

# MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA SUBMETIDO À MISTURA DE COMBUSTÍVEL E CONTAMINANTES

*Márcio José Costa de Sousa<sup>1</sup>*

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

## RESUMO

Muitos consumidores são prejudicados por abastecer seus veículos com combustível adulterado, e que também não segue os padrões legais adotados pela ANP. Temos como objetivo analisar as variações de rotação e a média de consumo do motor Honda GX 160, abastecido com mistura de combustível com contaminante. Os contaminantes que serão adicionados à gasolina são o thinner e o álcool. Após obter a mistura, abastecemos o motor com 100 ml e funcionamos o motor para monitorar os dados até o desligamento pela falta de combustível. Com os testes, notamos que o motor não trabalha nas suas condições normais, isso pode fazer com que ele tenha problemas. Entre os problemas, podemos afirmar que ele pode perder rendimento. E além disso, por alguma avaria nos componentes mecânicos, necessitar de manutenção imprevista.

Palavras-Chave: Motor. Combustível. Contaminante.

---

<sup>1</sup> Aluno da Faculdade de Engenharia Mecânica – UniRV - Universidade de Rio Verde.

<sup>2</sup> Professor da Faculdade de Engenharia Mecânica – UniRV - Universidade de Rio Verde.

# 1 INTRODUÇÃO

A ANP (Agência Nacional de Petróleo e Gás Natural e Biocombustíveis), detectou que em alguns postos de combustíveis, os combustíveis vendidos apresentavam não conformidade, tendo como referência os padrões legais determinados pela ANP. Com isso, muitos consumidores são prejudicados pelo fato de abastecer seus veículos com combustível adulterado, e que não segue os padrões legais adotados pela ANP.

Esses combustíveis adulterados podem trazer grandes prejuízos, desde pequenas avarias na funcionalidade até chegar a “quebrar o carro” (OZAKI, 2010).

## 1.1 OBJETIVO

O objetivo é analisar as variações de rotação e a média de consumo do motor Honda GX 160, abastecido com mistura de combustível com contaminante, em quatro níveis de contaminação: 5%, 10%, 15%, e 20% do volume total de gasolina comum. Será contaminado com álcool e thinner separadamente e nos níveis citados.

Teremos como referência os valores apresentado pelos testes com gasolina comum.

## 1.2 MOTORES

Motores de combustão interna são considerados máquinas térmica, que tem como princípio a combustão, cujo fluido de trabalho é convertido em energia mecânica. Os produtos inseridos na câmara de combustão são uma mistura contendo ar-combustível, para que haja a reação que gera a combustão. (BRUNETTI, 2012)

Temos alguns tipos de motores de combustão interna (BRUNETTI, 2012):

*Motores estacionários*, utilizados para acionamento de máquinas estacionárias, como geradores e motobombas, que geralmente operam em rotação constante;

*Motores industriais*, destinados a máquinas agrícolas e máquinas para construção civil;

*Motores veiculares*, veículos de transporte em geral, como caminhões, ônibus e aeronaves;

*Motores marítimos*, destinados a propulsão de barcos e/ou máquinas de uso naval. Conforme o serviço, existe o modelo do motor mais apropriado para o uso (BRUNETTI, 2012).

## 1.3 CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA QUANTO AO TIPO DE CICLO

### 1.3.1 Ciclo Otto

Os motores que seguem os padrões do ciclo descrito por NIKOLAUS OTTO, em 1876, possuem sua ignição por centelha, utilizando a energia elétrica para dar início à combustão, produzida pela vela de ignição. Em seguida, o ar é misturado com o combustível fora da câmara de combustão, para depois ser admitido no motor de forma que queime gerando a explosão. Isso dá continuidade ao processo de funcionamento, transferindo movimento para o virabrequim.

São características que definem o funcionamento do ciclo Otto (VARELLA , 2010):

- a) É comprimida a mistura ar + combustível;
- b) A temperatura fica mais baixa que a de autoignição;
- c) O combustível entra em ignição através de faísca;
- d) Taxas de compressões mais baixas;
- e) Combustíveis: álcool, gasolina e gás natural;
- f) O calor entra a volume constante.

