

INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE ESCAPE

Douglas Elias Borges Pereira¹

Ronaldo Lourenço Ferreira²

RESUMO

Uma das funções do sistema de escape é o aumento na produção de massa de ar levada para o cilindro, visto que quanto maior essa massa, maior é a injeção de combustível (consumo) e maior será a potência do automóvel. Diante disso, despertou-se o interesse de estudar mais sobre a temática, numa perspectiva da influência do sistema de escape sobre o consumo dos motores de combustão interna. Objetiva-se pontuar os benefícios e malefícios desse sistema de escape relacionados ao consumo, assim como o funcionamento do motor. Para realização da pesquisa, utilizou-se um motor de moto onde foram instaladas ferramentas para que pudesse haver um ajuste das variáveis e, assim, os testes fossem realizados com padrões constantes e pudesse ser comprovado que quanto mais livre a saída do escapamento, maior o consumo de combustível. De acordo com os testes efetuados, podemos concluir que a influência do escapamento é de vital importância para o motor, garantindo sua vida útil e consumo, pois houve um aumento de 20% no consumo do motor quando sofreu alterações em suas propriedades originais, e foram visíveis as variações nas condições de seu funcionamento.

Palavras-chave: Escapamento. Motor de combustão interna. Consumo. Combustível.

¹ Acadêmico do curso de Engenharia Mecânica pela Universidade de Rio Verde - UNIRV. E-mail:

² Professor do curso de Engenharia Mecânica da Universidade de Rio Verde- Orientador

1 INTRODUÇÃO

Os motores de combustão interna são aqueles responsáveis pela queima interna do combustível, seja por um tipo de ignição à base de centelha elétrica, seja por compressão. Popularmente, os motores de combustão interna recebem o nome errôneo de motores de explosão (MARTINS, 2006).

Por mais que se pense que ocorra uma explosão de gases dentro motor (queima descontrolada espontânea), isso não é verídico. O que acontece realmente é uma pressão da câmara, derivada da queima controlada dos combustíveis. O tipo considerado explosão não é aconselhado a motores de combustão interna, pois estes danificam e diminuem o seu tempo de vida útil, fazendo também com que haja um aumento na emissão dos poluentes (BRASIL ESCOLA, 2014).

O sistema de escapamento, dentre suas funções, é utilizado para diminuir a emissão de poluentes através de um catalizador instalado entre o silencioso e o motor, onde são filtrados os gases emitidos por ele. Outra função muito eficaz é a diminuição dos efeitos sonoros produzidos pelos motores, principalmente em caso de instalação de silenciadores (BONA, 2013). Outra função do sistema de escape é o aumento na produção de massa de ar levada para o cilindro, visto que quanto maior a massa de ar levada ao cilindro, maior é a injeção de combustível (consumo) e maior será a potência do automóvel.

O sistema de escape ou escapamento é de grande importância no funcionamento de um motor, pois consegue fazer a expulsão dos gases para a atmosfera durante a combustão e, se utilizado de forma que não fique muito obstruído ou mesmo que não tenha uma abertura muito grande, consegue fazer o balanceamento no nível de gasto de combustível.

Diante disso, despertou-se o interesse de estudar mais sobre a temática, numa perspectiva da influência do sistema de escape sobre o funcionamento dos motores de combustão interna, os benefícios e malefícios proporcionados (ROCHA, 2011).

1.1 OBJETIVO

Este estudo tem por objetivo identificar qual a influência do sistema de escape no funcionamento de um motor de combustão interna. Objetiva-se também pontuar os benefícios

e malefícios desse sistema de escape, assim como o funcionamento do motor de combustão interna.

Espera-se que, através deste estudo, consiga-se provar a hipótese que o escapamento é uma parte essencial do motor e que suas influências sobre ele são extremamente satisfatórias, ressaltando que podem-se encontrar alguns malefícios de acordo com o sistema de escape, mas que estes não conseguem ultrapassar os inúmeros benefícios.

1.2 MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

O motor é uma máquina que consegue fazer a conversão de qualquer forma de energia em um tipo de trabalho mecânico. Visto isso, o motor de combustão faz com que a energia térmica seja transformada em energia mecânica. Os motores de combustão interna são os aqueles nos quais acontece a queima interna dos combustíveis, ou seja, dentro do próprio motor. Esses motores utilizam os seus próprios gases de combustão para a realização dos processos de conversão da energia térmica para a mecânica. Esse permite que os gases façam desde a compressão até a exaustão, conseguindo fazer a conversão e formando o ciclo termodinâmico (OLIVEIRA; ROSA, 2003).

Nos dias atuais, os motores que prevalecem são os relacionados às características dos de ciclo Otto, que utilizam combustíveis que tenham volatilidade reduzida (gasolina/álcool), e necessitam de centelha para explosão, e os de diesel, que possuem como combustível o óleo diesel e no qual a sua explosão ocorre pela compressão do ar e aumento da temperatura (KANURY, 1975).

