

**CENTRO PAULA SOUZA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**FATEC SANTO ANDRÉ**  
**Tecnologia em Mecânica Automobilística**

**Daniel Campanaro**  
**Marcelo Nascimento Cordeiro Junior**

**Desempenho do motor com a utilização de gasolina e  
aditivo para combustível via tanque**

Santo André - SP  
2018

**CENTRO PAULA SOUZA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**FATEC SANTO ANDRÉ**  
**Tecnologia em Mecânica Automobilística**

**Daniel Campanaro**  
**Marcelo Nascimento Cordeiro Junior**

**Desempenho do motor com a utilização de gasolina e  
aditivo para combustível via tanque**

Monografia apresentada ao Curso de Tecnologia em Mecânica Automobilística da FATEC Santo André, como requisito parcial para conclusão do Curso em Tecnologia Mecânica Automobilística.

Orientador: Prof. Marco Aurélio Fróes

Santo André – SP  
2018

## FICHA CATALOGRÁFICA

C186d

Campanaro, Daniel

Desempenho do motor com a utilização de gasolina e aditivo para combustível via tanque / Daniel Campanaro, Marcelo Nascimento Cordeiro Junior. - Santo André, 2018. – 59f: il.

Trabalho de Conclusão de Curso – FATEC Santo André.  
Curso de Tecnologia em Mecânica Automobilística, 2018.

Orientador: Prof. Marco Aurélio Fróes

1. Mecânica. 2. Motor de combustão interna. 3. Combustível.  
4. Avaliação de desempenho. 5. Gasolina. 6. Veículos 7.  
Octanagem. I. Cordeiro Junior, Marcelo Nascimento. II.  
Desempenho do motor com a utilização de gasolina e aditivo  
para combustível via tanque.

621.43

## LISTA DE PRESENÇA

Santo André, 07 de Julho de 2018

LISTA DE PRESENÇA REFERENTE À APRESENTAÇÃO DO  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO COM O TEMA:  
“DESEMPENHO DO MOTOR COM A UTILIZAÇÃO DE GASOLINA E  
ADITIVO PARA COMBUSTÍVEL VIA TANQUE” DOS ALUNOS DO 6º  
SEMESTRE DESTA U.E.

### BANCA

PRESIDENTE:

PROF. MARCO AURÉLIO FRÓES 

MEMBROS:

PROF. FERNANDO GARUP DALBO 

PROF. ORLANDO DE SALVO JÚNIOR 

ALUNOS:

DANIEL CAMPANARO 

MARCELO NASCIMENTO CORDEIRO JÚNIOR 

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus pela oportunidade de cursarmos esta faculdade e pelas bênçãos alcançadas. Não podemos deixar de citar, também, nossas namoradas pela paciência, auxílio, incentivo e companheirismo durante toda nossa jornada acadêmica, principalmente no período de conclusão desta monografia.

Aos nossos familiares e amigos fica o agradecimento pela paciência e incentivo, com palavras e atitudes que nos motivaram nos momentos difíceis.

Somos gratos aos nossos professores em geral, mas em especial ao: orientador Marco Aurélio Fróes que disponibilizou de seu tempo e conhecimento para auxiliar na conclusão deste trabalho, desde a monografia ao desenvolvimento experimental; e Fernando Garup, pelo constante apoio e acompanhamento durante todo o período de realização deste.

## RESUMO

A gasolina é, ainda, nos dias de hoje, o combustível mais utilizado em veículos automotores, principalmente nos veículos de passeio. Sua derivação é do petróleo, uma origem fóssil.

Em nosso país, temos quatro classificações para este combustível, sendo apenas três delas comercializadas aos consumidores. A gasolina tipo A (pura), só é comercializada entre refinaria e distribuidor. As gasolinas disponíveis nos postos para consumo dos brasileiros, possuem adição de etanol anidro em sua composição, conforme lei vigente, variando de acordo com seu tipo, para os tipos C (comum) e aditivada a porcentagem é de 27%, para a gasolina premium, essa porcentagem cai para 25%.

Diversos fatores influenciam na avaliação e desempenho da gasolina, como: origem, processo de obtenção e composição. A adição do etanol, por exemplo, é benéfica a gasolina quanto ao seu desempenho, por possuir maior resistência a detonação, porém, em quantidades muito altas, a gasolina perde suas principais propriedades, sendo ruim a este combustível.

Atualmente temos no mercado, alguns aditivos adicionais, que são utilizados via tanque de combustível, sendo injetado neste compartimento pelo próprio consumidor, que prometem aumentar a potência, torque e autonomia deste combustível, além de promover alguns ganhos relacionados a vida útil do motor.

Devido ao interesse em identificar os benefícios dessa utilização, o objetivo deste estudo é testar o desempenho do motor a combustão interna, com a utilização de gasolina e aditivo para aumento da octanagem (STP Octane Booster), a fim de verificar se a utilização deste aditivo via tanque cumpre seu objetivo principal e para verificação de suas funções, com foco em potência, torque e velocidade máxima. Para isso, foram utilizados combustíveis de postos renomados, a fim de saber, também, em qual tipo de combustível há maiores ganhos, foram utilizados os tipos comercializados: tipo C, aditivada e premium.

Para estes testes escolhemos o STP Octane Booster, que é o que pode ser encontrado com maior facilidade, bem como conseguimos obter maiores informações sobre sua composição. O Octane Booster, não deve ser utilizado em tanques que contenham a porcentagem de etanol maior que o adicionado na gasolina comum (27%).

Palavras-chave: gasolina, octanagem, aditivo para combustível, testes, potência e torque.

## ABSTRACT

Gasoline is, still today, the most widely used fuel in motor vehicles, especially in passenger vehicles. Its derivation is from oil, a fossil.

In our country, we have four classifications for this fuel, being only three of them marketed to consumers. The gas type A (pure), only marketed between refinery and distributor. The Gasoline available at for consumption by Brazilians, have addition of anhydrous ethanol in your composition, according to applicable law, varying according to your type; the gas type C (common) and additive gasoline the percentage is 27%, for premium gasoline, this percentage decreases to 25%.

Several factors influence the evaluation and performance of gasoline, such as: origin, process and composition. The addition of ethanol, for example, is beneficial to gasoline as for your performance, by having greater resistance to detonation, however, in very high quantities of gas loses its main properties, being bad to this fuel.

We currently have on the market, some additional additives which are used directly in the fuel, being injected in this compartment the customer himself, that promise to increase the power, torque and autonomy of this fuel, in addition to promoting some related gains the useful life of the engine.

For the interest in identifying the benefits with its use, the goal of this study is to test the internal combustion engine performance with the use of gasoline and octane booster (STP Octane Booster) in order to verify if the use of this tank additive meets its main purpose and to verify its duties, focusing on power, torque and maximum speed. To do it, fuels of renowned stations were used. In order to know, also, in which type of fuel there are bigger gains, all the commercialized types (type C, additive and premium) were used.

For these tests we chose STP Octane Booster, which is what can be found more easily, as well as we can obtain more information about your composition. The Octane Booster, must not be used in tanks containing ethanol percentage greater than the added gasoline (27%).

Keywords: gasoline, octane, fuel additive, tests, power, torque.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ANFAVEA: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores

ATSM: American Society for Testing and Materials.

C: carbono.

CIMA: Conselho Interministerial do Açúcar e do Álcool.

CO: monóxido de carbono.

CO<sub>2</sub>: dióxido de carbono.

FMT: Friction Modification Technology.

H: hidrogénio.

HC: hidrocarboneto.

H<sub>2</sub>O: água.

IAD: índice antidetonante.

MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

MON: Motor Octane Number.

PFE: ponto final de ebulição.

PIE: ponto inicial de ebulição.

PMI: ponto morto inferior.

PMS: ponto morto superior.

RON: Research Octane Number.

ppm: parte por milhão.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Destilação Fracionada do Petróleo.....	12
Figura 2 – Gasolinas comercializadas nos postos Petrobras.....	15
Figura 3 – Quatro tempos do motor ciclo Otto.....	16
Figura 4 – Estequiometria.....	18
Figura 5 – Relação de compressão.....	22
Figura 6 – Veículo Volkswagen Gol.....	27
Figura 7 - Tanque de combustível auxiliar.....	28
Figura 8 - Aparelho de diagnóstico NAPRO.....	29
Figura 9 – Dinamômetro.....	30
Figura 10 – Ventilador.....	31
Figura 11 – Termômetro infra-vermelho.....	32
Figura 12 – Aditivo STP Octane Booster.....	33
Figura 13 – Potência máxima corrigida.....	38
Figura 14 – Torque máximo corrigido.....	39
Figura 15 – Velocidade máxima.....	40
Figura 16 – Leitura do aparelho de diagnóstico Napro durante o teste – Gasolina Comum Shell.....	41
Figura 17 – Leitura do aparelho de diagnóstico Napro durante o teste – Gasolina Aditivada Shell V-Power.....	42
Figura 18 – Leitura do aparelho de diagnóstico Napro durante o teste – Gasolina Premium Podium Petrobras.....	43
Figura 19 – Comparação gasolina comum e gasolina comum com Octane Booster.....	44
Figura 20 – Comparação gasolina V-Power e gasolina V-Power com Octane Booster.....	45
Figura 21 – Comparação gasolina Podium e gasolina Podium com Octane Booster.....	46

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Frações do petróleo.....	12
Quadro 2 - Coeficiente lâmbda.....	18
Quadro 3 - Relação estequiometrica da gasolina E27 .....	19
Quadro 4 - Valores de destilação da gasolina tipo A brasileira.....	21
Quadro 5 - Motores RON e MON .....	24
Quadro 6 - Composição do STP Octane Booster .....	26
Quadro 7 - Dados obtidos nos testes .....	36
Quadro 8 - Continuação do quadro: Dados obtidos nos testes .....	37
Quadro 9 – Comparação geral com a utilização do Octane Booster.....	46

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1. Objetivo .....	13
1.2. Justificativa.....	13
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	13
2.1. Petróleo.....	13
2.1.1. Gasolina.....	15
2.2. Combustão.....	17
2.2.1. Combustão Exotérmica .....	18
2.2.2. Perdas por Tempo Finito de Combustão .....	19
2.2.3. Combustão por Autoignição.....	19
2.2.4. Estequiometria.....	19
2.2.5. Volatilidade .....	21
2.2.6. Destilação .....	22
2.2.7. Taxa de Compressão.....	23
2.2.8. Octanagem.....	24
2.2.8.1. Métodos de Análise da Octanagem do Combustível.....	25
2.3. Aditivo para Combustível.....	27
<b>3. DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL</b> .....	28
3.1. STP Octane Booster .....	28
3.2. Teste no dinamômetro .....	28
3.2.1. Condicionamento para os Testes .....	36
<b>4. RESULTADOS</b> .....	38
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	49
<b>6. ANEXOS</b> .....	51
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	60

## 1. INTRODUÇÃO

O automóvel é um objeto de estudos e melhorias constantes, devido a sua aceitação pelas pessoas, pois é fácil de ser utilizado e fez os trajetos se tornarem mais rápidos, devido sua velocidade ser maior que os animais utilizados para locomoção, e que a velocidade atingida pelo ser humano.

Os estudos relacionados ao automóvel, levaram a criação e fabricação do motor a combustão interna, em 1807. Em 1885 o motor a gasolina foi introduzido, objeto de utilização até os dias de hoje.

Os motores mais utilizados nos dias de hoje no Brasil, ainda são os movidos a gasolina, sendo a maioria flex, motores estes que ocorrem diversas mudanças anualmente, visando o ganho do desempenho e a diminuição de seu custo de produção.

Diversos fatores estão levando os motores a possuírem o famoso *downsizing*, que representa a diminuição do tamanho total com o aumento da potência e torque destes motores. Com isto, há diversos motores de baixa cilindrada, como 1000cm<sup>3</sup> com a utilização de turbos compressores, algo impensável na década de 70, onde os veículos possuíam motores com altas cilindradas, e muitos cilindros, como motores V6 e V8.

A gasolina utilizada no Brasil sofreu diversas modificações com o tempo, como a exclusão do Chumbo-Tetra-Etileno em sua composição. A adição de etanol anidro em sua composição, que com o passar dos anos, teve aumento de sua concentração na composição da gasolina, atingindo 27% na gasolina comum e 25% na gasolina premium nos dias de hoje, conforme portaria MAPA nº75 de 05 de março de 2015.

## **1.1. Objetivo**

Este trabalho tem como objetivo testar o desempenho do motor a combustão interna, com a utilização de gasolina e aditivo para aumento da octanagem (STP Octane Booster), afim de verificar se a utilização deste aditivo via tanque cumpre seu objetivo principal.

Para atingir este objetivo será mostrado os tipos de gasolinas utilizadas no Brasil e testado seus desempenhos, afim de obter dados referente ao melhor combustível a ser utilizado, independente do seu valor de comercialização.

## **1.2. Justificativa**

O desejo de verificar, por meio de testes no dinamômetro, qual o real ganho relacionado a potência, torque e velocidade máxima, sem levar em consideração o consumo de combustível e emissão de poluentes, também será avaliado se há benefícios na utilização do produto, estes são os motivos para desenvolvermos este trabalho.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

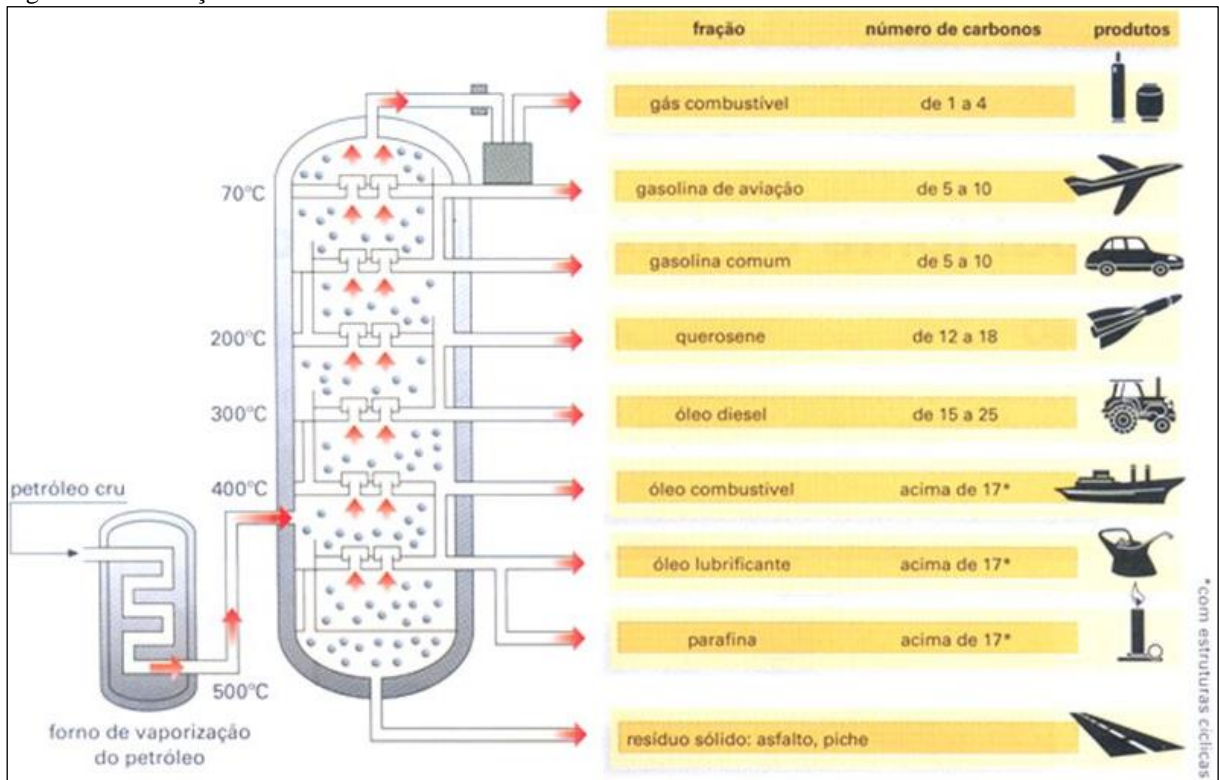
### **2.1. Petróleo**

Conforme Francisco (2016), o petróleo é nos dias de hoje a principal fonte de energia no mundo, possui origem fóssil e é definido como um líquido oleoso retirado das pedras subterrâneas. Os principais países produtores são: Rússia, Estados Unidos, Arábia Saudita, Irã, Iraque, Kuwait, Emirados Árabes Unidos, Venezuela, México e Inglaterra.