### 1.3.2 Ciclo Diesel

Descrito por RUDOLF DIESEL em 1893, esse ciclo tem como características a ignição por compressão, utilizando o aumento da temperatura, que por sua vez é ocasionada pela compressão da massa de ar admitida. Esse processo dá início a combustão no momento em que for admitido o combustível na câmara de combustão. Ele é injetado por um bico injetor de combustível, misturando ar e combustível.

Com o princípio de funcionamento do Ciclo Diesel, as características que se aplicam ao funcionamento podem ser definidas conforme sua ação específica (VARELLA , 2010):

- a) Somente ar é comprimido na câmara;
- b) Ar comprime até uma temperatura acima da de autoignição;
- c) O combustível é injetado quase no final da corrida do pistão durante o movimento de compressão, para então entrar em autoignição;
- d) Altas taxas de compressão;
- e) Aceita combustíveis menos nobres;
- f) O calor entra a pressão constante.

## 1.4 CLASSIFICAÇÃO DOS MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA CONFORME SUA FUNCIONALIDADE

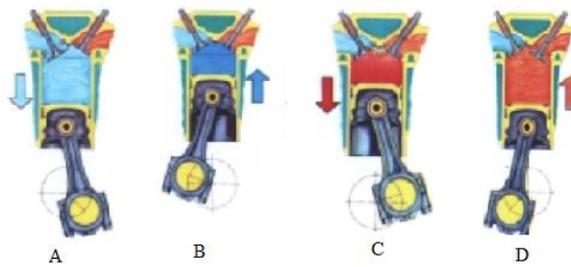
### 1.4.1 Motores 4 tempos

Os motores quatro tempos são aqueles que o movimento do pistão ativa quatro movimentos distintos nos componentes envolvidos com a combustão da mistura ar/combustível. Os quatro tempos se referem à admissão da mistura ar/combustível, à compressão da mistura, à explosão e à descarga, que por sua vez são as etapas necessárias para o funcionamento do motor.

Cada tempo se refere ao deslocamento do pistão entre dois pontos, considerado ponto morto inferior até o ponto morto superior. Esse movimento caracteriza um tempo, e cada tempo é caracterizado por ter que exercer uma função para que o funcionamento seja contínuo.

Vejamos todos os processos de cada movimento do pistão e qual tarefa o motor executa de acordo com o movimento:

**FIGURA 1** – Movimento do pistão do motor 4 tempos de acordo com seu funcionamento. **A** admissão; **B** compressão; **C** expansão; **D** descarga.



Fonte: (DE OLIVEIRA e , 2003)

#### 1.4.1.1 Admissão

Nesse movimento, o pistão gera uma depressão que provoca a aspiração de certa quantidade da mistura ar/combustível. Então, a mistura é admitida através da válvula que se mantém aberta durante todo o movimento de afastamento do pistão em relação ao cabeçote.

(RAHDE)

#### 1.4.1.2 Compressão

Partindo do ponto morto inferior, cujo pistão encontra-se totalmente afastado do cabeçote, continuamente em seguida no seu movimento ele tende a aproximar do cabeçote. E com esse movimento, ele gera uma pressão na mistura ar/combustível, reduzindo o volume da câmara de combustão. Quando o pistão chegar ao ponto morto superior, ponto mais próximo do cabeçote, a mistura se encontrará na sua maior pressão na câmara de combustão.

(RAHDE)

#### 1.4.1.3 Explosão

É ocasionada no final da compressão pela inflamação da mistura ar/combustível na câmara de combustão, gerando uma considerável elevação da temperatura e pressão. Isso faz com que o pistão se afaste do cabeçote. Nesses processos, a força motriz é favorável à rotação do motor (RAHDE).

#### 1.4.1.4 Descarga

Após o final do processo de explosão, o pistão encontrando-se no ponto morto inferior, a máxima distância entre o pistão e o cabeçote, a válvula de descarga abre e com a continuidade do movimento do pistão, ele descarta todos os gases queimados, finalizando o descarte assim que o pistão retorna ao ponto morto superior. Em seguida, a válvula se fecha, iniciando assim um novo ciclo (RAHDE).