Diversas vezes, os motores de combustão interna são confundidos com motores de explosão, visto que o último se designa por uma queima desordenada e incontrolada. No funcionamento do motor de combustão interna ocorre a impulsão dos pistões por uma pressão interna na câmara, que acontece em consequência da combustão (queima ordenada). Porque o motor de combustão interna tem o controle da queima, este é mais viável a fim de se conseguir uma menor emissão dos poluentes e visar uma maior durabilidade do motor (LIMA, 2009).

Neste motor de combustão interna existem alguns componentes essenciais que devem funcionar harmonicamente para que se consiga o movimento correto e a sua funcionalidade seja eficiente.

1.2.1 Componentes do Motor

O motor de combustão interna é dividido em alguns componentes de grande importância para o funcionamento correto. Essa divisão se dá por: bloco, cabeçote, cárter, pistão, biela, virabrequim, volante e válvulas.

O bloco é a maior parte componente do motor, fazendo a sustentação das outras partes. Geralmente, os blocos são construídos de ferros fundidos e possuem cilindros (locais em que o pistão se movimenta). O cárter é localizado na parte inferior ao bloco e age como o seu fechamento. É nele que ocorre o depósito de óleo para lubrificar o motor. Sua composição geralmente é mais dura para dar uma maior segurança no fechamento do bloco (MEDEIROS, 2015).

O cabeçote é utilizado para fechar o bloco superiormente. Sua composição é do mesmo material do bloco. O fechamento do bloco pelo cabeçote é realizado por parafusos e por uma vedação. O pistão é um dos componentes primordiais do motor. Até ele chegam os movimentos de expansão dos gases. Possui anéis de vedação e anéis de lubrificação, e tem a função de lubrificar as paredes dos cilindros. O pistão e a biela se unem através de um pino. A biela age como uma ponte de ligação do pistão ao virabrequim. É dividida em: cabeça (presa ao pistão por um pino), corpo e pé (interligado ao virabrequim por um material chamado bronzina) (LIMA, 2009).

O virabrequim é geralmente produzido em aço fundido. Possui mancais que se ligam aos pés da biela e que o sustentam ao bloco. O volante é considerado o acumulador de energia cinética, fazendo com que se crie uma velocidade no eixo do motor. Quando ocorrem a expansão e impulsão dos pistões, o volante absorve a energia. Depois da fase de queima ordenada de combustível, essa energia é liberada, permitindo assim que varie o tempo no motor (FOGAÇA, 2016).

As válvulas são divididas em admissão e escape. O movimento do virabrequim chega até as válvulas, fazendo com que elas se movimentem através do comando de válvulas. Quando ocorre uma abertura e fechamento das válvulas de forma correta e sincronizada, há influência no movimento do pistão e, conseqüentemente, no ponto de injeção, proporcionando um funcionamento perfeito do motor (FERNANDES, 2014).

1.2.2 Funcionamento do motor

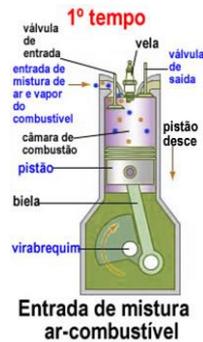
Os motores de combustão interna a gasolina ou a álcool têm movimentos que são resultantes da queima do combustível nas câmaras. Dentro dessas câmaras existem cilindros, válvulas de admissão e de escape e vela de ignição. O movimento rotativo do pistão faz com que ocorra a sua junção com a biela e desta, por sua vez, com o virabrequim. Assim, o virabrequim faz com que o movimento chegue até as rodas do automóvel (FERNANDES, 2014).

O princípio básico da combustão interna é utilizar combustíveis em pequena quantidade e conseguir gerar a queima, resultando em uma quantidade de energia muito grande (energia em forma de gases em brusca expansão). Para que aconteça toda essa transformação de energia, é necessário que se crie um ciclo organizado que permita controlar a queima várias vezes e essa energia seja reutilizada para o movimento (MEDEIROS, 2014).

Nesse ciclo, ocorre a retenção de pequena quantidade de combustível seguida de compressão do pistão através de movimentos no cilindro. Após isso, uma faísca é disparada e incendeia toda a mistura, causando a queima do combustível e aumento da pressão e da temperatura. Todo esse ciclo é separado por tempos, que são controlados pelo comando de válvulas e ignição. Os quatro tempos de um motor utilizados no ciclo são: admissão, compressão, combustão e escape (LIMA, 2009).

No primeiro tempo, o pistão movimenta-se para baixo e faz a sucção da mistura (combustíveis) e do ar atmosférico, assim como mostra a Figura 1. Com o deslocamento para baixo, o pistão faz com que aconteça uma depressão no cilindro, e então o ar atmosférico tende a entrar. O ar que consegue entrar no cilindro não varia, mesmo que mude a potência utilizada (FOGAÇA, 2016).

FIGURA 1 - Primeiro tempo do motor.