A composição do petróleo se dá pela mistura de alguns compostos orgânicos formados por uma decomposição lenta, que durou milhões de anos. Nesta mistura prevalece a presença dos hidrocarbonetos, acompanhados por oxigênio, nitrogênio e enxofre.

A forma com a qual ele é encontrado no meio – forma bruta – não é utilizado por nós. Para a obtenção dos produtos finais é necessário um processo físico-químico para o refino do petróleo, que resulta nas chamadas frações do petróleo, é que a diferença da quantidade de átomos de carbono presentes nas moléculas de cada fração, conforme ilustra a figura 1 e o quadro 1.

Figura 1 – Destilação Fracionada do Petróleo.



Fonte: Brasil Escola (2016).

Quadro 1 – Frações do Petróleo.

Ponto de ebulição em °C	Quantidade de carbonos	Produto
20 °C	1 a 4 Carbonos	Gás
120 °C	5 a 10 Carbonos	Gasolina
170 °C	10 a 16 Carbonos	Querosene
270 °C	14 a 20 Carbonos	Diesel
340 °C	20 a 50 Carbonos	Lubrificante
500 °C	20 a 70 Carbonos	Óleo
600 °C	acima de 70 C	Asfalto

Fonte: Mundo Educação (2016).

Segundo Fogaça (2016), a partir dessas frações, é realizado o processo de destilação fracionada, que consiste em aquecer o petróleo bruto em um forno com cerca de 400°C acoplado a uma torre de destilação submetida a pressão atmosférica. De acordo com a massa molar de cada hidrocarboneto, a fração desejada é obtida.

Conforme citado anteriormente, a grande diferença entre as frações do petróleo é a quantidade de átomos de carbono presente, portanto, para se obter a gasolina utilizando a fração de querosene, por exemplo, surgiu outro processo químico, chamado craqueamento (do inglês *to crack*, que significa “quebrar”). Através desse processo, é possível aproveitar também os resíduos resultantes do fracionamento. Com a utilização deste, é possível obter de 20% a 50% de aumento.

São realizados dois tipos de craqueamento: catalítico e térmico. O craqueamento térmico utiliza as altas temperaturas para quebrar as moléculas pesadas de carbono, diminuindo a fração do petróleo. No craqueamento catalítico adiciona-se um catalisador para acelerar a velocidade de algumas reações químicas, porém sem participar desta reação.

### **2.1.1. Gasolina**

Em harmonia com Souza (2016), a gasolina representa hoje a principal fração do petróleo, porém através da destilação é obtida uma pequena quantidade (de 7% a 15%) desta em relação a demanda atual. Suas características dependem do petróleo que a originou. Em sua composição estão os hidrocarbonetos formados por moléculas de menor cadeia carbônica, variando de 5 a 10 átomos de carbono. Sua principal função é agir como combustível carburante nos motores com combustão interna.

Sua composição é variável e depende dos componentes que serão utilizados, geralmente as gasolinas para automóveis são misturas de hidrocarbonetos obtidos pelos processos de destilação, craqueamento e hidrocraqueamento que são as parafinas, naftas, olefinas e aromáticos.

De acordo com Lobo (2016) temos, no Brasil, quatro classificações para a gasolina. São elas:

- Gasolina Tipo A: é a gasolina “pura”, quando não há adição de etanol anidro e outros compostos. Este tipo só pode ser comercializado entre importadoras, refinarias e distribuidores, que adicionam etanol anidro, gerando outro tipo de gasolina – Tipo C.
- Gasolina Tipo C: mais conhecida como gasolina comum E22. Possui a adição de etanol anidro em sua composição. Este tipo de gasolina deve conter, obrigatoriamente, 27% de adição de etanol anidro, conforme Portaria N° 75, de 05 de março de 2015, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Resolução N° 01, de 04 de março de 2015, do Conselho Interministerial do Açúcar e do Alcool (CIMA).
- Gasolina Aditivada: é semelhante a gasolina comum, o que a difere é a adição de aditivos que visam a limpeza do sistema de injeção e/ou reduzir o atrito no motor. Estes aditivos são: inibidores de corrosão, que possuem ação anticorrosiva, detergentes, que evitam que depósitos de impurezas da gasolina fiquem acumuladas no sistema, e redutores de atrito, que visam a redução do desgaste das peças causadas pela combustão.
- Gasolina Premium: É uma gasolina também aditivada, porém com a adição de somente 25% de etanol anidro e maior índice antidetonante. Entre este tipo temos a famosa gasolina Podium, comercializada pela Petrobras e a nova gasolina Octapro, comercializada pelos postos Ipiranga desde o final de 2017.

A figura 2 ilustra as gasolinas comercializadas pelos postos BR Petrobras e seus nomes comerciais. A gasolina comum, como seu próprio nome diz, é a gasolina do tipo C. A gasolina de nome Grid, é a gasolina aditivada. A gasolina chamada Podium, é a gasolina premium desta rede de postos.



Figura 2 – Gasolinas comercializadas nos postos Petrobras.

	<b>Gasolina Comum</b>	<b>GRID</b>	<b>modium</b>
<i>Enxofre (ppm) max.</i>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>30</b> <i>(menos poluente)</i>
<i>Aditivos</i>	<b>Não</b>	<b>Sim</b>	<b>Sim</b> <i>(menor nível de depósitos)</i>
<i>Corantes</i>	<b>Não*</b>	<b>Sim</b> <i>(verde)</i>	<b>Não*</b>

*PPM (partes por milhão) = mg/kg*  
*(\*) Apresenta coloração levemente alaranjada em razão do corante laranja adicionado no etanol anidro*

Fonte: Petrobras (adaptado) (2016).

Conforme Petrobras (2014), desde janeiro de 2014, todos os tipos de gasolinas comercializadas no Brasil devem possuir, no máximo, 50 mg/kg ou ppm (parte por milhão) de teor de enxofre. Chamada de gasolina S-50, representa uma redução de 75% em relação ao limite permitido anteriormente (200mg/kg em 2013). Este novo combustível substituiu de forma integral todas as gasolinas automotivas comercializadas no Brasil.

## 2.2. Combustão

Conforme Fogaça (2016), a mistura ar-combustível transforma-se em energia mecânica quando ocorre a combustão; os gases gerados por este efeito sofrem aumento de pressão, provocado pelo calor desenvolvido no processo de transformação. O forte aumento da pressão movimenta os pistões do motor que, conseqüentemente, movimenta as demais partes móveis do motor, como: bielas, árvore de manivelas, eixo de transmissão e rodas.

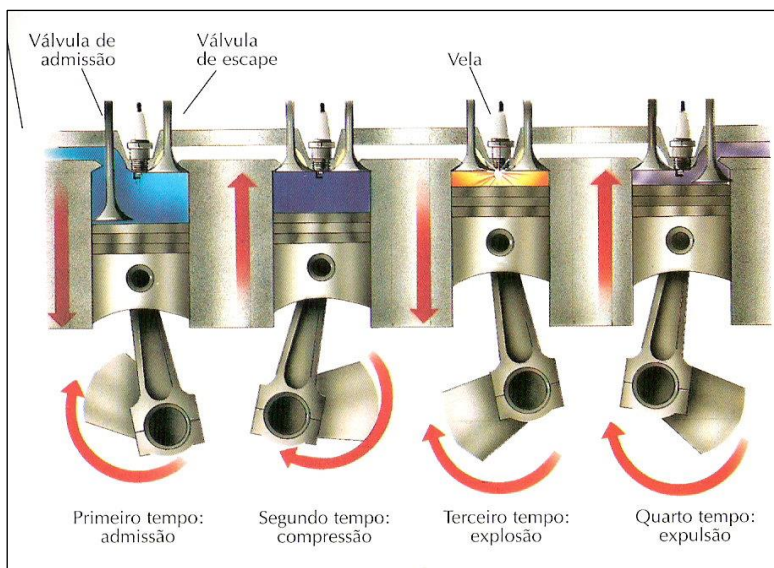
Para que ocorra a combustão três fatores são necessários, o primeiro deles é o combustível, que pode ser qualquer elemento que reaja com o oxigênio.

O segundo é o comburente que pode ser o ar que respiramos, ou qualquer gás que possua oxigênio.

E por último, mas não menos importante, é a fonte de calor, pois irá fornecer o calor inicial para que ocorra a combustão.

No motor de ciclo Otto, o triângulo do fogo é composto por: ar atmosférico, gasolina (ou etanol) e a vela de ignição. O ar atmosférico é o comburente, pois é o componente que possui oxigênio em sua composição; o combustível é representado pela gasolina, pois sua reação com o oxigênio se dá de forma extremamente satisfatória; e, por último, o calor para que a combustão aconteça é gerado pela vela de ignição, que ativa sua centelha no momento ideal para que a combustão gere força ao motor.

Figura 3 – Quatro tempos do motor ciclo Otto.



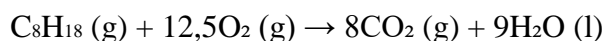
Fonte: Mecânica para todos (2016)

### 2.2.1. Combustão Exotérmica

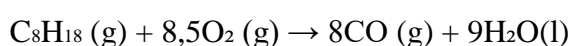
Segundo Brunetti (2012), combustão é uma reação química exotérmica, pois há liberação de energia no decorrer do processo, existem dois tipos de combustão a completa ou incompleta. Nesta reação química as ligações existentes entre os átomos que compõe os reagentes para formar novas ligações, criam os produtos de reação. Durante o processo de ruptura de ligações há sempre absorção de energia, e durante o processo de formação de ligações há sempre liberação de energia.

Assim, a partir do balanço energético destes dois processos, verifica-se que nas reações químicas exotérmicas a energia absorvida para romper as ligações químicas nos reagentes é menor que a energia libertada pela formação das ligações nos produtos de reação.

Quando ocorre a combustão completa acontece a ruptura da cadeia de carbono e a oxidação total de todos os átomos de carbono, seu resultado será CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O. Combustão completa do isoctano, que é um dos componentes da gasolina, demonstrado nesta equação:



E quando ocorre a combustão incompleta não haverá quantidade de comburente suficiente (oxigênio) para queimar todo o combustível, seu resultado será: CO e H<sub>2</sub>O. Neste caso teremos a seguinte cadeia.



### **2.2.2. Perdas por Tempo Finito de Combustão**

“De forma teórica, a combustão é considerada instantânea, devido ser um processo em que a pressão e a temperatura dos gases variam de forma proporcional, mantendo seu volume constante. Porém, na prática, a relação combustão e velocidade do pistão levam um tempo não desprezível” (Brunetti, 2012).

### **2.2.3. Combustão por Autoignição**

“A autoignição, ou ainda simplesmente ponto de ignição, é a temperatura mínima em que ocorre uma combustão, independente de uma fonte de ignição, como uma faísca, quando o simples contato do combustível com o comburente já é o suficiente para estabelecer a reação.

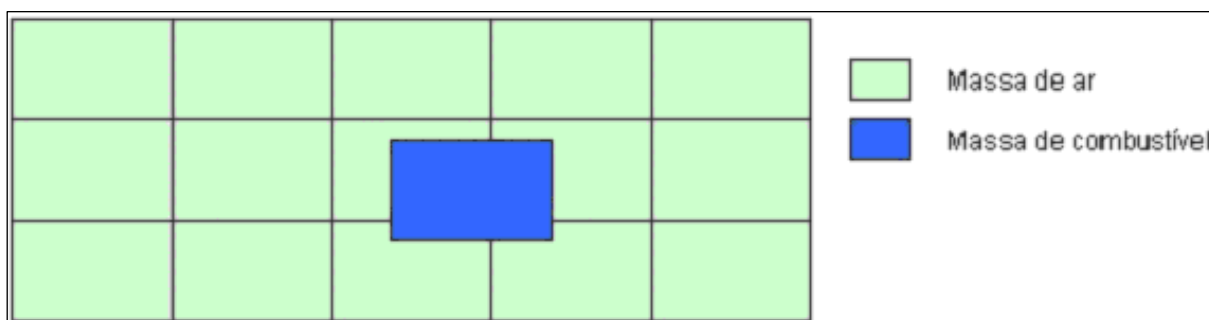
A temperatura de autoignição de uma substância é a temperatura mínima à qual a substância entra em combustão espontânea, numa atmosfera normal e sem o auxílio de uma fonte externa. A temperatura de autoignição de uma substância diminui quando a pressão atmosférica e/ou a concentração de oxigênio aumentam” (Brunetti, 2012).

### **2.2.4. Estequiometria**

De acordo com Fogaça (2016), a estequiometria é o cálculo que relaciona as quantidades de reagentes e produtos, que compõem uma reação química. No motor esta relação é composta por ar e combustível, que serão mensurados durante todo o seu funcionamento.

O motor de combustão interna, ciclo Otto, depende de uma mistura de ar mais combustível para produzir a queima destes e gerar força ao virabrequim, que por fim movimentará o veículo. No seu ciclo de quatro tempos o motor absorve uma quantidade de ar e uma quantidade de combustível proporcional conhecida como estequiometria.

Figura 4 – Estequiometria.



Fonte: COL – Injeção Eletrônica de Nível Básico (2003).

Conforme Lana (2016), todo combustível queima e reage com o ar em uma determinada proporção e para qualquer tipo de volume. Esta taxa não deve, apesar de parecida, ser confundida com a taxa de compressão. A razão estequiométrica com a utilização de gasolina tipo A é de 14,7 partes de ar atmosférico para 1 parte deste combustível. A razão ar-combustível para o etanol, é de 8,9 partes de ar para 1 parte de etanol, com isto, conseguimos justificar o maior consumo de etanol, pois é necessária maior quantidade de combustível para a quantidade de ar admitida no motor.

Determinamos o tipo de mistura (mistura ar-combustível disponível que se desvia da relação estequiométrica) através do coeficiente de ar lâmbda ( $\lambda$ ).

Este coeficiente representa a massa de ar admitida em relação à demanda de ar necessária para se obter a queima estequiométrica teórica (14,7 partes de ar para 1 parte de combustível):

Quadro 2 - Coeficiente lâmbda.

Coeficiente lâmbda	Tipo de mistura	Observações
Menor que 1	Mistura rica	Predomina a falta de ar
Igual a 1	Mistura ideal (estequiométrica)	Relação ideal obtida (14,7:1)
Maior que 1	Mistura pobre	Predomina o excesso de ar

Fonte: autoria própria (2016).

De acordo com Pinheiro (2016), o excesso de ar influencia de forma direta a eficiência da combustão, através do controle do volume, entalpia dos produtos da combustão e temperatura. O grande excesso de ar diminui a temperatura da chama, aumenta as perdas de calor reduzindo a eficiência térmica e diminui o comprimento da chama, por estes motivos é indesejável obtê-lo. A falta excessiva do ar na mistura também não é desejável, pois o resultado é a combustão incompleta, aumentando o nível de emissão de CO, fuligem e HC.

Segundo Fróes (2015) com o atual nível de etanol presente na gasolina comum (27%), realizando os cálculos com a proporção de 73% de gasolina pura e 27% de gasolina comum, a razão estequiométrica para o este combustível é de 13,2:1.

Quadro 3 – Relação estequiométrica da gasolina E27.

Relação A/F	Coefficiente $\lambda$	Tensão da sonda (V)	Tipo de carburação
15,2 : 1	1,16	0,0 a 0,1	Pobre
14,3 : 1	1,09	0,1 a 0,2	Pobre
13,9 : 1	1,05	0,2 a 0,3	Pobre
13,4 : 1	1,02	0,3 a 0,4	Pobre
13,2 : 1	1	0,4 a 0,5	Normal
13,1 : 1	0,99	0,5 a 0,6	Normal
13,0 : 1	0,99	0,6 a 0,7	Rica
12,7 : 1	0,97	0,7 a 0,8	Rica
11,8 : 1	0,9	0,8 a 0,9	Rica
11,2 : 1	0,85	0,9 a 1,0	Rica

Fonte: Ensaio dinâmométrico EMA 023 (2015).

### 2.2.5. Volatilidade

Conforme o dicionário Michaelis (2010), definimos a volatilidade como a propriedade que determina a capacidade de uma substância alterar seu estado físico, mais precisamente, a mudar este estado físico para a forma gasosa.