## 1.4.2 Motores 2 tempos

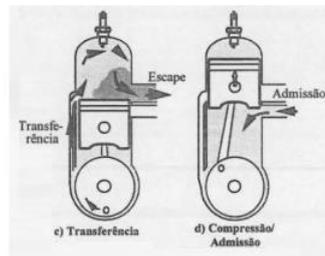
Os motores dois tempos têm como princípio de funcionamento apenas ação de compressão e combustão. Geralmente, esse tipo de motor é aplicado em caminhões e em alguns modelos de carros além de ciclomotores, aeromodelos, navios, serras-elétricas e jet-skis (BRUNETTI, 2012).

Têm como vantagem em relação ao quatro tempos, o peso, pois é mais leve pelo fato de conter menos peças. Além disso, gera maior potência, dando uma explosão a cada giro. Porém, têm como desvantagens a sua durabilidade que é comprometida pela ausência de um sistema de lubrificação eficiente. O combustível não é eficientemente suficiente para ocorrer toda a queima, porque há óleo na mistura que entra na câmara de combustão. Não é viável ecologicamente, pois polui mais que outros tipos de motores, devido a queima da mistura óleo combustível e parte pelo vazamento dessa mistura que não queima totalmente (BRUNETTI, 2012).

### 1.4.2.1 Admissão e Compressão

No primeiro movimento do pistão, que se refere à admissão e compressão, a janela de admissão se encontra aberta, a de escape fechada e a janela de transferência fechada. O êmbolo se desloca do PMI ao PMS, completando  $180^\circ$ . Com isso, a mistura ar/combustível é admitida na câmara inferior pela pressão negativa que é gerada pelo êmbolo ao fazer o movimento de compressão na câmara superior (MARTINS, 2006).

**FIGURA 2** – Movimento que representa a admissão e compressão de motores dois tempos

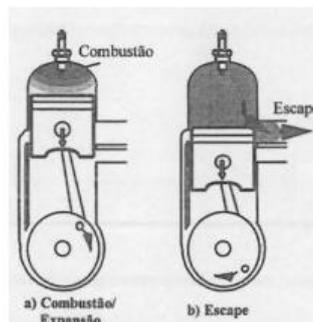


Fonte: (MARTINS, 2006)

### 1.4.2.2 Combustão e Escape

Em sequência ao movimento anterior, o movimento do êmbolo do pistão do ponto morto superior (PMS) ao ponto morto inferior (PMI), gerado pela combustão, é acionado por centelha. Esse movimento gera uma pressão na câmara inferior. Com a janela de admissão fechada, a massa de ar tende a se deslocar para a câmara de combustão, pois a janela de transferência se encontra aberta, de forma que a massa de ar que entra na câmara de combustão desloca o produto da combustão do ciclo para a janela de escape. Esse movimento faz com que o êmbolo complete um giro de  $360^\circ$  completando os 2 tempos. (MARTINS, 2006)

**FIGURA 3** – Movimento que representa a combustão e escape de motores dois tempos



Fonte: (MARTINS, 2006)

## 1.5 LUBRIFICAÇÃO

### 1.5.1 Atrito

O atrito é uma resistência que se opõe ao movimento em sentido contrário calculada através de uma força denominada força de atrito. O atrito se dá sobre a superfície de qualquer material quando está em movimento, seja sólido, líquido ou gás.

É muito difícil construir uma peça com superfície totalmente lisa. As cadeias de montanhas que se formam na superfície dos materiais são visíveis microscopicamente. (CEDTEC ESCOLA TÉCNICA)

**FIGURA 4** – Cadeias de montanhas vistas em aparelhos microscópicos de superfície de uma peça visivelmente lisa



Fonte: (CEDTEC ESCOLA TÉCNICA).

Quando nos referimos às peças de um motor, temos duas variáveis relevantes a serem levadas em consideração ao analisar o movimento de peças metálicas uma em contato com a outra, em atrito constante:

- a) Desgastes das peças em ação no movimento;
- b) Elevação da temperatura das peças como um todo partindo da superfície para o centro da peça.

São esses os principais fatores gerados pelo atrito de peças metálicas de motores de uma forma geral, quando temos peças em movimentos e com alguma face em contato uma com a outra (CEDTEC ESCOLA TÉCNICA).

