações previamente citadas.

**GRÁFICO 3 – Viscosidade Thinner**



Fonte: Próprio autor, 2016.

## 4 CONCLUSÃO

Através das análises obtidas pelos testes de viscosidade, concluiu-se que a contaminação do combustível, na maioria dos casos, ao acréscimo de 5% de contaminante, a viscosidade do óleo não é prejudicada em relação à gasolina limpa, exceto no caso do Thinner, que apresenta comportamento diferente, onde ao acréscimo de 5% a viscosidade é maior que a da gasolina limpa e aos 10% a viscosidade é a maior obtida nas amostras deste contaminante, sendo assim o que menos prejudicou o funcionamento correto do óleo lubrificante. Com a adição de 10%, 15% e 20% de Querosene e Etanol, a viscosidade foi reduzida em relação à amostra de gasolina limpa.

Em relação ao óleo novo, todas as amostras de contaminante, inclusive a gasolina C, apresentaram menor viscosidade, diminuindo mais a cada acréscimo, exceto o caso do thinner 10% conforme já citado.

## **5 ABSTRACT**

The present study addressed the lubricating oil analysis of a stationary Honda engine 160, where the fuel was tampered with. The fuel used was gasoline C tampered with ethanol, kerosene, paint thinner in the proportions of 5%, 10%, 15% and 20%. Was placed into the motor to work only with C gasoline without the addition of any dopant to obtain a comparison parameter with adulterated fuel. The engine operating cycles lasted 40 hours and after this period were collected lubricating oil samples of each cycle and different percentages of each contaminant. Subsequently, they were analyzed using the viscosity test in which the influence of contamination in the lubricant deterioration of engine oil has been verified in more detail in viscosity. It was observed that the 5% contaminating increase the viscosity was reduced as compared to gasoline sample C, but each addition the viscosity decreases, except in the case of thinner than in the above 5% samples have a higher viscosity than gasoline C, where the 10% is the highest viscosity of all samples contaminant including the C gasoline, and the one closest to the new oil viscosity.

## REFERÊNCIAS

BORGATO, D. SUA PESQUISA.COM. **SUA PESQUISA.COM**, 2004. Disponível em: <[http://www.suapesquisa.com/o\\_que\\_e/oleo\\_diesel.htm](http://www.suapesquisa.com/o_que_e/oleo_diesel.htm)>. Acesso em: 28 Abril 2016.

BRUNETTI, F. **MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA**. 3ª. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, v. 1, 2012.

BRUNETTI, F. **Motorores de Combustão Interna**. 3ª. ed. São Paulo: Edgard Blucher, v. 2, 2015.

CUERVA, M. P. ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA CONTAMINAÇÃO DO LUBRIFICANTE POR, Ilha Solteira, Novembro 2013. 159.

LUBRIN. **LUBRIN**, 2013. Disponível em: <<http://www.lubrin.com.br/ensaios.php>>. Acesso em: 12 Junho 2016.

NIEMANN, G. **ELEMENTOS DE MAQUINAS**. 7ª. ed. SÃO PAULO: EDITORA EDGARD BLUCHER LTDA, v. II, 2004.

NOVA CANA. **Nova Cana.Com**, 2016. Disponível em: <<https://www.novacana.com/etanol/propriedades-fisico-quimicas/>>. Acesso em: 28 Abril 2016.

NOVA CANA. **Nova Cana.Com**, 2016A. Disponível em: <<https://www.novacana.com/etanol/sobre-etanol/>>. Acesso em: 29 Abril 2016.

PETROBRAS. **Petrobrás**, 201?A. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/produtos-e-servicos/produtos/automotivos/gasolina/>>. Acesso em: 28 Abril 2016.

PETROBRAS. **Petrobrás**, 201?C. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/produtos-e-servicos/composicao-de-precos/gasolina/>>. Acesso em: 28 Abril 2016.

PETROBRAS. **Petrobrás**, 201?D. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/produtos-e-servicos/produtos/industriais/solvente/>>. Acesso em: 05 Junho 2016.

PETROBRAS. **Petrobrás**, 201?E. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/produtos-e-servicos/produtos/aviacao/querosene-de-aviacao/>>. Acesso em: 06 Junho 2016.

PETROBRAS. **Petrobrás**, 201?F. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/produtos-e-servicos/produtos/automotivos/etanol/>>. Acesso em: 28 Abril 2016.

PETROBRAS. **Petrobrás**, 2016B. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/produtos-e-servicos/produtos/automotivos/oleo-diesel/>>. Acesso em: 28 Abril 2016.

PETRODIDATICA. Petrodidatica. **PETRODIDATICA**, 201? Disponível em: <[www.petrodidatica.com.br](http://www.petrodidatica.com.br)>. Acesso em: 24 Outubro 2016.

SEMEQ. **Semeq Inteligência em Saúde de Máquinas**, 2013. Disponível em: <<http://www.semeq.com.br/analise-de-oleo-lubrificante-e-hidraulico>>. Acesso em: Junho dez. 2016.

SUPREME LUB. **Supremelub**, 2016. Disponível em: <[www.supremelub.com.br](http://www.supremelub.com.br)>. Acesso em: 27/04/2016 Abril 2016.

TESTOIL. **Test Oil Manutenção Preditiva Através da Análise de Fluidos**, 201? Disponível em: <<http://www.testoil.com.br/index.php/lubrificante>>. Acesso em: 12 Junho 2016.