De acordo com a Bosch (2005), a gasolina deve possuir uma boa relação entre componentes altamente voláteis e outros nem tão altos. Essa relação deve fazer com que a gasolina vire vapor durante a partida a frio, e mantenha o mesmo funcionamento durante o período em que o motor esteja quente, sem prejudicar o funcionamento do sistema (bloqueio de vapor). Devemos considerar, também, que as condições climáticas e ambientais exigem que as perdas evaporativas sejam baixas.

Neste caso, então, a vaporização da gasolina deve ser adequada em todas as condições de operação do motor, mantendo o bom funcionamento do sistema durante os períodos de: partida a frio, temperatura de trabalho ideal e plena carga.

### **2.2.6. Destilação**

Segundo Brunetti (2012), destilação é um método utilizado para separação de misturas, da qual ao menos uma delas esteja no estado líquido. Com este processo, é possível estimar a quantidade de compostos leves e pesados de uma gasolina, seguindo o ensaio padronizado pela norma ATSM D-86. Este ensaio consiste em aquecer a gasolina medindo, de forma constante, a temperatura de ebulição e o volume evaporado.

O PIE representa o Ponto Inicial de Ebulição, e o PFE significa Ponto Final de Ebulição. O teste ATSM D-86 estima a quantidade de compostos leves e pesados de uma gasolina, através de sua curva de destilação. Como exemplo, temos:

- PIE = Ponto Inicial de Ebulição;
- T10% = Temperatura alcançada quando se obtém 10% do volume evaporado;
- T50% = Temperatura alcançada quando se obtém 50% do volume evaporado;
- T90% = Temperatura alcançada quando se obtém 90% do volume evaporado;
- PFE = Ponto Final de Ebulição;

Devido a gasolina não ser um composto puro, com a realização deste teste, seus componentes mais leves são evaporados a uma temperatura menor, até que sobrem apenas os resíduos dos compostos pesados.

O quadro abaixo representa os valores de destilação para a gasolina tipo A:

Quadro 4 – Valores de destilação da gasolina tipo A brasileira.

<b>Destilação</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
PIE	26 a 38
5% Evaporados	46 a 67
10% Evaporados	51 a 80
15% Evaporados	60 a 100
20% Evaporados	69 a 119
30% Evaporados	79 a 130
40% Evaporados	92 a 138
50% Evaporados	103 a 146
70% Evaporados	112 a 154
80% Evaporados	125 a 164
90% Evaporados	147 a 178
PFE	186 a 220
Resíduo (% Vol.)	1 a 1,1

Fonte: Brunetti (2012).

### 2.2.7. Taxa de Compressão

De acordo com Fróes (2015), a taxa de compressão expressa a relação entre o volume total de um cilindro do motor e o volume da câmara de combustão, sendo calculado com a seguinte equação:

$$T = \frac{V + v}{v}$$

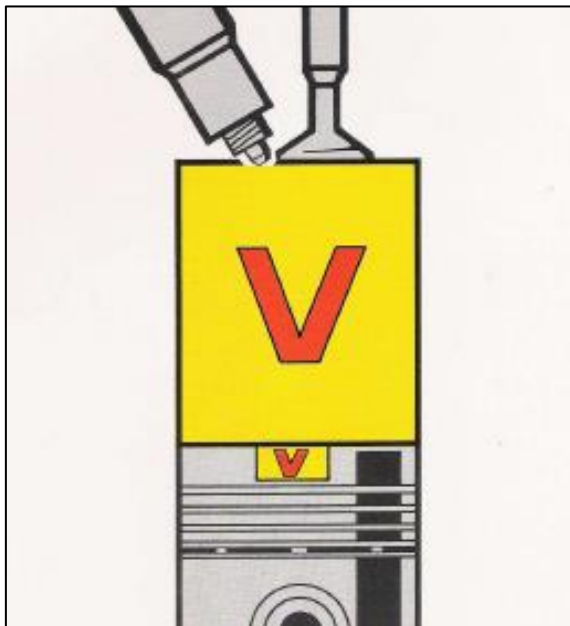
Sendo:

T = taxa de compressão;

V = volume do cilindro (cm<sup>3</sup>);

v = volume da câmara de combustão.

Figura 5 – Relação de compressão.



Fonte: Ensaio dinâmico EMA 023 (2018).

Essa taxa tem influência direta no funcionamento do motor, em parâmetros como desempenho, consumo, durabilidade, entre outros.

O combustível utilizado tem fator determinante para a escolha desta relação. A gasolina tem maior benefício no motor com taxa mais baixa, entre 8:1 e 12:1. Já o etanol funciona melhor em taxas mais altas que variam entre 12:1 e 14:1.

Conforme dados divulgados pela ANFAVEA em 2017, 88,6% dos automóveis e comerciais leves fabricados utilizavam motores flex. portanto, aceitam gasolina e álcool para funcionarem, ficando a critério do condutor a escolha do combustível a ser utilizado. Com isso, a taxa de compressão escolhida pelas montadoras deve ser intermediária, a fim de entregar um bom desempenho para ambos os combustíveis.

### 2.2.8. Octanagem

Segundo Figueredo (2016), a octanagem se dá pela resistência à detonação de um determinado combustível utilizado em motores no ciclo de Otto. Consiste em quanto a mistura ar combustível é capaz de resistir as altas temperaturas e pressões formadas dentro da câmara de combustão. Quanto mais elevada a octanagem, maior será a capacidade de o combustível ser comprimido, sob altas temperaturas, sem que ocorra a detonação antes da faísca.



Ao usar um combustível de alta octanagem, os projetistas do motor são capazes de implementar várias técnicas para melhorar a confiabilidade, eficiência e saída de energia. Primeiramente ajuda a evitar a pré-detonação que acontece em determinadas situações onde a combustão pode acontecer de forma espontânea, antes do pistão chegar ao *PMS*, porém não de forma progressiva e aproveitando toda a mistura, e sim, instantânea sem dar tempo para que os gases se expandam o que é obviamente indesejável, pois pode causar danos sérios ao motor, e pode ser evitado usando o combustível com apropriado índice de octano.

De acordo com Dias (2016), em uma combustão normal quando a vela de ignição dispara a centelha, o avanço da chama ocorre de forma progressiva por toda a mistura contida na câmara de combustão, dando tempo para que os gases possam se expandir e assim gerar a força do motor

Em segundo lugar, a maior octanagem permite o uso de maiores taxas de compressão. A relação de compressão está diretamente ligada à eficiência térmica, portanto, quanto maior a taxa de compressão, mais eficiente será o motor. E em terceiro lugar, os combustíveis de alta octanagem permitem o tempo de ignição avançado, ou seja, a faísca queima antes que o pistão atinja o *PMS* durante o curso de compressão. Obviamente, você não deseja detonar muito cedo, pois estará aplicando pressão na direção errada, mas se você se acender muito tarde, está perdendo torque valioso.

### **2.2.8.1. Métodos de Análise da Octanagem do Combustível**

De acordo com Contesini (2017), o controle de parâmetros tecnológicos dos processos de refinação de petróleo exige uma avaliação qualitativa e quantitativa detalhada, análise da composição hidrocarbonada do petróleo bruto e suas frações e muitos equipamentos analíticos.

A octanagem é determinada de duas maneiras através de métodos analíticos realizados com motores padrão para observação da detonação ocasionada pelo combustível.

Estes testes são definidos e normatizados pela ASTM, órgão americano que desenvolve e publica normas técnicas para diversos matérias, produtos, serviços e sistemas.

O método chamado RON, vem da sigla inglesa da palavra “Research Octane Number”, que consiste em promover uma avaliação da resistência a detonação do combustível com o motor em baixa rotação, porém com carga plena. É determinado pela ASTM D2699.

O método MON, vem da sigla inglesa de “Motor Octane Number”, que é o método contrário ao RON onde, a resistência a detonação do combustível é avaliada a altas rotações do motor em plena carga, com misturas aquecidas e variando o tempo de injeção. É determinado pela ASTM D2700.

Os valores são maiores com o teste MON em relação ao RON, devido as exigências térmicas mais rigorosas para o combustível que é testado.

Quadro 5 – Motores RON e MON.

Parâmetros de funcionamento	Unidade	Método RON	Método MON
Rotação	Rpm	600±6	900±6
Avanço de centelha	°APMS	13	Variável (14 a 26)
Temp. da mistura do ar de admissão	°C	48 a 1 bar *	38±14
Temp. da mistura carburada	°C	-	148,9±1
Temp. do líquido de arrefecimento	°C	100±1,7	100±1,7
Temperatura do óleo	°C	57,2±8,4	57,2±8,4
Pressão do óleo	Bar	1,7 a 2,0	1,7 a 2,0
Viscosidade do óleo		SAE 30	SAE 30
Umidade do ar de admissão	gH <sub>2</sub> O /KGar	3 a 7	3 a 7
Diâmetro do Venturi		14,3	14,3
Relação ar-combustível		Ajustada pra intensidade de máxima	

(\*) A regulagem deve ser feita em função da pressão atmosférica local.

(\*\*) Lambda adotado geralmente entre 0,9 e 1,0.

Fonte: Brunetti (2012).

Quando queremos definir, porém, o número de octano requerido pelos motores e que deve ser atendido pela gasolina comercializada, é comum utilizarmos o parâmetro denominado IAD (índice antidetonante), que nada mais é que a média dos valores de RON e MON, devendo, e representa o poder que a gasolina possui em resistir a detonação. Para calcularmos o IAD necessário de uma gasolina para atingir o necessário para um bom funcionamento de um motor, utilizarmos a fórmula:

$$IAD = \frac{(RON + MON)}{2}$$

Conforme Resolução ANP nº40/2013, temos valores mínimos deste índice que devem ser cumpridos pelas gasolinas comercializadas, sendo um índice para cada tipo:

- Gasolina Comum: deve atingir no mínimo 87 IAD;
- Gasolina Aditivada: deve atingir no mínimo 87 IAD;
- Gasolina Premium: deve atingir no mínimo 91 IAD.

### **2.3. Aditivo para Combustível**

Segundo a Shell (2016), o aditivo para combustível é um conjunto de componentes que visa potencializar as propriedades que este combustível possui. Pode possuir diversas finalidades, entre elas: auxiliar na limpeza da câmara de combustão e do sistema de admissão, evitar a pré-detonação, restaurar a potência do motor, reduzir o consumo de combustível, melhorar o desempenho geral do motor, evitar o desgaste precoce das partes metálicas, entre outros.

Esses aditivos podem ser comercializados junto a gasolina (gasolina aditivada) através de aplicação direta na formulação pelas distribuidoras ou em frascos individuais para adição a gasolina presente no tanque (comum, aditivada ou premium). A gasolina ativada possui composição química variada de acordo com a sua marca, mas de forma geral contém detergentes e dispersantes.

Os aditivos detergentes têm como função remover e evitar a formação de resíduos carbônicos resultantes da combustão. Os dispersantes quebram os resíduos removidos pelo detergente em partículas finas, que podem ser expelidas através do sistema de escape sem prejudicar o catalisador.

A gasolina Shell V-Power Nitro+ além de possuir os aditivos já citados, acrescenta a tecnologia FMT (Friction Modification Technology), substância que ajuda na proteção das peças metálicas internas do motor, reduzindo o atrito.

### 3. DESENVOLVIMENTO EXPERIMENTAL

#### 3.1. STP Octane Booster

O aditivo utilizado para realização deste trabalho foi o STP Octane Booster, que, conforme ficha técnica: aumenta a octanagem, restaura a potência, reduz o consumo de combustível, evita a pré-detonação, entre outros. Dos benefícios citados, testamos apenas o aumento da octanagem, que, por consequência, aumenta a potência e o torque do motor.

A composição deste aditivo, conforme divulgado pelo fabricante:

Quadro 6 – Composição do STP Octane Booster.

Componente	Valor (%)
Querosene hidrosulfurado	0-95
Naftaleno	1-10
Solvente nafta (petróleo), aromático leve	1-10
2-Etil Hexanol	1-10
Tricarbonil metilciclopentadienil manganês	< 4
Poliolefina alquilfenol alquil amina	< 4
1,2,4-Trimetilbenzeno	< 3
Solvente nafta, aromático pesado	< 3
1,3,5-Trimetilbenzeno	< 2

Fonte: Petroplus – STP (2008).

É possível identificarmos que o fabricante não divulga a quantidade exata presente de cada componente, e sim a quantidade mínima e máxima. Contudo, conseguimos identificar que há componentes que realmente possuem capacidade de aumentar a octanagem da gasolina, como o naftaleno e solventes nafta.

#### 3.2. Teste no dinamômetro

Os testes foram realizados nos dias 10/06/2017, 24/06/2017 e 01/07/2017 no laboratório técnico automotivo da FATEC Santo André, com o auxílio e acompanhamento do professor orientador Marco Aurélio Fróes.

Equipamentos utilizados:

- Veículo Volkswagen Gol:
- Especificações: Ano de fabricação: 2008/ 2009 – Código do Motor: EA111 (dianteiro, longitudinal, com 04 cilindros dispostos em linha, sistema de injeção multiponto e sistema de admissão aspirado) – Ø do cilindro: 76,5 mm – Curso do êmbolo: 86,9 mm – Potência 104 cv (etanol) e 101 cv (gasolina) a 5.250 rpm – Torque 15,6 kgfm (etanol) e 15,4 kgfm (gasolina) a 2.500 rpm – Taxa de compressão 12,1:1 – Rotação máxima: 6.500 rpm - Cilindrada: 1.598 cm<sup>3</sup>.

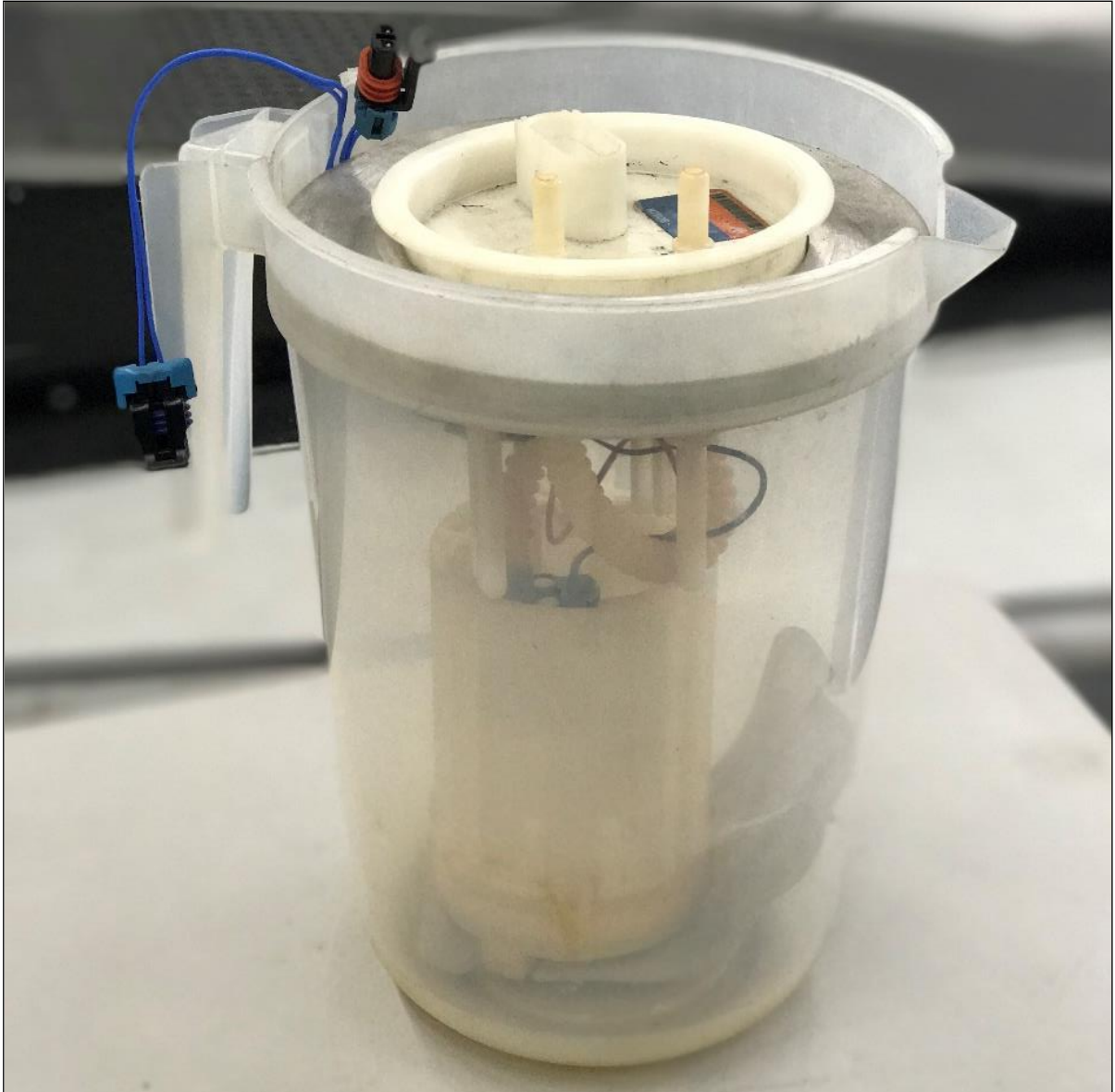
Figura 6 – Veículo Volkswagen Gol.