### 1.5.2 Funções dos Óleos Lubrificantes

Partindo dos princípios citados, temos que as principais funções dos óleos lubrificantes nos componentes do motor são:

- a) Controle de atrito;
- b) Controle de desgaste;
- c) Controle de temperatura;
- d) Controle de corrosão;
- e) Transmissão de força;
- f) Amortecimento de choques;
- g) Remoção de contaminantes;
- h) Vedação.

Caso o motor não esteja lubrificado ou com baixa lubrificação, as consequências podem ser:

- a) Aumento de atrito;
- b) Aumento do desgaste;
- c) Aquecimento;
- d) Dilatação das peças;
- e) Desalinhamento;
- f) Ruídos;
- g) Grimpagem;
- h) Ruptura das peças.

(CEDTEC ESCOLA TÉCNICA)

## 1.6 COMBUSTÍVEIS

### 1.6.1 Gasolina

É um produto proveniente da destilação do petróleo bruto, contendo hidrocarbonetos, com temperatura de ebulição entre 25°C e 250°C. Possui hidrocarbonetos de 4 a 12 carbonos.

(BRUNETTI, 2012)

### 1.6.2 Etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH)

Único tipo de álcool oxigenado permitido pela legislação brasileira, obtido por meio da fermentação natural de açúcares (álcool de 1º geração) ou pela hidrólise enzimática da celulose (álcool de 2º geração).

(BRUNETTI, 2012)

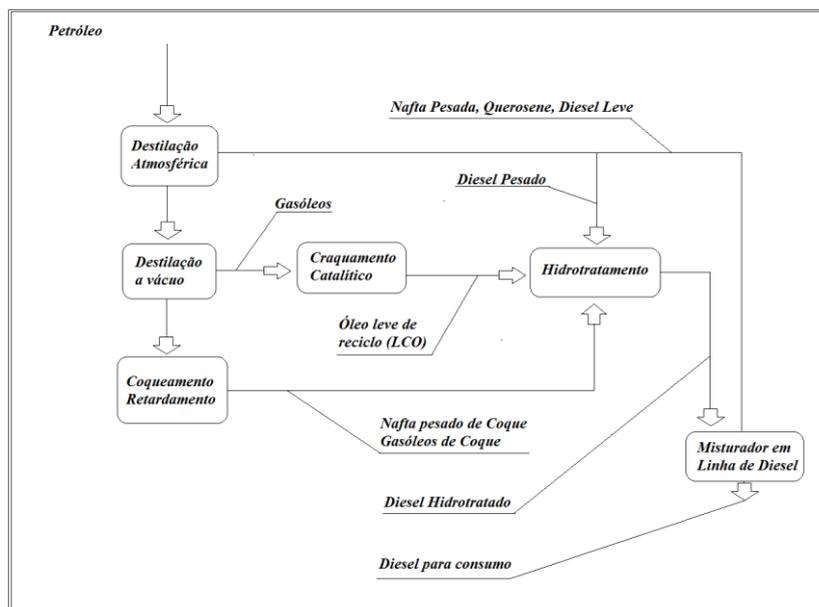
### 1.6.3 Diesel

Combustível mais aplicado no Brasil, utilizado em grande parte pelo setor ferroviário.

Por força de lei, desde 2010 o diesel comercializado recebe uma adição (4,5 a 5,5) de biodiesel. De acordo com o mercado, esse percentual tende a aumentar nos próximos anos.

A figura 5 abaixo apresenta o esquema de extração do diesel.

**FIGURA 5** – Esquema de Produção de Diesel no Brasil



Fonte: (BRUNETTI, 2012)

## 1.7 CONTAMINANTES

### 1.7.1 Aguarrrás

É conhecido também como mineral spirit. É composta por uma mistura de hidrocarbonetos alifáticos, com faixa de destilação compreendida entre 150°C e 216°C. Para atingir um baixo teor de enxofre (BTE), é submetida a um processo de desodorização, no qual são retirados os compostos de enxofre (mercaptanos e tiofenos), o que confere ao produto um odor pouco pronunciado e uma menor corrosividade. (PETROBRAS).

### 1.7.8 Querosene

É um composto formado por uma mistura de hidrocarbonetos alifáticos, naftênicos e aromáticos, com faixa de destilação compreendida entre 150°C e 300°C. Possui uma ampla curva de destilação, dando a este um excelente poder de diluição e uma taxa de evaporação lenta. (PETROBRAS).

### 1.7.9 Thinner

É um solvente composto por uma mistura de álcoois, cetonas e hidrocarbonetos alifáticos, de aspectos ambiente, líquido translúcido incolor. Com evaporação média, grande poder de diluição de resinas alquídicas. (PETROBRAS).

Foram citadas acima todas as especificações do etanol, que consideramos também como um tipo de contaminante.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os testes foram feitos no laboratório da Universidade de Rio Verde, na bancada que conta com um motor Honda GX 160, acoplada em seu eixo uma polia, que através de uma correia transmite o movimento de rotação em um alternador. Os dados das rotações foram captados através da leitura de um horímetro/tacômetro digital instalado na bancada.

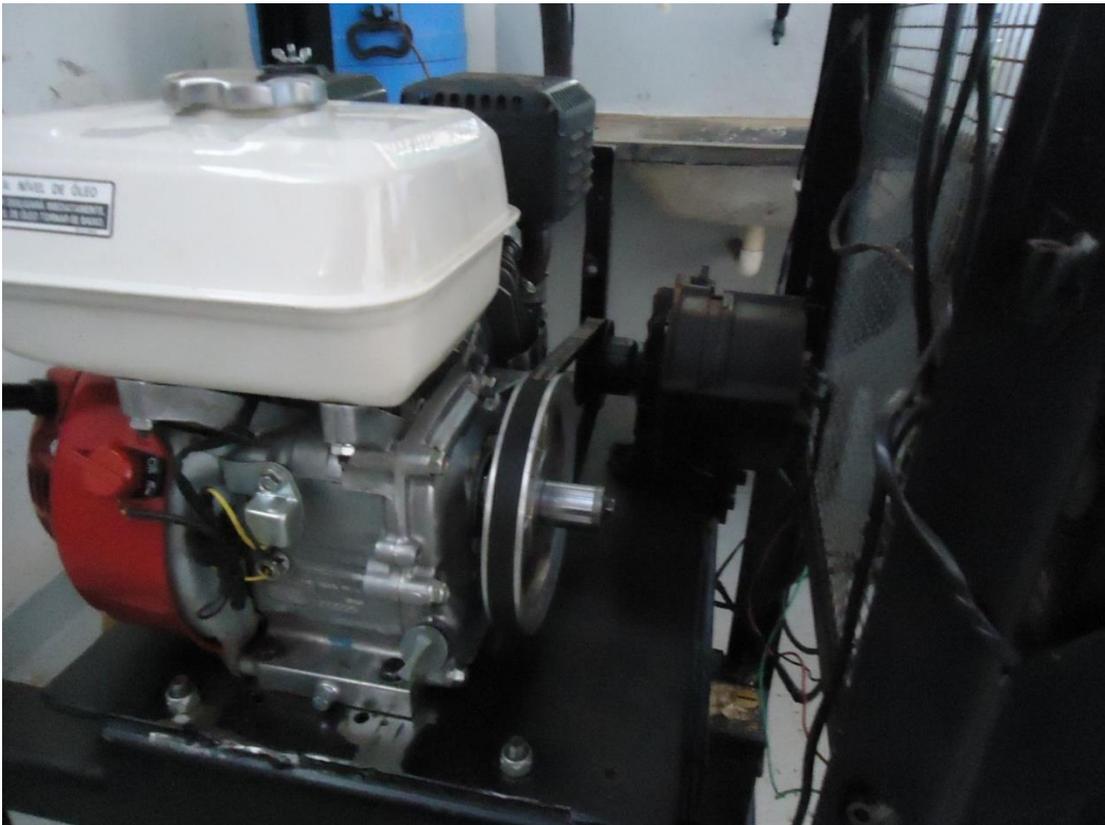
A aceleração do motor foi fixada entre 2000 rpm a 2400 rpm, através do parafuso de regulagem.

O tanque de combustível do motor original foi retirado. Um recipiente plástico do tipo pet com tampa com bico foi adaptado para melhorar o encaixe na mangueira de alimentação de combustível do motor.