Fonte: Autoria própria (2017)

- Tanque de combustível auxiliar adaptado. Utilizado para facilitar a troca dos combustíveis;
- Especificações: capacidade total: 4l, capacidade utilizada: 3l e pressão da linha de combustível (gerada pela bomba): 4bar.

Figura 7 - Tanque de combustível auxiliar.




Fonte: Autoria própria (2017).

- Aparelho de Diagnóstico;
- Especificações: fabricante: Napro, modelo: PC-SCAN3000 USB, tipo: PC.

Figura 8 - Aparelho de diagnóstico NAPRO.

## PC-SCAN3000 USB


Sistema de Diagnóstico Veicular



### 01 - Sistema Eletrônico do Motor

**Lista de Funções**

- 05 - Regulação Básica (04).
- 06 - Apagar Memória de Avarias (05).
- 07 - Finalizar Comunicação (06).
- 08 - Codificar a Unidade de Comando (07).
- 09 - Ler Blocos de Valores (08).



Identificação do Veículo / Cliente

PCS-2003


Campo para o nome do cliente

**Leitura de Blocos de Valores**

Grupo				
003	720 /min	270 mbar	2.0 %	-3.0 °v.OUT
004	720 /min	13.7 V	90.0 °C	41.0 °C
031	0.1 V	1.00	117	47.5 %

Número da Peça	<b>032906032AJ</b>
Código Atual	<b>00041</b>
Código da Oficina [WSC]	<b>00000</b>

Identificação	<b>ME7.5.30</b>	<b>3104</b>
Informação Adicional 1	<b>9BWAB05U19T152087</b>	
Informação Adicional 2	<b>VWZ5Z0H9231418</b>	

 **COM4**  
**KWP2000**  
 < VAG >

Fonte: Autoria própria (2017).

- Dinamômetro inercial de rolos;
- Especificações: fabricante: DynoTech, modelo: 720i, Capacidade máxima: 320cv.

Figura 9 – Dinamômetro.



Fonte: Autoria própria (2017).



- Ventilador utilizado para resfriamento do ar de admissão do motor durante os testes;
- Especificações: fabricante: DynoTech; modelo: 720i, potência utilizada: 15%.

Figura 10 – Ventilador.



Fonte: Autoria própria (2017).

- Termômetro infra-vermelho, utilizado para medição da temperatura dos pneus, certificando-se de terem atingido a temperatura ideal para os testes, no mínimo 50°C;
- Especificações: Fabricante: Wurth, Modelo: WT-100.

Figura 11 – Termômetro infra-vermelho.



Fonte: Autoria própria (2017).

- Aditivo para gasolina STP Octane Booster, cujo objetivo é aumentar a potência do motor. Foi utilizado em comparativo com os três combustíveis utilizados;
- Especificações: Fabricante: STP, Modelo: Octane Booster. Utilização: 5ml para 1l de combustível.

Figura 12 – Aditivo STP Octane Booster.



Fonte: Autoria própria (2017).

### 3.2.1. Condicionamento para os Testes

Com a finalidade de realizarmos as comparações entre os combustíveis com e sem a utilização do aditivo para combustível, realizamos ensaios no dinamômetro seguindo o código de ensaio de motores ABNT NBR ISO 1585/1996.

Para realização dos testes, o veículo foi condicionado da seguinte maneira:

- Veículo foi posicionado no dinamômetro;
- Pressão dos pneus verificadas e aferidas, utilizando a pressão máxima informada pela montadora, neste caso 35 psi;
- Cintas direcionais e de carga posicionadas;
- Alinhamento do veículo no dinamômetro, rodando com velocidade baixa;
- Após alinhamento, cintas fixadas;
- Calibração entre velocidade do veículo e velocidade medida pelo dinamômetro, ajustando a relação de transmissão dos rolos;
- Aquecimento do motor, pneus e transmissão, rodando com o veículo em altas rotações por períodos mais longos. Com o termômetro foi medido a temperatura dos pneus para verificação da temperatura ideal;
- A cada troca de combustível, foi rodado 10km para reconhecimento pelo módulo, que realizou os ajustes do tempo de injeção.

Foram realizados quatro testes para cada combustível, com o primeiro sendo descartado, portanto foram considerados três testes. Os tipos de combustível utilizados foram:

- Gasolina Comum Shell (Fornecedor: Auto Posto Shell – Jardim SA);
- Gasolina Comum Shell com STP Octane Booster;
- Gasolina Aditivada Shell V-Power Nitro+ (Fornecedor: Auto Posto Shell – Jardim SA);
- Gasolina Aditivada Shell V-Power Nitro+ com STP Octane Booster;
- Gasolina Podium Petrobras (Fornecedor: Auto Posto Petrobras – Parada Obrigatória Ltda.);
- Gasolina Podium Petrobras com STP Octane Booster.

Conforme recomendado pelo fabricante, para cada litro de gasolina foi diluído 5ml de Octane Booster.

Cada teste foi realizado respeitando os seguintes passos:

- Tanque auxiliar abastecido em 3 litros com o combustível a ser testado, e, quando necessário, a adição do Octane Booster;
- Adaptação da leitura do sistema de injeção eletrônica em relação ao combustível utilizado, percorrendo 10km, alternando entre altas e baixas rotações.
- Leitura e verificação da relação ar-combustível obtida no equipamento de diagnóstico da Napro, para confirmação e verificação da quantidade de álcool presente na mistura;
- Marcha de teste: 3<sup>a</sup>;
- Rotação de início de teste: 2000 rpm;
- Rotação de fim de teste: aproximadamente 6000 rpm;
- Resultados do teste atualizados pelo software do dinamômetro e a disposição para leitura;
- Leitura e registro dos resultados do teste para posterior análise.

#### 4. RESULTADOS

Ao término dos testes, obtemos o resultado para cada combustível utilizado, conforme software do dinamômetro.

Conforme norma ABNT NBR ISO 1585/1996, o fator de correção deve ser utilizado para determinar os valores de torque e potência nas condições atmosféricas, onde a temperatura deve ser 25° C e pressão do ar seco de 99 kPa (sendo baseada em uma pressão total de 100kPa e uma pressão de vapor de 1kPa).

Devido a isto, utilizamos os fatores de torque e potência corrigidos como resultado dos testes realizados.

Quadro 7 – Dados obtidos nos testes.

<b>Dados</b>	<b>Unidade de medida</b>	<b>Comum Shell</b>	<b>Comum Shell + Octane</b>	<b>V-Power Shell</b>	<b>V-Power Shell + Octane</b>
Distância de aceleração	(m)	750,67	803	721,83	723,57
Potência máxima	(cv)	77,68	78,14	81,9	82,2
Potência máxima corrigida	(cv)	81,07	81,47	84,79	85,04
Torque máximo	(Kgfm)	13,08	13,11	13,52	13,56
Torque máximo corrigido	(Kgfm)	13,65	13,67	14,00	14,03
Cilindrada	(cm <sup>3</sup> )	1596	1596	1596	1596
Potência específica	(cv/cm <sup>3</sup> )	0,0508	0,05105	0,05313	0,05329
Torque específico	(kgfm/cm <sup>3</sup> )	0,0086	0,00856	0,00877	0,00879
Rotação potência máxima	(rpm)	5575	5558	5200	5392
Rotação torque máximo	(rpm)	2658	2692	2583	2667
Velocidade máxima	(km/h)	118,29	118,76	119,87	120,13
Fator de correção	-	1,0437	1,0426	1,0353	1,0346
Pressão atmosférica	(mmhg)	734	734	733	734
Temperatura do pneu	(°C)	52	52,5	52	52
Temperatura do ar	(°C)	25,2	24,6	20,4	20,8
Umidade	%	47,3	48	57,67	55,3

Fonte: Autoria própria (2017).

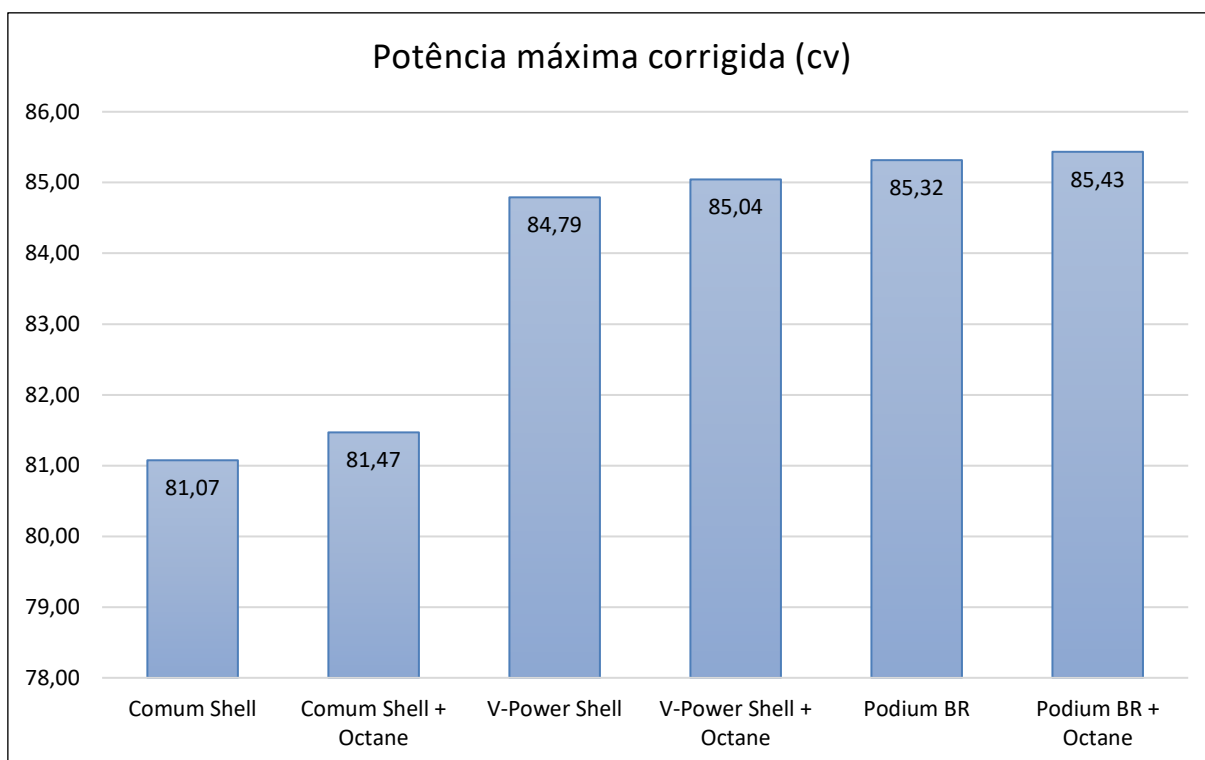
Quadro 8 – Continuação do quadro: Dados obtidos nos testes.

<b>Dados</b>	<b>Unidade de medida</b>	<b>Podium BR</b>	<b>Podium BR + Octane</b>
Distância de aceleração	(m)	765,41	781,24
Potência máxima	(cv)	82,36	82,41
Potência máxima corrigida	(cv)	85,32	85,43
Torque máximo	(Kgfm)	14,01	14,04
Torque máximo corrigido	(Kgfm)	14,51	14,56
Cilindrada	(cm <sup>3</sup> )	1596	1596
Potência específica	(cv/cm <sup>3</sup> )	0,0535	0,05387
Torque específico	(kgfm/cm <sup>3</sup> )	0,0091	0,00922
Rotação potência máxima	(rpm)	5375	5483
Rotação torque máximo	(rpm)	2598	2595
Velocidade máxima	(km/h)	120,25	120,32
Fator de correção	-	1,0359	1,0367
Pressão atmosférica	(mmhg)	734	733
Temperatura do pneu	(°C)	52	53
Temperatura do ar	(°C)	26,1	26,5
Umidade	%	45,9	45,6

Fonte: Autoria própria (2017).

De acordo com os dados obtidos e expostos nas tabelas acima, destacamos alguns pontos de foco para nossa análise referente a utilização do STP Octane Booster, como os valores de potência, torque e velocidade máxima, conforme gráficos.

Figura 13 – Potência máxima corrigida.



Fonte: Autoria própria (2017).

Analisando o gráfico acima, identificamos que a gasolina Podium da BR Petrobras possui o melhor desempenho, atingindo 85,32 cv a 5375 rpm, aumento de 5,23% quando comparada a gasolina comum.

Este dado condiz com o informado pelo fabricante e com os temas tratados neste trabalho, pois, a gasolina Podium trata-se de uma gasolina premium, que possui menor teor de álcool e maior IAD, que representa melhor desempenho no processo de combustão.

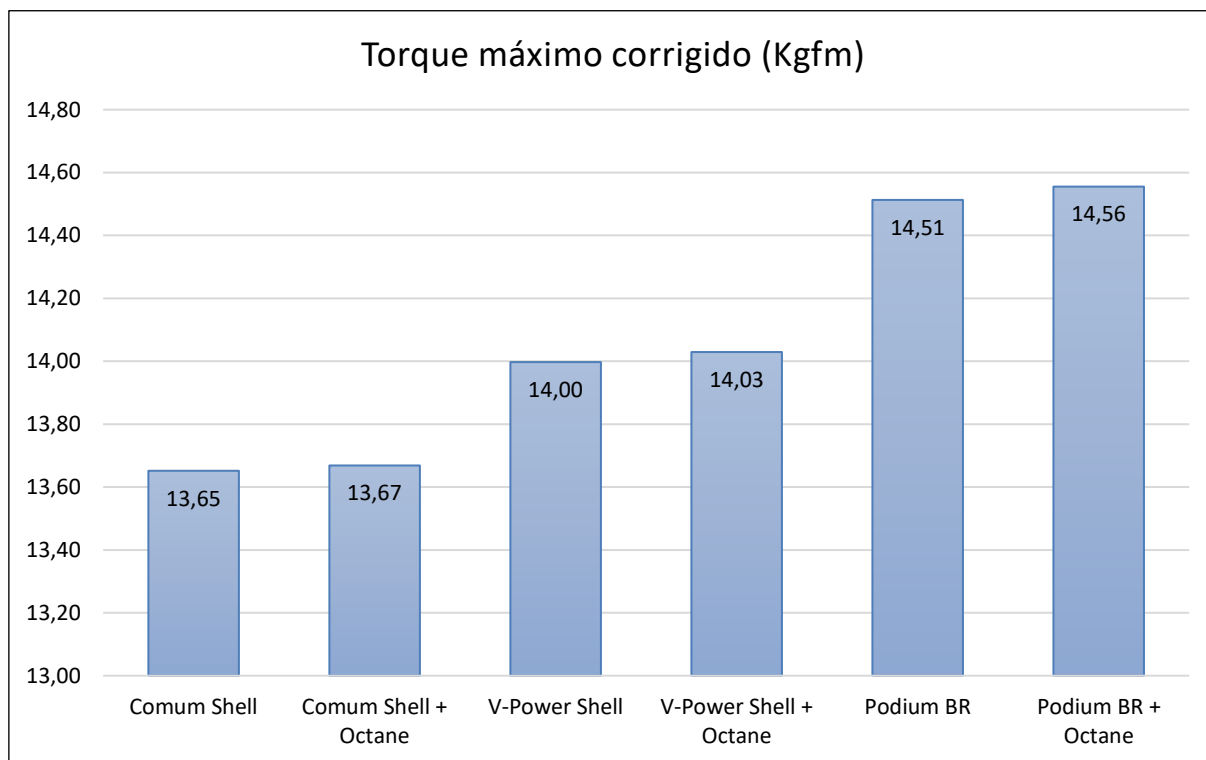
A gasolina V-Power da Shell possuiu ótimo desempenho entre os combustíveis testados. Por se tratar de uma gasolina apenas aditivada, possuiu desempenho muito bom. Atingindo 84,79 cv a 5200 rpm, um aumento de 4,59% comparada a gasolina comum, proporcionando um ótimo custo benefício.

Realizando a análise dos resultados da utilização do STP Octane Booster, seu desempenho, em números, não foi satisfatório. Por ser um produto que possui o objetivo de aumentar, principalmente, a potência do motor, esta função não foi obtida em nossos testes. Os valores obtidos com a utilização do produto foram mínimos, não sendo considerados como valores reais, com média de 0,31% nos três combustíveis.



Vale ressaltar que o fabricante não especifica a porcentagem ou valores específicos de ganho com sua utilização, apenas informa seus benefícios, que são: aumento da octanagem, restaura a potência do motor, reduz o consumo de combustível, evita a pré-detonação, entre outros, já citados no item 5.1.

Figura 14 – Torque máximo corrigido.



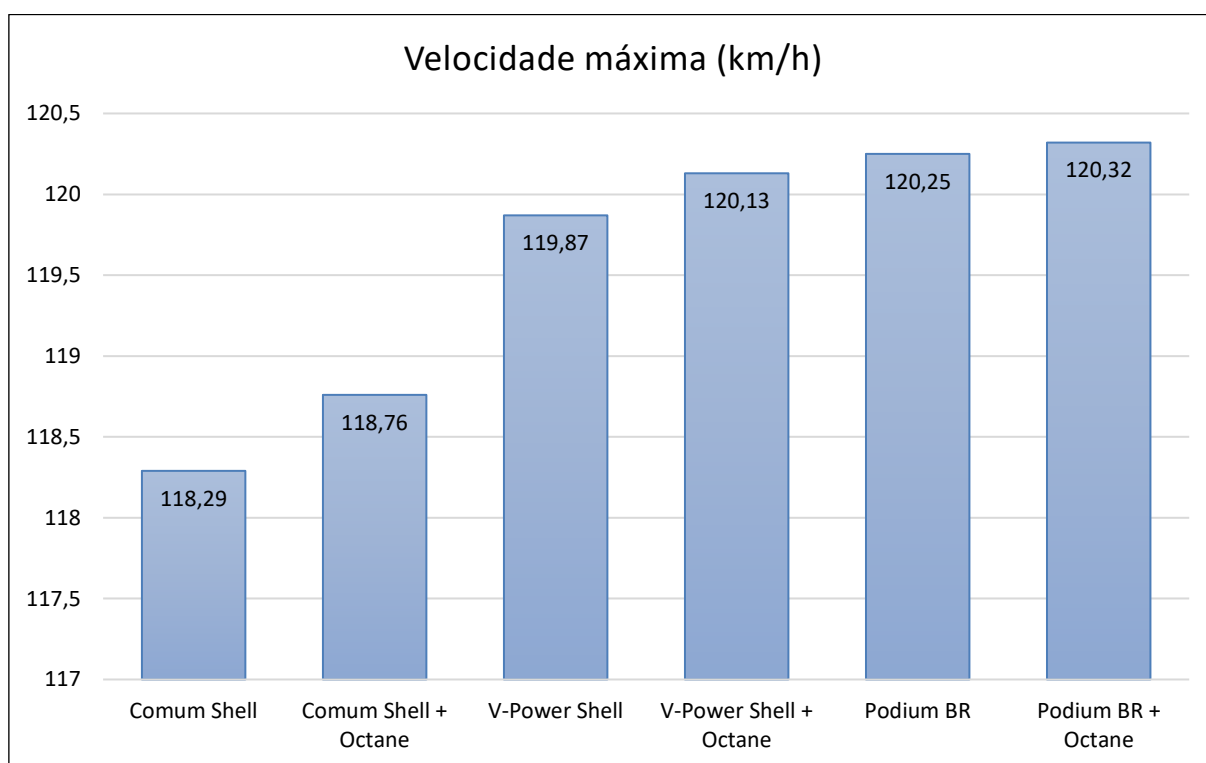
Fonte: Autoria própria (2017).

Com os resultados dos torques apresentados pelos testes realizados, é possível identificarmos que a gasolina Podium da BR Petrobrás novamente possuiu melhor desempenho, 14,51 kgfm a 2598 rpm, que representa um aumento de 6,31% em relação a gasolina comum da Shell, desempenho melhor do que em relação a potência. Novamente conseguimos perceber que a gasolina do tipo premium realmente possui benefícios na questão do desempenho do motor, principalmente devido a sua composição, que predominam moléculas menores e ramificadas, que possuem elevada resistência à combustão.

Assim como nos resultados de potência, a gasolina comum possuiu o pior desempenho, devido a sua composição com ausência de componentes com elevada resistência à combustão, por isso possui a adição do etanol, para que o mesmo funcione como componente antidetonante.

Nos testes com a utilização do STP Octane Booster novamente não obtivemos resultados satisfatórios, houve o aumento de apenas 0,21% na média quando utilizamos este aditivo.

Figura 15 – Velocidade máxima.



Fonte: Autoria própria (2017).

Na tabela de velocidade máxima obtida, o resultado da gasolina Podium da BR Petrobras novamente foi o maior. Cerca de 1,66% mais alto que a gasolina comum. Com a utilização do Octane Booster houve novamente um aumento, porém ainda menor que nos outros parâmetros: 0,06%.

Durante a realização dos testes, utilizamos o aparelho de diagnóstico Napro para obtermos diversos resultados, entre eles, a relação A/F, utilizada para identificamos a relação ar combustível obtida pelo módulo do veículo. Com isto, conseguimos identificar a porcentagem de etanol presente no combustível. Os parâmetros A/F foram medidos para cada combustível utilizado no teste, inclusive com o Octane Booster.

A relação A/F é medida da seguinte maneira: ao obter 132 pontos, o sistema indica que não há adição de etanol na mistura, ou seja, o combustível utilizado é gasolina pura (gasolina tipo “A”); ao atingir 90 pontos, a informação é de que o combustível utilizado é 100% etanol.

Figura 16 – Leitura do aparelho de diagnóstico Napro durante o teste – Gasolina Comum Shell.

**PC-SCAN3000 USB**  
Sistema de Diagnóstico Veicular

**01 - Sistema Eletrônico do Motor**

**Lista de Funções**

- 07 - Finalizar Comunicação (06).
- 08 - Codificar a Unidade de Comando (07).
- 09 - Ler Blocos de Valores (08).**
- 10 - Adaptação (10).
- 11 - Codificação 2 (11).

Identificação do Veículo / Cliente  
PCS-2003  
Campo para o nome do cliente

**Leitura de Blocos de Valores**

Grupo	1	2	3	4
004	720 /min	13.7 V	95.0 °C	45.0 °C
005	720 /min	15.0 %	0 km/h	Marcha Lenta
031	0.6 V	1.00	<b>117</b>	49.0 %

Número da Peça: 032906032AJ  
Identificação: ME7.5.30 3104  
Código Atual: 00041  
Informação Adicional 1: 9BWAB05U19T152087  
Código da Oficina (WSC): 00000  
Informação Adicional 2: VWZ5Z0H9231418

COM4  
KWP2000  
VAG

Ajuda | Imprimir | Finalizar | Sistemas | Anular | Confirmar

Fonte: Autoria própria (2017).

Na figura acima observamos que a relação A/F da gasolina comum da Shell foi de 117 pontos, o que representa 27% de etanol em sua composição, conforme previsto em lei.

O resultado acima também é o mesmo com a utilização do STP Octane Booster, o que significa que ele não altera o entendimento e leitura do módulo na relação A/F, desta forma, o sistema de injeção continua trabalhando com a informação da relação correta.

Figura 17 – Leitura do aparelho de diagnóstico Napro durante o teste – Gasolina Aditivada Shell V-Power.

**PC-SCAN3000 USB**  
Sistema de Diagnóstico Veicular

**01 - Sistema Eletrônico do Motor**

**Lista de Funções**

- 06 - Apagar Memória de Avarias (05).
- 07 - Finalizar Comunicação (06).
- 08 - Codificar a Unidade de Comando (07).
- 09 - Ler Blocos de Valores (08).
- 10 - Adaptação (10).

Identificação do Veículo / Cliente  
PCS-2003  
Campo para o nome do cliente

**Leitura de Blocos de Valores**

Grupo				
003	720 /min	280 mbar	2.0 %	-5.2 °v.OUT
004	720 /min	13.7 V	89.0 °C	39.0 °C
031	0.1 V	1.00	<b>117</b>	47.5 %

Número da Peça: 032906032AJ  
Identificação: ME7.5.30 3104  
Código Atual: 00041  
Informação Adicional 1: 9BWAB05U19T152087  
Código da Oficina [WSC]: 00000  
Informação Adicional 2: VWZ5Z0H9231418

COM4  
KWP2000  
< VAG >

Ajuda | Imprimir | Finalizar | Sistemas | Anular | Confirmar

Fonte: Autoria própria (2017).

Na figura acima há a relação A/F da gasolina aditivada Shell V-Power. Assim como a gasolina comum, também há adição de 27% de etanol, devido a pontuação de 117 ser atingida. Também dentro do permitido por lei.

Com a utilização do Octane Booster, obtivemos a mesma relação, devido a não haver alteração da relação A/F.

Figura 18 – Leitura do aparelho de diagnóstico Napro durante o teste – Gasolina Premium Podium Petrobras.

**PC-SCAN3000 USB**  
Sistema de Diagnóstico Veicular

**01 - Sistema Eletrônico do Motor**

**Lista de Funções**

- 05 - Regulação Básica (04).
- 06 - Apagar Memória de Avarias (05).
- 07 - Finalizar Comunicação (06).
- 08 - Codificar a Unidade de Comando (07).
- 09 - Ler Blocos de Valores (08).

Identificação do Veículo / Cliente  
PCS-2003  
Campo para o nome do cliente

**Leitura de Blocos de Valores**

Grupo	1	2	3	4
002	760 /min	15.8 %	2.5 ms	290 mbar
003	760 /min	290 mbar	2.4 %	1.5 °v.OUT
031	0.5 V	1.00	<b>119</b>	45.9 %

Número da Peça: 032906032AJ  
Identificação: ME7.5.30 3104  
Código Atual: 00041  
Informação Adicional 1: 9BWAB05U19T152087  
Código da Oficina (WSC): 00000  
Informação Adicional 2: VWZ5Z0H9231418

COM4  
KWP2000  
VAG

Ajuda | Imprimir | Finalizar | Sistemas | Anular | Confirmar

Fonte: Autoria própria (2017).

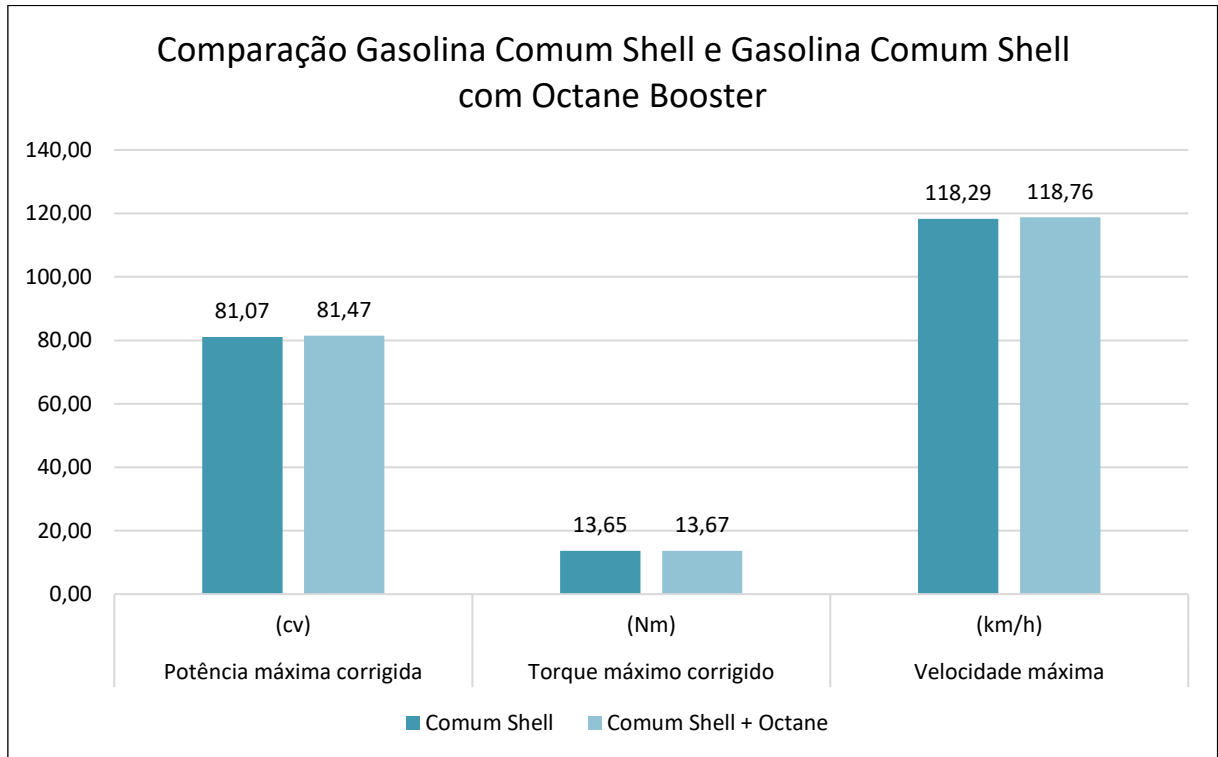
Acima temos o resultado da relação A/F com a utilização da gasolina premium Podium a BR Petrobras. Nele obtemos 119 pontos, que representa a concentração de 25% de etanol em sua composição.

Conforme exposto no capítulo 2, seção 2.1, a gasolina premium deve possuir menor concentração de etanol que a gasolina comum, e, com a leitura através do aparelho de diagnóstico, obtivemos a informação de que este combustível está dentro do especificado.

A figura 20 representa o gráfico de desempenho da gasolina comum e da gasolina comum com a adição do STP Octane Booster. Conseguimos observar que não há diferença significativa entre a utilização do combustível padrão e a adição do aditivo via tanque.

Para os três parâmetros medidos, tivemos pequenos aumentos com a utilização do aditivo: 0,49% na potência máxima, 0,12% no torque máximo e 0,40% na velocidade máxima. Números que nos mostram que não houve ganhos significativos com este combustível.

Figura 19 – Comparação gasolina comum e gasolina comum com Octane Booster.