Usamos separadamente como contaminante o álcool etílico hidratado combustível (AEHC) e thinner, misturado com a gasolina comum em uma escala percentual de 5%, 10%, 15% e 20% do volume da gasolina comum. Para o preparo das misturas, utilizamos béquer, pipeta e proveta graduada. Para o preparo das amostras, utilizamos 450 ml de gasolina comum, e em seguida adicionamos o contaminante nas porcentagens relacionadas acima.

Após obter a mistura, abastecemos o motor com 100 ml no recipiente pet, e funcionamos o motor para monitorar os dados até o desligamento pela falta de combustível. No seu funcionamento, foram captados os dados para as análises dos resultados. Com isso, cada amostra nos permitiu fazer quatro ciclos de 100 ml.

**FIGURA 6** – Motor Honda GX 160



Fonte: Próprio autor (2016).

**FIGURA 7** – Horímetro



Fonte: Próprio autor (2016).

**FIGURA 8** – Materiais utilizados para manusear o combustível e/ou contaminantes



Fonte: Próprio autor (2016).

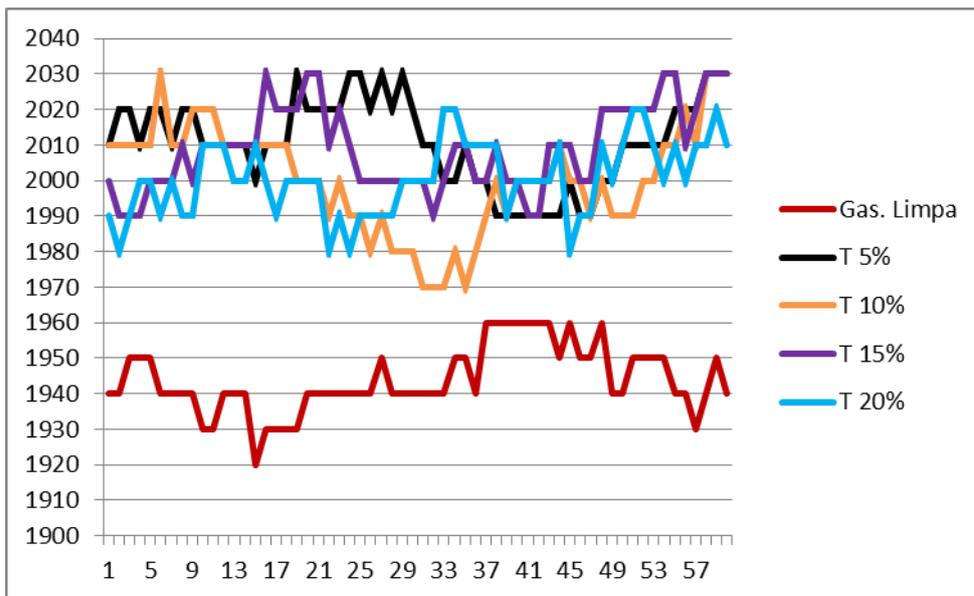
### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### 3.1 ROTAÇÃO

Nos testes com gasolina pura, o motor mantém um comportamento bem estável em relação aos testes da mistura com contaminante.

O gráfico 1 mostra que os testes feitos com thinner como contaminante nos níveis de 5%, 10%, 15% e 20%, o motor falha. Isso acontece pelo fato de ter uma queima irregular da mistura, dessa forma, o motor falha gerando “buracos” na rotação. A rotação cai, fazendo com que o motor sinta a necessidade de injetar mais combustível. E ao injetar mais combustível, a rotação se eleva. Esse comportamento oscilatório faz com que o motor tenha uma rotação instável.