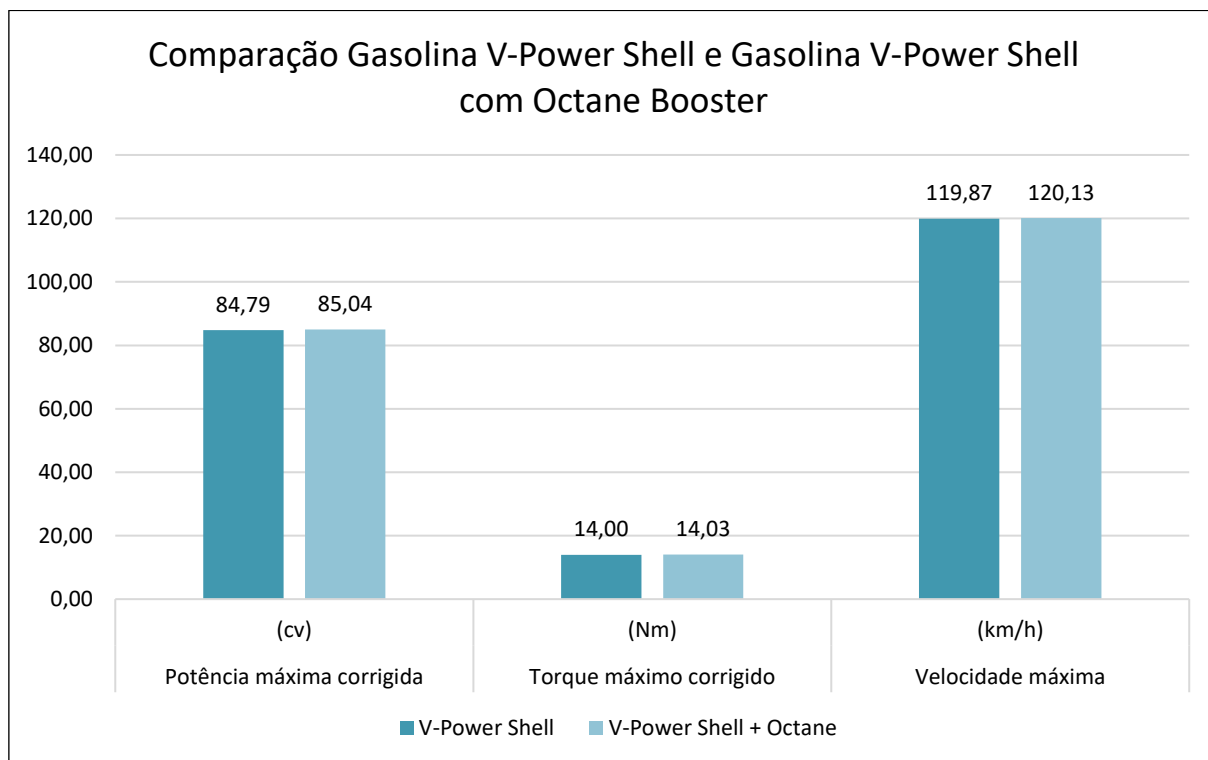


Fonte: Autoria própria (2017).

A figura 21 compara o desempenho da gasolina aditivada Shell V-Power e da gasolina aditivada Shell V-Power com a utilização do Octane Booster.

Novamente observamos que os ganhos foram mínimos, porém mais linear, o que representa que o aditivo adicional aumentou, mesmo que de forma extremamente baixa, os parâmetros de forma mais igualitária: 0,30% na potência, 0,23% no torque e 0,22% na velocidade.

Figura 20 – Comparação gasolina V-Power e gasolina V-Power com Octane Booster.

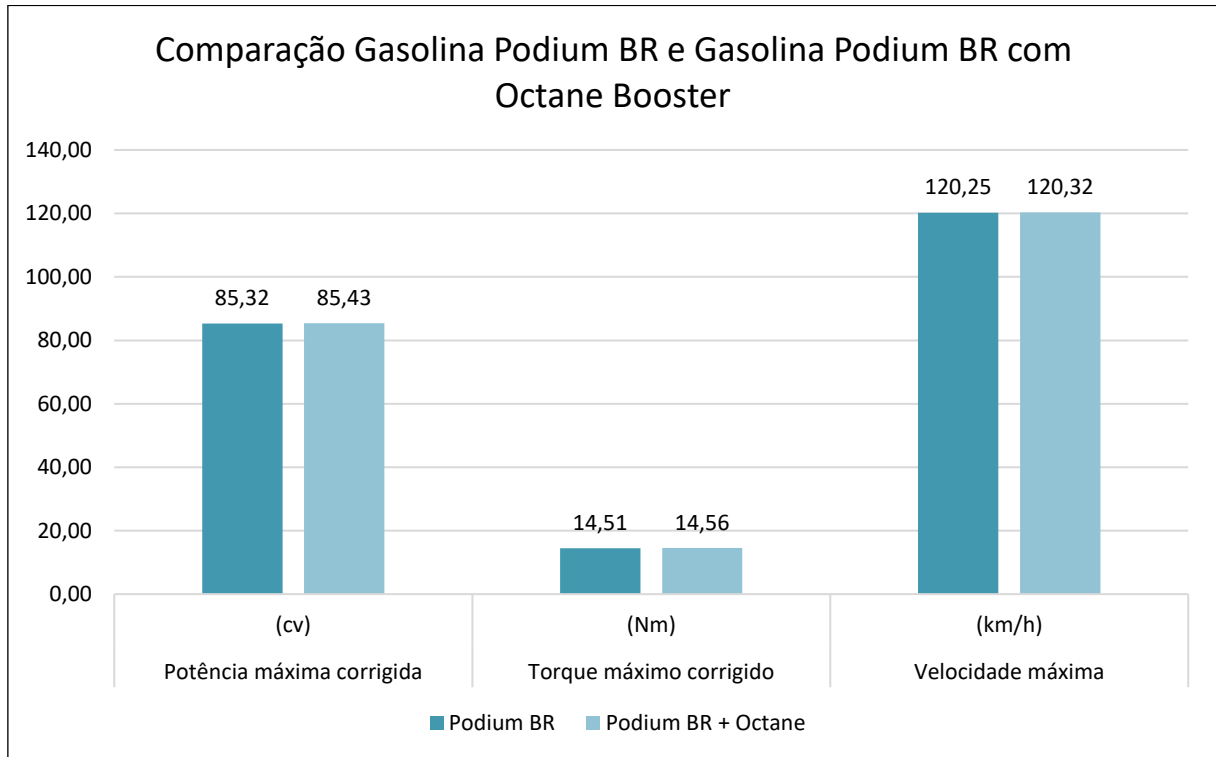


Fonte: Autoria própria (2017).

Comparamos, também, o desempenho da gasolina premium da BR Petrobras, chamada Podium, e este combustível com a utilização do Octane Booster.

A figura 22 apresenta o resultado com o combustível Podium. Assim como nos outros testes, houve um pequeno aumento nos parâmetros medidos: 0,14% de aumento na potência, 0,29% no torque e 0,06% na velocidade máxima. Números ainda menores que nos outros combustíveis, exceto no torque, em que o aumento foi o maior entre os três tipos de gasolina.

Figura 21 – Comparação gasolina Podium e gasolina Podium com Octane Booster.



Fonte: Autoria própria (2017).

No quadro x, temos a porcentagem de ganho com a utilização do Octane Booster nos combustíveis utilizados e nos parâmetros medidos:

Quadro 9 – Comparação geral com a utilização do Octane Booster.

<b>Gasolina</b>	<b>Potência (%)</b>	<b>Torque (%)</b>	<b>Velocidade (%)</b>
Comum Shell	0,49	0,12	0,40
V-Power Shell	0,30	0,23	0,22
Podium Br	0,14	0,29	0,06

Fonte: Autoria própria (2018).



## 5. CONCLUSÃO

Concluimos, ao término deste trabalho, que as propriedades, o desempenho e outras características da gasolina são definidas principalmente pelo petróleo que a originou. Há, também, alguns processos que são realizados para obter melhoras, como o craqueamento, que visa transformar um produto que possui maior número de carbonos (como o querosene) em gasolina. O etanol anidro é adicionado a composição da gasolina, para melhorar o seu índice de resistência a detonação e, conseqüentemente, seu desempenho, porém reduz o poder energético.

Além de testarmos o desempenho dos combustíveis, utilizamos o aditivo para combustível Octane Booster, que possui o objetivo de aumentar a potência e o torque, a fim que verificarmos os reais ganhos.

As gasolinas comercializadas em nosso país (comum, aditivada e premium), possuem diferentes características e desempenho, que ficou evidente nos testes realizados no dinamômetro.

A gasolina comum, que possui a adição de 27% de etanol em sua composição, tem o menor desempenho comparada as demais, porém demonstrou possuir o maior ganho com a utilização do Octane Booster relacionado a potência, com 0,49% e velocidade máxima, com 0,40%.

A gasolina aditivada da Shell, a V-Power, possuiu desempenho melhor que a comum e menor que a premium. Seu objetivo principal, por possuir aditivos detergentes em sua composição, é realizar a limpeza do sistema de injeção de combustível. Devido a isso, seu desempenho foi melhor, possuindo 4,58% a mais de potência, atingindo 84,79 cv e 2,53% de ganho no torque, atingindo 14,00 Kgfm. A utilização do aditivo Octane Booster não implicou em ganhos reais.

A gasolina premium, que neste estudo utilizamos a Podium da Petrobras, devido a sua característica e composição, apresentou o melhor desempenho entre todas as testadas. Seus números foram os maiores nos três parâmetros. Em relação a comum, houve aumento de 5,23% na potência; 6,31% no torque e 1,67% na velocidade máxima. O maior ganho com a utilização do Octane Booster relacionado ao torque, foi com este combustível.

Ao final de todos os testes podemos concluir, também, que os ganhos relacionados a este aditivo foram mínimos, não sendo caracterizados como ganhos reais, devido haver a tolerância de 1% na realização dos testes, quando realizado no mesmo local pelo mesmo responsável. As variações estão dentro deste fator de tolerância e mesmo apresentando melhoras nos números relacionados a ganho de potência, torque e velocidade máxima, estes não são ganhos consideráveis.


É importante analisarmos que este tipo de produto não informa, de forma numérica, o ganho que será obtido com sua utilização, apenas o que se obtêm de melhora.

Para que este produto seja comercializado e o consumidor tenha a informação do quanto haverá de melhora, estes deveriam informar, de forma média e percentual, quanto se obtêm de ganho relacionado a parâmetros que podem ser dimensionados, como torque, potência e velocidade máxima. Com isso, também, podemos realizar a análise quanto a veracidade da informação, a qualidade do produto e seu custo benefício.

Para que estas informações fossem obrigatórias a todos os fabricantes, poderia ser criada uma lei pelos órgãos que realizam sua regulamentação.

## 6. ANEXOS

### ANEXO A: Norma ABNT NBR ISO 1585



**ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA  
DE NORMAS  
TÉCNICAS**

ABNT  
Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar  
20031-901 - Rio de Janeiro - RJ  
Tel.: + 55 21 3974-2300  
Fax: + 55 21 3974-2346  
abnt@abnt.org.br  
www.abnt.org.br

© ABNT 1996  
Todos os direitos reservados

JUN 1996	<b>NBR ISO 1585</b>
<b>Veículos rodoviários - Código de ensaio de motores - Potência líquida efetiva</b>	
<p>Origem: Projeto NBR 5484/1995            CB-05 - Comitê Brasileiro de Automóveis, Caminhões, Tratores, Veículos Similares e Autopeças            CE-05:002.03 - Comissão de Estudo de Motores de Combustão Interna            NBR ISO 1585 - Road vehicles - Engine test code - Net power            Descriptors: Road vehicles. Internal combustion engines            Esta Norma é equivalente à ISO 1585:1992            Esta Norma cancela e substitui a NBR 5484/1985            Válida a partir de 29.07.1996</p>	
<p>Palavras-chave: Veículo rodoviário. Motor alternativo de combustão interna</p>	<p>26 páginas</p>

**Sumário**

Prefácio

- 1 Objetivo
- 2 Referências normativas
- 3 Definições
- 4 Exatidão do equipamento de medição e dos instrumentos
- 5 Ensaios
- 6 Fatores de correção da potência
- 7 Medição e correção do valor da fumaça para motores de ignição por compressão
- 8 Relatório do ensaio
- 9 Verificação do desempenho do motor

**Prefácio**

A ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - é o Fórum Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (CB) e Organismos de Normalização Setorial (ONS), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os projetos de Norma Brasileira, elaborados no âmbito dos CB e ONS, circulam para Votação Nacional entre os associados da ABNT e demais interessados.

**1 Objetivo**

Esta Norma especifica um método de ensaio de motores projetados para veículos automotores. Ela se aplica à avaliação do seu desempenho, observando, em particular, a apresentação das curvas de potência e de consumo específico de combustível a plena carga em função da rotação do motor.

Esta Norma se aplica somente para a avaliação da potência líquida.

Esta Norma se aplica a motores de combustão interna utilizados para a propulsão de veículos de passageiros e/ou de carga, bem como outros veículos automotores, excluindo motocicletas, motonetas e tratores agrícolas, normalmente trafegando em rodovias e incluídos em uma das seguintes categorias:

- motores alternativos de combustão interna (ignição por centelha ou ignição por compressão), mas excluindo motores de pistão livre (*free piston*);
- motores de pistões rotativos.

Estes motores podem ser naturalmente aspirados ou sobrealimentados, usando um sobrealimentador mecânico ou turbocompressor.

**2 Referências normativas**

As normas relacionadas a seguir contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem prescrições para esta Norma Brasileira. As edições indicadas estavam em vigor no momento desta publicação. Como toda norma está sujeita a revisão, recomenda-se àqueles que realizam acordos com base nesta que verifiquem a conveniência de se usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir. A ABNT possui a informação das Normas Brasileiras em vigor em um dado momento.

ISO 2710:1978. Reciprocating internal combustion engines - Vocabulary.

## ANEXO A: Norma ABNT NBR ISO 1585

2

NBR ISO 1585/1996

ISO 3104:1976, Petroleum products - Transparent and opaque liquids - Determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity.

ISO 3173:1974, Road vehicles - Apparatus for measurement of the opacity of exhaust gas from diesel engines operating under steady state conditions.

ISO 3675:1993, Crude petroleum and liquid petroleum products - Laboratory determination of density or relative density - Hydrometer method.

ISO 5163:1990, Motor and aviation-type fuels - Determination of knock characteristics - Motor method.

ISO 5164:1990, Motor fuels - Determination of knock characteristics - Research method.

ISO 5165:1992, Diesel fuels - Determination of ignition quality - Cetane method.

ISO 7967-1:1987, Reciprocating internal combustion engines - Vocabulary of components and systems - Part 1: Structure and external covers.

ISO 7967-2:1987, Reciprocating internal combustion engines - Vocabulary of components and systems - Part 2: Main running gear.

ISO 7967-3:1987, Reciprocating internal combustion engines - Vocabulary of components and systems - Part 3: Valves, camshaft drive and actuating mechanisms.

ISO 7967-4:1988, Reciprocating internal combustion engines - Vocabulary of components and systems - Part 4: Pressure charging and air/exhaust gas ducting systems.

ISO 7967-5:1992, Reciprocating internal combustion engines - Vocabulary of components and systems - Part 5: Cooling systems.

ISO 7967-8:1992, Reciprocating internal combustion engines - Vocabulary of components and systems - Part 8: Starting systems.

ASTM D 240-87, Standard test method for heat of combustion of liquid hydrocarbon fuels by bomb calorimeter.

ASTM D 3338-88, Standard test method for estimation of heat of combustion of aviation fuels.

### 3 Definições

Para as finalidades desta Norma aplicam-se as definições dadas nas normas ISO 2710, ISO 7967-1, ISO 7967-2, ISO 7967-3, ISO 7967-4, ISO 7967-5 e ISO 7967-8 e as seguintes definições.

**3.1 potência líquida:** Potência obtida em uma bancada de ensaio, na saída da árvore de manivelas ou seu equivalente<sup>1)</sup>, na rotação correspondente do motor com o equipamento e aparelhos auxiliares relacionados na tabela 1.

**3.2 equipamento-padrão de produção:** Qualquer equipamento fornecido pelo fabricante para uma aplicação particular do motor.

### 4 Exatidão do equipamento de medição e dos instrumentos

#### 4.1 Torque

O sistema de dinamômetro de medição de torque deve ter uma exatidão de  $\pm 1\%$  na faixa dos valores de escala requerida para o ensaio.

#### 4.2 Rotação do motor (frequência rotacional)

O sistema de medição da rotação do motor (frequência rotacional) deve ter uma exatidão de  $\pm 0,5\%$ .

#### 4.3 Fluxo de combustível

O sistema de medição do fluxo de combustível deve ter uma exatidão de  $\pm 1\%$ .

#### 4.4 Temperatura do combustível

O sistema de medição da temperatura do combustível deve ter uma exatidão de  $\pm 2\text{ K}$ .

#### 4.5 Temperatura do ar

O sistema de medição da temperatura do ar deve ter uma exatidão de  $\pm 2\text{ K}$ .

#### 4.6 Pressão barométrica

O sistema de medição da pressão barométrica deve ter uma exatidão de  $\pm 100\text{ Pa}^{2)}$ .

#### 4.7 Contrapressão no sistema de escapamento

O sistema utilizado para medir a contrapressão no sistema de escapamento deve ter uma exatidão de  $\pm 200\text{ Pa}$ . A medição deve estar sujeita à nota 1b) da tabela 1.

#### 4.8 Restrição no sistema de admissão

O sistema utilizado para medir a restrição no sistema de admissão deve ter uma exatidão de  $\pm 50\text{ Pa}$ . A medição deve estar sujeita à nota 1a) da tabela 1.

#### 4.9 Pressão absoluta no duto de admissão

O sistema utilizado para medir a pressão absoluta no duto de admissão deve ter uma exatidão de  $\pm 2\%$  da pressão medida.

<sup>1)</sup> Se a medição da potência puder ser realizada somente com a caixa de câmbio montada, as perdas da caixa de câmbio devem ser acrescidas à potência medida para se obter a potência do motor.

<sup>2)</sup>  $1\text{ Pa} = 1\text{ N/m}^2$ .

## ANEXO A: Norma ABNT NBR ISO 1585

NBR ISO 1585/1996

3

Tabela 1 - Instalação do equipamento e de componentes auxiliares durante o ensaio

Nº	Componentes auxiliares	Equipado para o ensaio de potência líquida
1	Sistema de admissão Coletor de admissão Sistema de controle de emissão do cárter Dispositivos de controle para sistema de coletor de admissão de dupla indução Medidor do fluxo de ar Tubulação do ar de admissão <sup>(6)</sup> Filtro do ar <sup>(6)</sup> Silenciador da admissão <sup>(4)</sup> Dispositivo de limitação da rotação <sup>(4)</sup>	Sim, equipamento-padrão de produção
2	Dispositivo de aquecimento do coletor de admissão	Sim, equipamento-padrão de produção. Se possível, montar na posição mais favorável
3	Sistema de escapamento Purificador dos gases de escapamento Coletor do escapamento Dispositivos de sobrealimentação Tubos de conexão <sup>(6)</sup> Silencioso <sup>(6)</sup> Ponteira <sup>(6)</sup> Freio motor <sup>(2)</sup>	Sim, equipamento-padrão de produção
4	Bomba alimentadora de combustível <sup>(3)</sup>	Sim, equipamento-padrão de produção
5	Equipamento de carburação Carburador Sistema de controle eletrônico, medidor do fluxo de ar, etc. (se acoplado) Equipamento para motores de combustível gasoso Redutor de pressão Evaporador Misturador	Sim, equipamento-padrão de produção
6	Equipamento de injeção de combustível [ignição por centelha e ignição por compressão (diesel)] Pré-filtro Filtro Bomba Tubulação de alta pressão Injetor Válvula de entrada de ar (se acoplada) <sup>(4)</sup> Sistema de controle eletrônico, etc. (se acoplado) Sistema de controle automático do batente de plena carga de acordo com condições atmosféricas	Sim, equipamento-padrão de produção
7	Equipamento de arrefecimento a líquido Radiador Ventilador <sup>(5), (6)</sup> Defletor do ventilador Bomba d'água Válvula termostática <sup>(7)</sup>	Sim, <sup>(5)</sup> equipamento-padrão de produção
8	Equipamento de arrefecimento a ar Defletor Ventilador ou soprador <sup>(5), (6)</sup> Dispositivo de regulação da temperatura	Sim, equipamento-padrão de produção

Exemplar para uso exclusivo - Marco Aurélio Fróes - 013.652.838-44 (Pedido 587550 Impresso: 02/05/2016)

Fonte: ABNT (2018).

## ANEXO A: Norma ABNT NBR ISO 1585

NBR ISO 1585/1996

4

Tabela 1 - Instalação do equipamento e de componentes auxiliares durante o ensaio (continuação)

Nº	Componentes auxiliares	Equipado para o ensaio de potência líquida
9	Equipamento de ignição elétrica ou eletrônica Gerador <sup>14)</sup> Sistema de distribuição da centelha Bobina ou bobinas Fiação Velas de ignição Sistema eletrônico de controle, incluindo sistema de atraso de centelha/sensor de detonação <sup>15)</sup>	Sim, equipamento-padrão de produção
10	Equipamento de sobrealimentação (se acoplado) Compressor acionado diretamente pelo motor e/ou pelos gases de escapamento Controle de pressão de sobrealimentação <sup>16)</sup> Pós-arrefecedor do ar <sup>17), 18), 19)</sup> Bomba ou ventilador de arrefecimento (acionado pelo motor) Dispositivos de controle do fluxo de arrefecimento (se acoplado)	Sim, equipamento-padrão de produção
11	Ventilador auxiliar da bancada de ensaio	Sim, se necessário
12	Dispositivos antipoluição <sup>16)</sup>	Sim, equipamento-padrão de produção

<sup>14)</sup> Exceto no caso onde há risco de significativa influência do sistema sobre a potência do motor, um sistema equivalente pode ser utilizado. Neste caso, uma verificação deve ser feita para averiguar se a depressão na admissão não difere por mais de 100 Pa do limite especificado pelo fabricante para um filtro de ar limpo.

<sup>15)</sup> Exceto no caso onde há risco de significativa influência sobre a potência do motor, um sistema equivalente pode ser utilizado. Neste caso, uma verificação deve ser feita para averiguar se a contrapressão no sistema de escapamento do motor não difere por mais de 1000 Pa daquela especificada pelo fabricante.

<sup>16)</sup> Se um freio motor estiver incorporado ao motor, a válvula borboleta deve ser fixada totalmente aberta.

<sup>17)</sup> A pressão de alimentação do combustível pode ser ajustada, se necessário, para reproduzir as condições de pressão da entrada da bomba, relacionadas à aplicação particular do motor (particularmente onde é usado um "sistema de retorno do combustível", por exemplo, para o reservatório do combustível ou filtro).

<sup>18)</sup> A válvula de entrada do ar é a válvula de controle pneumático do regulador de rotação da bomba injetora. O regulador de rotação do equipamento de injeção do combustível pode conter outros dispositivos que podem afetar a quantidade de combustível injetado.

<sup>19)</sup> O radiador, o ventilador, o defletor do ventilador, a bomba de água e a válvula termostática devem ser localizados na bancada de ensaio nas mesmas posições relativas que eles ocuparão no veículo. A circulação do líquido de arrefecimento deve ser efetuada somente pela bomba de água do motor.

O arrefecimento do líquido pode ser realizado pelo radiador do motor ou por um circuito externo, contanto que a perda de pressão deste circuito e a pressão na entrada da bomba permaneçam substancialmente as mesmas que aquelas do sistema de arrefecimento do motor. A veneziana do radiador, se incorporada, deve estar na posição aberta.

Onde o ventilador, o radiador e o sistema defletor não puderem ser convenientemente montados no motor, a potência absorvida pelo ventilador, quando montado separadamente da sua posição correta em relação ao radiador e defletor (se utilizado), deve ser determinada nas rotações correspondentes às rotações do motor utilizadas para a medição da potência do motor, por cálculo nas características-padrão ou por ensaios práticos. Esta potência absorvida, corrigida para as condições atmosféricas-padrão definidas em 6.2, deve ser deduzida da potência corrigida.

<sup>20)</sup> Onde for incorporado um soprador ou um ventilador desconectável ou progressivo, o ensaio deve ser feito com o ventilador ou soprador desconectado ou com o ventilador progressivo (viscoso) operando no escorregamento máximo.

<sup>21)</sup> A válvula termostática pode ser fixada na posição completamente aberta.

## ANEXO A: Norma ABNT NBR ISO 1585

NBR ISO 1585/1996

5

Tabela 1 - Instalação do equipamento e de componentes auxiliares durante o ensaio (conclusão)

<p><sup>9)</sup> Potência mínima do gerador: a potência do gerador deve ser limitada àquela necessária para a operação dos acessórios que são indispensáveis para a operação do motor. Se for necessária a conexão de uma bateria, deve ser utilizada uma bateria completamente carregada e em bom estado.</p> <p><sup>10)</sup> Motores sobrealimentados e pós-arrefecidos devem ser ensaiados completos, com pós-arrefecedor do ar arrefecido a ar ou a líquido, mas, se o fabricante do motor preferir, um sistema de ensaio em bancada pode substituir o pós-arrefecedor arrefecido a ar. Em ambos os casos a medição da potência em cada rotação deve ser feita com a queda de pressão e com a queda de temperatura do ar do motor através do pós-arrefecedor do ar na bancada de ensaio iguais àquelas especificadas pelo fabricante para o sistema no veículo completo.</p> <p>Se um sistema de ensaio em bancada for utilizado em um motor de ignição por compressão sem uma válvula de alívio do sistema de sobrealimentação, ou com a respectiva válvula não operante, utiliza-se o fator de correção dado em 6.3.2.1-b). Se esta válvula estiver montada e operante, utiliza-se o fator de correção de 6.3.2.1-a).</p> <p><sup>10)</sup> Eles podem incluir, por exemplo, sistema de recirculação dos gases de escape "EGR", conversor catalítico, reator térmico, sistema secundário de suprimento de ar e sistema de proteção da evaporação do combustível.</p> <p><sup>11)</sup> O avanço da centelha deve ser representativo das condições de serviço estabelecidas com o combustível de octanagem mínima recomendada pelo fabricante.</p> <p><sup>12)</sup> Para motores equipados com sistema de sobrealimentação, variável em função da pressão ou da temperatura do ar de admissão, taxa de octanagem e/ou rotação do motor, a pressão de sobrealimentação deve ser representativa das condições de aplicação no veículo, estabelecidas com o combustível de octanagem mínima conforme recomendada pelo fabricante.</p>
--

## 5 Ensaio

### 5.1 Componentes auxiliares

#### 5.1.1 Componentes auxiliares a serem montados

Durante o ensaio, os componentes auxiliares necessários para tornar o motor aceitável para o serviço na aplicação pretendida (conforme relacionado na tabela 1) devem ser instalados na bancada de ensaio o mais próximo possível da mesma posição na qual são montados na aplicação pretendida.

#### 5.1.2 Componentes auxiliares a serem removidos

Certos componentes auxiliares acessórios do veículo, necessários somente para a operação do veículo, e que podem ser montados no motor, devem ser removidos para o ensaio. A seguinte relação incompleta é dada como um exemplo:

- compressor de ar para freios;
- bomba da direção hidráulica;
- compressor da suspensão a ar;
- sistema de condicionamento do ar.

Onde os componentes auxiliares não podem ser removidos, a potência absorvida por eles na condição sem carga pode ser determinada e somada à potência medida do motor.

#### 5.1.3 Componentes auxiliares da partida de motores de ignição por compressão

Para componentes auxiliares utilizados na partida de motores de ignição por compressão, os dois casos seguintes devem ser considerados:

- a) Partida elétrica. O gerador é montado e alimenta, onde necessário, os componentes auxiliares indispensáveis para a operação do motor.
- b) Partida não elétrica. Se houver alguns componentes auxiliares acessórios operados eletricamente indispensáveis para a operação do motor, o gerador é montado para alimentar estes componentes. De outro modo, ele é removido.

Em ambos os casos, o sistema para produção e armazenamento de energia necessária para a partida é montado e opera na condição sem carga.

### 5.2 Condições de regulação

As condições de regulação para o ensaio de determinação da potência efetiva líquida estão indicadas na tabela 2.

## ANEXO A: Norma ABNT NBR ISO 1585

6

NBR ISO 1585/1996

Tabela 2 - Condições de regulação

1	Regulagem do(s) carburador(es)	De acordo com as especificações de produção do fabricante, sem alteração posterior para a aplicação particular
2	Regulagem de débito da bomba injetora	
3	Sincronização da ignição ou injeção (curva de sincronismo)	
4	Ajuste do regulador de rotação	
5	Dispositivos antipoluição	
6	Controle de sobrealimentação	

## 5.3 Condições de ensaio

5.3.1 O ensaio de potência efetiva líquida deve consistir em um ensaio com o acelerador plenamente acionado, para motores de ignição por centelha, ou com a bomba injetora na posição fixa de plena carga, para motores de ignição por compressão, estando o motor equipado conforme especificado na tabela 1.

5.3.2 Os dados de desempenho devem ser obtidos sob condições estabilizadas de operação, com um fornecimento adequado de ar fresco para o motor.

Devem ser obedecidas as recomendações do fabricante quanto ao amaciamento prévio, partida e aquecimento do motor. As câmaras de combustão podem conter depósitos, mas em quantidade limitada. As condições do ensaio, tal como a temperatura do ar de admissão, devem ser selecionadas o mais próximo possível das condições-padrão de referência (ver 6.2), a fim de minimizar o fator de correção.

5.3.3 A temperatura do ar de admissão para o motor (ar ambiente) deve ser medida a até 0,15 m a montante do conduto de admissão do ar.

O termômetro ou termopar deve ser isolado do calor radiante e localizado diretamente na corrente de ar. Ele também deve ser isolado dos respingos do refluxo de combustível. Um número suficiente de locais de medição deve ser utilizado para fornecer uma média representativa da temperatura de admissão.

5.3.4 A depressão da entrada deve ser medida a jusante dos dutos de entrada, do filtro de ar, do silenciador da entrada, dos dispositivos de limitação da rotação (se montados) ou seus equivalentes.

5.3.5 A pressão absoluta na entrada de ar do motor, a jusante do compressor e do trocador de calor, se montados, deve ser medida no coletor de admissão e em qualquer outro ponto onde a pressão tenha que ser medida para calcular os fatores de correção.

5.3.6 A contrapressão do escapamento deve ser medida em um ponto a uma distância mínima equivalente a três diâmetros do tubo em relação ao(s) flange(s) de saída do(s) coletor(es) de escapamento e a jusante do(s) turboalimentador(es), se montado(s). A localização deve ser especificada.

5.3.7 Nenhum dado deve ser tomado até que o torque, a rotação e as temperaturas tenham sido mantidas substancialmente constantes por pelo menos 1 min.

5.3.8 A rotação do motor durante o funcionamento ou leitura não deve desviar-se da rotação selecionada por mais do que  $\pm 1\%$  ou  $\pm 10 \text{ min}^{-1}$ , aquela que for maior.

5.3.9 Os dados observados de carga ao freio, fluxo do combustível e a temperatura do ar de admissão devem ser tomados virtual e simultaneamente e, em cada caso, devem ser a média de duas leituras consecutivas estabilizadas que não variem mais que 2% para a carga ao freio e consumo do combustível. A segunda leitura deve ser determinada sem qualquer ajuste do motor, aproximadamente 1 min após a primeira.

5.3.10 A temperatura do líquido de arrefecimento na saída do motor deve ser mantida dentro de  $\pm 5 \text{ K}$  da temperatura mais alta controlada termostaticamente, especificada pelo fabricante. Caso não especificada, a temperatura deve ser de  $353 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$ .

Para motores arrefecidos a ar, a temperatura indicada em um ponto pelo fabricante deve ser mantida dentro de  $\pm 0,5 \text{ K}$  do valor máximo por ele especificado nas condições-padrão de referência.

5.3.11 A temperatura do combustível deve ser como segue:

a) Para motores de ignição por centelha, a temperatura do combustível deve ser medida o mais próximo possível da entrada do carburador ou conjunto de injetores de combustível. A temperatura do combustível deve ser mantida dentro de  $\pm 5 \text{ K}$  da temperatura especificada pelo fabricante. Contudo, a temperatura mínima permitida para o combustível no ensaio deve ser a temperatura do ar ambiente. Caso não especificada pelo fabricante, a temperatura do combustível no ensaio deve ser de  $298 \text{ K} \pm 5 \text{ K}$ .

b) Para motores de ignição por compressão, a temperatura do combustível deve ser medida na entrada da bomba de injeção do combustível. Por solicitação do fabricante a medição da temperatura do combustível pode ser feita em qualquer ponto na bomba, representativo da condição de opera-



## ANEXO A: Norma ABNT NBR ISO 1585

NBR ISO 1585/1996

7

ção do motor. A temperatura do combustível deve ser mantida dentro de  $\pm 3$  K da temperatura especificada pelo fabricante. Em todos os casos, a temperatura mínima tolerável do combustível na entrada da bomba é 303 K. Caso não especificada pelo fabricante, a temperatura do combustível no ensaio deve ser de 313 K  $\pm$  3 K.

5.3.12 A temperatura do lubrificante deve ser medida na entrada da galeria de óleo ou na saída do arrefecedor do óleo, se montado, a menos que alguma outra localização de medição seja especificada pelo fabricante. A temperatura deve ser mantida dentro dos limites especificados pelo fabricante.

5.3.13 Caso necessário, um sistema auxiliar de regulação pode ser utilizado para manter as temperaturas dentro dos limites especificados em 5.3.10, 5.3.11 e 5.3.12.