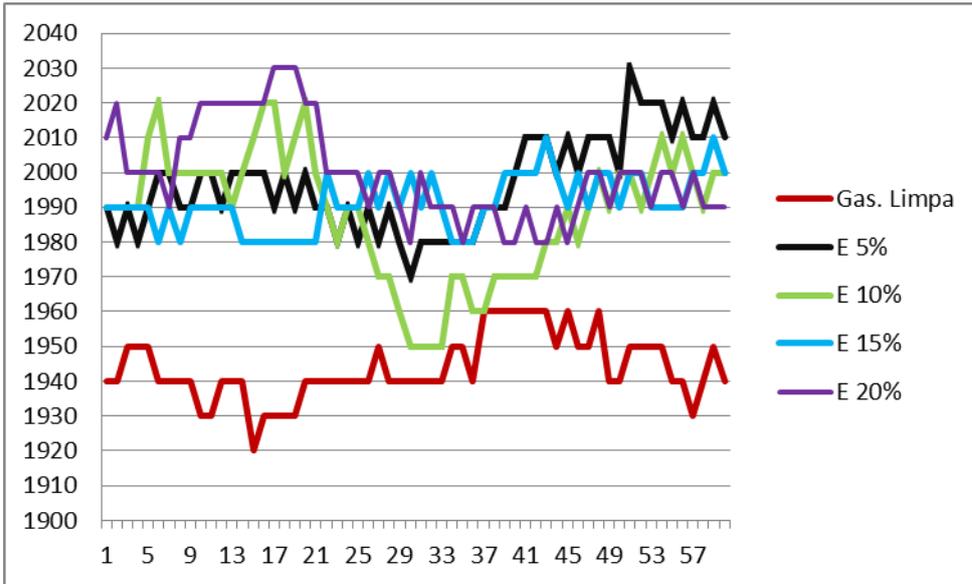
Gráfico 1: Rotação do Motor submetido a combustível contaminado com thinner.



Fonte: Próprio autor (2016).

O gráfico 2 A figura 10 referisse aos teste feito com etanol como contaminante, o motor também teve oscilações consideráveis, pelo fato do motor não ser flex (bicomcombustível).

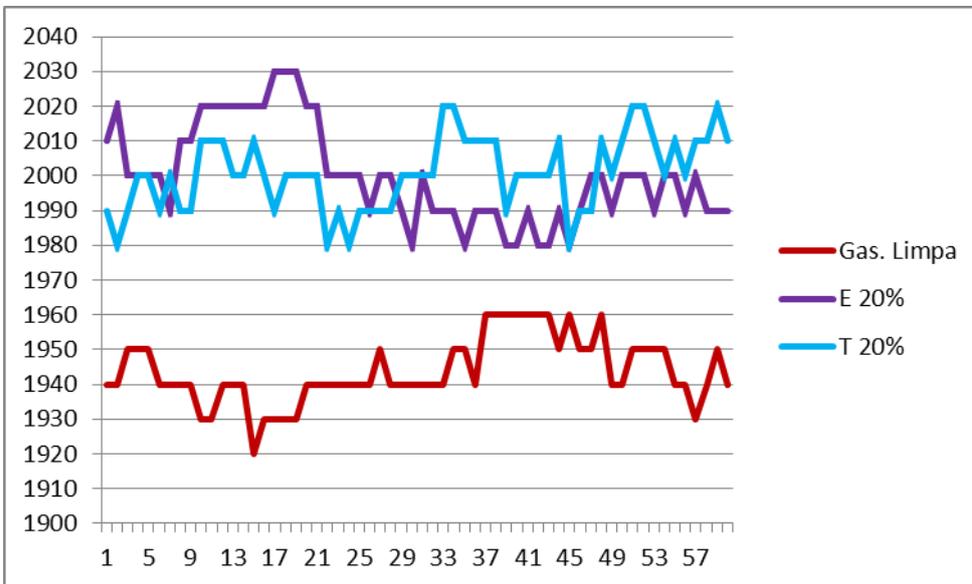
Gráfico 2: Rotação do Motor submetido a combustível contaminado com etanol.



Fonte: Próprio autor (2016).

O gráfico 3, é a representação da contaminação mais críticos feitas nos testes, demonstrando as oscilações do etanol e thinner.

Gráfico 3: Rotação do Motor submetido a combustível contaminado com thinner.



Fonte: Próprio autor (2016).

### 3.2 CONSUMO

Nos testes de consumo, os dados foram inconsistentes. Sugerimos como trabalhos futuros a análise de consumo dos motores submetidos a combustível contaminado. Porém, o motor deve ser submetido a cargas e um índice de contaminação maior do que o praticado neste artigo para que possa evidenciar melhor as diferenças de consumo entre os níveis de contaminação.

## **4 CONCLUSÃO**

Através dos testes, conclui-se que os combustíveis adulterados com thinner e álcool alteram o comportamento do motor de seu veículo, comprometendo sua integridade física e a funcionalidade. E isso pode acarretar grandes prejuízos para o proprietário.