5.3.14 É recomendado que um combustível de referência seja utilizado; uma relação não completa de tais combustíveis inclui:

CEC RF-01-A-80<sup>3)</sup>

CEC RF-08-A-85

CEC RF-03-A-84

JIS K 2202<sup>4)</sup>

JIS K 2204

40 CFR, Part 86.113-87<sup>5)</sup> para motores de ignição por centelha

40 CFR, Part 86.1313-87 para motores de ignição por compressão

Um combustível comercialmente disponível pode ser utilizado, contanto que suas características sejam especificadas em 8.3 e que ele não contenha qualquer supressor de fumaça ou aditivos suplementares.

#### 5.4 Execução do ensaio

Medições devem ser tomadas em um número suficiente de rotações do motor para definir completamente a curva de potência entre a menor e a maior das rotações do motor recomendadas pelo fabricante. Esta faixa de rotações deve incluir a rotação na qual o motor produz sua potência máxima.

#### 5.5 Dados a serem registrados

Os dados a serem registrados devem ser os indicados na seção 8.

## 6 Fatores de correção da potência

### 6.1 Definição do fator $\alpha$ para correção da potência

Este é o fator pelo qual a potência observada deve ser multiplicada para determinar a potência do motor nas condições atmosféricas de referência especificadas em 6.2. A potência corrigida (isto é, potência nas condições-padrão de referência),  $P_{ref}$ , é dada por

$$P_{ref} = \alpha \cdot P_v$$

onde

$\alpha$  é o fator de correção (sendo  $\alpha_i$  o fator de correção para motores de ignição por centelha e  $\alpha_c$  o fator de correção para motores de ignição por compressão);

$P_v$  é a potência medida (observada).

### 6.2 Condições atmosféricas

#### 6.2.1 Condições atmosféricas de referência

As condições atmosféricas de referência devem estar de acordo com as citadas em 6.2.1.1 e 6.2.1.2.

##### 6.2.1.1 Temperatura

A temperatura de referência,  $T_{ref}$ , é 298 K (25°C).

##### 6.2.1.2 Pressão do ar seco (pressão seca)

A pressão seca de referência,  $p_{a,ref}$ , é 99 kPa.

NOTA - A pressão seca é baseada em uma pressão total de 100 kPa e uma pressão de vapor de 1 kPa.

#### 6.2.2 Condições atmosféricas do ensaio

As condições atmosféricas durante o ensaio devem estar dentro dos valores dados em 6.2.2.1 e 6.2.2.2.

##### 6.2.2.1 Temperatura, T

- para motores de ignição por centelha

$$288 \text{ K} \leq T \leq 308 \text{ K}$$

- para motores de ignição por compressão

$$283 \text{ K} \leq T \leq 313 \text{ K}$$

##### 6.2.2.2 Pressão seca, $p_a$

Para todos os motores

$$80 \text{ kPa} \leq p_a \leq 110 \text{ kPa}$$

<sup>3)</sup> Conselho Europeu de Coordenação para o Desenvolvimento de Ensaio de Desempenho para Lubrificantes e Combustíveis de Motores.

<sup>4)</sup> Norma Industrial Japonesa.

<sup>5)</sup> Título 40, Código de Regulamentos Federais, EUA.

## ANEXO A: Norma ABNT NBR ISO 1585

8

NBR ISO 1585/1996

**6.3 Determinação dos fatores de correção da potência**

Os ensaios podem ser realizados em salas de ensaio com ar-condicionado, onde as condições atmosféricas são controladas para igualar as condições de referência.

Se um parâmetro de influência for controlado por um dispositivo automático, nenhuma correção da potência para este parâmetro deve ser aplicada, contanto que o parâmetro em questão esteja dentro da faixa significativa do dispositivo. Isso se aplica em particular a

- controles automáticos da temperatura do ar onde o dispositivo está sempre operando a 25°C;
- controle automático da pressão de sobrealimentação, independente da pressão atmosférica, quando a pressão atmosférica é semelhante àquela que o controle da pressão de sobrealimentação está operando;
- controle automático do combustível onde o regulador ajusta o fluxo do combustível para potência de saída constante (por compensação pela influência da pressão e da temperatura ambiente).

Contudo, no caso de a), se o dispositivo automático de controle da temperatura do ar estiver completamente fechado na plena carga a 25°C (sem acréscimo de ar aquecido ao ar de admissão), o ensaio deve ser realizado com o dispositivo completamente fechado, e aplicado o fator normal de correção. No caso de c), o fluxo do combustível para motores de ignição por compressão deve ser corrigido pelo fator de correção da potência correspondente.

**6.3.1 Motores de ignição por centelha naturalmente aspirados e sobrealimentados - Fator  $\alpha_a$** 

O fator de correção,  $\alpha_a$ , para motores de ignição por centelha deve ser calculado pela equação

$$\alpha_a = \left( \frac{99}{p_a} \right)^{1,2} \left( \frac{T}{298} \right)^{0,6}$$

onde

T é a temperatura absoluta, em kelvins, na entrada de ar do motor;

$p_a$  é a pressão atmosférica seca, em quilopascals, isto é, a pressão barométrica total menos a pressão do vapor de água.

Esta equação se aplica a motores carburados e a outros motores onde o sistema de controle é projetado para manter uma relação combustível/ar aproximadamente constante nas mudanças das condições ambientais. Para outros tipos de motores, ver 6.3.3.

Esta equação se aplica somente se

$$0,93 \leq \alpha_a \leq 1,07$$

<sup>6)</sup> Para rotações do motor quando a válvula de alívio de um motor turboalimentado não está operando, é usada a equação de a) ou de b), dependendo do tipo de pós-arrefecedor, caso existente.

Se estes limites forem excedidos, o valor obtido corrigido deve ser apresentado e as condições do ensaio (temperatura e pressão) precisamente declaradas no relatório do ensaio.

**6.3.2 Motores de ignição por compressão - Fator  $\alpha_c$** 

O fator de correção da potência,  $\alpha_c$ , para motores de ignição por compressão para regulagem de vazão de combustível constante é obtido pela aplicação da equação

$$\alpha_c = (f_a)^{1/n}$$

onde

$f_a$  é o fator atmosférico (ver 6.3.2.1);

$f_m$  é o parâmetro característico para cada tipo de motor e ajuste (ver 6.3.2.2).

**6.3.2.1 Fator atmosférico,  $f_a$** 

O fator atmosférico,  $f_a$ , que indica o efeito das condições do meio ambiente (pressão, temperatura e umidade) sobre o ar aspirado pelo motor deve ser calculado pelas equações de a), b) ou c):

a) motores naturalmente aspirados, motores mecanicamente sobrealimentados e motores turboalimentados, com válvulas de alívio operantes<sup>6)</sup>:

$$f_a = \left( \frac{99}{p_a} \right) \left( \frac{T}{298} \right)^{0,7}$$

b) motores turboalimentados sem pós-arrefecimento do ar ou com pós-arrefecedor tipo ar/ar:

$$f_a = \left( \frac{99}{p_a} \right)^{0,7} \left( \frac{T}{298} \right)^{1,2}$$

c) motores turbo-alimentados com pós-arrefecimento do ar pelo líquido de arrefecimento do motor:

$$f_a = \left( \frac{99}{p_a} \right)^{0,7} \left( \frac{T}{298} \right)^{0,7}$$

onde T e  $p_a$  são definidos em 6.3.1.

**6.3.2.2 Fator do motor,  $f_m$** 

Dentro dos limites estabelecidos para  $\alpha_c$  em 6.3.2, o fator do motor,  $f_m$ , é uma função do parâmetro da vazão corrigido de combustível,  $q_c$ , e é calculado pela equação

$$f_m = 0,036 q_c - 1,14$$

onde

$$q_c = \frac{q}{r}$$

## ANEXO A: Norma ABNT NBR ISO 1585

NBR ISO 1585/1996

9

no qual

$q$  é o parâmetro da vazão do combustível, em miligramas por ciclo por litro do volume deslocado do motor [mg/(L.ciclo)], e é igual a

$$\frac{(Z) \times (\text{vazão de combustível em g/s})}{(\text{deslocamento em L}) \times (\text{rotação do motor em min}^{-1})}$$

onde

$Z = 120000$  para motores de 4 tempos  
e  $Z = 60000$  para motores de 2 tempos;

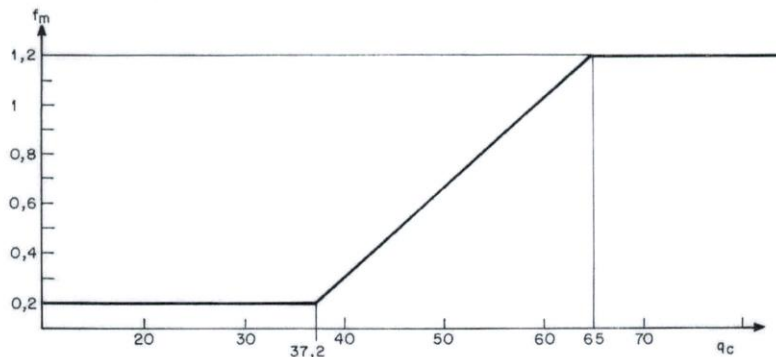


Figura 1 - Fator do motor,  $f_m$ , como uma função do parâmetro do débito corrigido de combustível,  $q_c$

### 6.3.2.3 Limitação no uso da equação de correção

Aplica-se essa equação de correção somente se

$$0,9 \leq \alpha_c \leq 1,1$$

Se estes limites são excedidos, o valor obtido corrigido deve ser apresentado, e as condições do ensaio (temperatura e pressão) precisamente declaradas no relatório do ensaio.

### 6.3.3 Outros tipos de motores

Para motores não cobertos por 6.3.1 e 6.3.2, um fator de correção igual a 1 deve ser aplicado, quando a densidade do ar ambiente não variar por mais que  $\pm 2\%$  da densidade nas condições-padrão de referência (298 K e 99 kPa). Quando a densidade do ar ambiente estiver além destes limites, nenhuma correção deve ser aplicada, mas as condições do ensaio devem ser declaradas no relatório do ensaio.

## 7 Medição e correção do valor da fumaça para motores de ignição por compressão

O valor da fumaça deve ser medido e registrado em cada ponto do ensaio. O opacimetro utilizado e a sua instalação devem atender aos requisitos da ISO 3173.

### 7.1 Fator de correção do coeficiente de absorção de luz pela fumaça

Este é o fator pelo qual o coeficiente de absorção de luz pela fumaça,  $S_p$ , expresso em unidades absolutas em metros elevado a potência menos um ( $m^{-1}$ ), deve ser

$r$  é a relação entre a pressão estática absoluta na saída do sobrealimentador ou pós-arrefecedor de ar, se equipado, e a pressão ambiente ( $r = 1$  para motores de aspiração natural).

A equação para o fator do motor,  $f_m$ , é somente válida para um valor de  $q$  entre  $37,2 \text{ mg/(L.ciclo)} \leq q \leq 65 \text{ mg/(L.ciclo)}$ . Para valores menores que  $37,2 \text{ mg/(L.ciclo)}$ , um valor constante de 0,2 deve ser adotado para  $f_m$ , enquanto que para valores de  $q$  maiores que  $65 \text{ mg/(L.ciclo)}$ , um valor constante de 1,2 deve ser adotado para  $f_m$  (ver figura 1).

multiplicado para determinar o coeficiente de absorção de luz pela fumaça do motor nas condições atmosféricas de referência especificadas em 6.2.1:

$$S_p = \alpha_s \cdot S$$

onde

$\alpha_s$  é o fator de correção (ver 7.2);

$S$  é o coeficiente de absorção de luz pela fumaça, em metros elevado a potência menos um ( $m^{-1}$ ) (fumaça observada).

### 7.2 Determinação do fator de correção para o coeficiente de absorção de luz pela fumaça

O fator de correção,  $\alpha_s$ , para motores de ignição por compressão sob um ajuste de vazão do combustível constante é obtido pela seguinte equação

$$\alpha_s = 1 \cdot 5 (f_a - 1)$$

onde  $f_a$  é o fator atmosférico (ver 6.3.2.1).

### 7.3 Limites de aplicação

Este fator de correção é aplicável somente para fins de aprovação quando,

$$0,92 \leq f_a \leq 1,08$$

$$283 \text{ K} \leq T \leq 313 \text{ K}$$

$$80 \text{ kPa} \leq p_a \leq 110 \text{ kPa}$$

## 7. REFERÊNCIAS

- ANFAVEA. Estatísticas Autoveículos. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/estatisticas.html>> . Acesso em 30 de junho de 2018.
- ANP, Legislação. Disponível em <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/legislacao>>. Acesso em 4 de março de 2017.
- BOSCH. Manual da Tecnologia Automotiva 25ª Edição. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.
- BRUNETTI, F.; Motores de Combustão Interna Volume 1, São Paulo: Edgard Blucher, 2012.
- DICIONÁRIO. In: Michaelis, Dicionário Língua Portuguesa, São Paulo: Melhoramentos, 2010.
- COL – Injeção Eletrônica de Nível Básico. São Paulo, Página 5, 2003. il. color.
- CONTESINI, Leonardo. Diferenças das Gasolinas; FlatOut. Disponível em <<https://www.flatout.com.br/quais-as-diferencas-entre-gasolina-comum-aditivada-premium-e-de-alta-octanagem/>>. Acesso em 14 de outubro de 2017.
- DIAS, Anderson. Detonação e Pré-Ignição; Carro Infoco. Disponível em <<http://www.carrosinfoco.com.br/carros/2013/02/detonacao-e-pre-ignicao-dois-males-que-podem-quebrar-o-seu-motor/>>. Acesso em 11 de março de 2017.
- FIGUEREDO, Erica Airosa. Octanagem; InfoEscola. Disponível em <<https://www.infoescola.com/quimica/octanagem/>>. Acesso em 25 de fevereiro de 2017.
- FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. Combustão; Brasil Escola. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/quimica/o-que-e-combustao.htm>>. Acesso em 18 de fevereiro de 2017.
- FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. Estequiometria de Reações; Brasil Escola. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/estequiometria-reacoes.htm>>. Acesso em 18 de fevereiro de 2017.
- FRANCISCO, Wagner de Cerqueria e. Petróleo; Brasil Escola. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/petroleo.htm>>. Acesso em 18 de fevereiro de 2017.

FRÓES, Marco Aurelio. Ensaios Dinamométricos EMA023. Santo André, 2015.

LANA, Carlos Roberto de. Estequiometria da Gasolina; Educação Uol. Disponível em <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/quimica/quimica-do-automovel-1-combustao-da-gasolina-e-do-alcool.htm>>. Acesso em 4 de março de 2017.

LOBO, Marcos Thadeu G. Gasolina; Grupo Cultivar. Disponível em <<https://www.grupocultivar.com.br/artigos/tudo-sobre-gasolina>>. Acesso em 25 de fevereiro de 2017.

MECÂNICA PARA TODOS; Quatro Tempos do Motor. Disponível em <<http://mecanicomaniacos.blogspot.com/p/mecanica-basica.html>>. Acesso em 25 de fevereiro de 2017. il. color.

PETROBRÁS; Gasolinas. Disponível em <<http://www.petrobras.com.br/fatos-e-dados/entenda-o-diferencial-da-gasolina-petrobras-grid.htm>>. Acesso em 25 de fevereiro de 2017.

PINHEIRO, Paulo César C. Controle da Combustão; Geocities. Disponível em <<http://www.geocities.ws/paulocpinheiro/papers/excesso.pdf>>. Acesso em 11 de março de 2017.

SHELL. Aditivo Complementar; G1. Disponível em <<http://g1.globo.com/carros/especial-publicitario/shell/mitos-e-verdades-do-combustivel/noticia/2014/12/aditivo-complementar-e-diferente-de-gasolina-aditivada.html>>. Acesso em 11 de março de 2017.

SOUZA, Lília Alves de. Destilação do Petróleo; Mundo Educação. Disponível em <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/destilacao-petroleo.htm>>. Acesso em 18 de fevereiro de 2017. il.

SOUZA, Lília Alves de. Gasolina; Brasil Escola. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/gasolina.htm>>. Acesso em 25 de fevereiro de 2017.

STP, Petroplus. Disponível em <<http://www.stp.com/products/fuel-additives/octane-booster>>. Acesso em 4 de março de 2017.