Entre os problemas que o motor possa apresentar, podemos afirmar que ele pode perder rendimento, e por alguma avaria nos componentes mecânicos, necessitar de manutenção imprevista.

Através dos testes, conclui-se que os combustíveis adulterados com thinner e álcool alteram o comportamento do motor de seu veículo, fazendo com que ele trabalhe em uma rotação mais elevada, isso pode afirmar que é devido à octanagem que faz com que a mistura tenha uma resistência maior a detonação, com isso para que o motor execute a explosão a taxa de compressão se eleva, e essa elevação faz com que o motor tenha maior potência.

Esse processo é bem semelhante às diferenças apresentadas no comportamento de automóvel em relação ao tipo de combustível que está inserido no tanque dele. Quando abastecido com etanol, os fabricantes alega um ganho na potência, em relação a quando se abastecimento com gasolina pura.

Além dos níveis de trabalho de rotação ser elevado, as oscilações foram constantes em todos os níveis de contaminação tanto com etanol quanto com thinner. Isso é decorrente a irregularidade da queima da mistura contaminada, com isso gera “buracos” na rotação, e a rotação cai, fazendo com que o motor sinta a necessidade de injetar mais combustível, e ao injetar mais combustível para compensar o “buraco” na rotação, ela eleva, e esse comportamento oscilatório faz com que o motor tenha uma rotação instável.

Para o motor a contaminação com etanol e com thinner não é benéfica em nenhum nível, o motor falha, fazendo com que comprometa a funcionalidade dele, podendo causar manutenções mecânicas inesperadas, ou até mesmo quebra.

Se o motor estiver submetido a constantes abastecimentos com combustível contaminado pode até levar a quebra de componentes mecânicos essenciais para o seu funcionamento.

Como consumidores temos que ficar atentos ao comportamento do carro após um abastecimento, e procurar sempre um posto de confiança e sempre que puder abastecer nele, para que tenha menor risco de estar exposto a esse tipo de irregularidade que fazem com os combustíveis.

*INTERNAL COMBUSTION ENGINE SUBMITTED TO FUEL MIXTURE AND  
CONTAMINANTS*

**ABSTRACT**

Many consumers are harmed by tampered fuel, which does not follow the legal standards adopted by the ANP. This paper aims to analyze the rotation variations and the average engine consumption of a Honda GX 160, stocked with a mixture containing fuel and contaminant. The dopants added to gasoline are thinner and alcohol. After obtaining the mixture, we supplied the motor with 100 ml and ran the engine to monitor the data. With the tests, we could notice that the engine does not work in its normal conditions, causing further problems. Among the problems, we can say that it may lose output. And besides that, because of malfunction in the mechanical components, the car might need unforeseen maintenance.

Keywords: Engine. Fuel. Contaminant.

## REFERÊNCIAS

BRUNETTI, F. (2012). *Motores de Combustão Interna* (Vol. I). Edgard Blucher Ltda.

CEDTEC ESCOLA TÉCNICA. (s.d.). *Mecânica de Manutenção - Lubrificantes e Lubrificação*. CEDTEC ESCOLA TÉCNICA.

DE OLIVEIRA, C. A., & D. R. (2003). *Motores de Combustão Interna - Álcool e Gasolina*. SENAI Roberto Babosa Ribas, Santa Maria.

MARTINS, J. (2006). *Motores de Combustão Interna* (Segunda ed.). Publindustria, Edições Técnicas.

OZAKI, S. T. (2010). DETECÇÃO DE ADULTERAÇÃO DE COMBUSTÍVEL COM SENSORES POLIMÉRICOS ELETRODEPOSITADOS E REDES NEURAIAS ARTIFICIAIS. *Dissertação apresentada a USP*.

PETROBRAS. (s.d.). [www.br.com.br/quimicos](http://www.br.com.br/quimicos). Fonte: [www.br.com.br/quimicos](http://www.br.com.br/quimicos).

RAHDE, S. B. (s.d.). *Motores de Combustão Interna*. PUC - Depto Engenharia Mecânica.

VARELLA, C. A., & SANTOS, Gilmar de Souza. (julho de 2010). *Noções Básicas de Motores Diesel*. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Seropédica - RJ.