Fonte: FOGAÇA (2016)

No segundo tempo, ilustrado na Figura 2, ocorre o fechamento da válvula de entrada após o preenchimento da câmara de combustão e o pistão sobe, fazendo a compressão da mistura. Nessa compressão, é importante que o combustível não exploda antes que se inicie o terceiro tempo, para que a potência do motor não seja diminuída (FERNANDES, 2014).

FIGURA 2 - Segundo tempo do motor



Fonte: FOGAÇA (2016)

No terceiro tempo, mostrado na Figura 3, com a compressão realizada pelo pistão em nível máximo a vela de ignição emite uma faísca elétrica, provocando, assim, a explosão dos combustíveis e o consequente deslocamento do pistão para baixo. Quando a energia dos gases que estão em expansão chega até o pistão, faz com que ele se movimente até que o eixo do virabrequim entre também em movimento, gerando, assim, o movimento do automóvel (FOGAÇA, 2016).

Nesse momento é realizada a transformação da energia produzida pela combustão em energia mecânica, que proporcionará o movimento.

FIGURA 3 - Terceiro tempo do motor



Fonte: FOGAÇA (2016)

No quarto e último tempo, o pistão volta a subir e ocorre a abertura da válvula de exaustão, fazendo com que os gases sejam liberados (sistema de escape). Assim que os gases são liberados, essa válvula se fecha e a válvula de admissão logo se abre, e o processo se reinicia, como mostra a Figura 4 (OLIVEIRA, ROSA, 2003).

FIGURA 4 - Quarto tempo do motor



Fonte: FOGAÇA (2016)

1.2.3 Tipos de motores

Os motores de combustão interna podem ter como combustível gasolina, etanol ou diesel. Os motores a gasolina são de baixo peso por potência e conseguem proporcionar rápidas acelerações e altas velocidades (MEDEIROS, 2014).

Geralmente, os motores a gasolina são compostos por câmaras de combustão e cilindros. Para que o combustível (gasolina) chegue ao motor é necessário um depósito, uma bomba para injeção e um carburador que transformará a gasolina em gás. A ignição, nesse

caso, é realizada através da vela de ignição inserida superiormente ao cilindro, assim produzindo a faísca e provocando a combustão (HOFFMANN, 2015).

O funcionamento do motor a gasolina é um pouco diferente. Nele, ocorrem seis processos em cada ciclo. Os tempos do motor a gasolina também designam em 4 tempos, porém, ocorrem duas vezes a compressão do pistão durante um ciclo, e duas vezes a expansão do volume, alternando entre as duas. O processo dos cilindros é praticamente igual ao motor de Otto. No motor a gasolina é necessária a mistura de óleo com a gasolina no motor, já que esse tipo de motor não possui cárter para lubrificação (MAXIMINO, et al., 2011).

Quanto à eficiência e eficácia, o motor a diesel é melhor, quando comparado ao motor a gasolina.

Outro tipo de motor é aquele que tem por combustível o etanol. Motores a etanol possuem a mesma funcionalidade dos motores a gasolina, porém, o nível de compressão do motor a álcool é maior do que o da gasolina, embora o poder calorífico da gasolina seja maior, fazendo com que a explosão e a queima aconteçam mais facilmente. Em relação às velas e ao cabeçote, é errado pensar que o uso do etanol poderia fazer com que as velas se prendessem ao cabeçote, prejudicando-o, já que isso só acontece com níveis elevados de temperatura. Em relação aos resíduos da queima, o motor a etanol contribui para que não sejam eliminados e liberados tantos poluentes (GALLI, et al., 2010).

Os motores mais utilizados em motocicletas são os de Otto, que operam em 4 tempos. Todas as motos possuem no motor uma conversão dos movimentos alternativos do pistão em movimento rotativo, assim como o motor de automóvel. Acontece uma transmissão que envia o movimento alternativo do pistão até a roda traseira da moto; quando essa começa a girar, ocorre a impulsão para frente (CARDOSO, 2015).

Assim como nos automóveis, as motocicletas também possuem um sistema de escape que permite que os gases resultantes da combustão sejam liberados. Esse sistema é de grande importância e, quando funciona em harmonia com o motor, consegue proporcionar um menor gasto nos combustíveis e menor ruído (BONA, 2013).

1.3 ESCAPAMENTO

Quando a válvula de escape se abre e logo ocorre a explosão, resíduos de gás saem através do sistema de escape, fazendo com que o cilindro fique limpo e vazio. O sistema de

escape é de grande importância para o funcionamento completo do motor. O motor a 4 tempos é o menos suscetível às alterações provocadas pelo sistema de escape (ROCHA, 2011).

Observa-se que, para a melhora no rendimento do motor, é necessário o livre escape, uma vez que, quanto mais fechado estiver o escape, mais força em baixa rotação será exercida. É notória a importância do sistema de escape. Podem-se encontrar quatro funções de suma relevância no funcionamento do motor (BONA, 2013). A primeira função e a mais conhecida por todos é o direcionamento dos gases resultados da combustão para longe do motor, retirando assim todos os resíduos da combustão do cilindro. Com isso, o funcionamento do motor tende a ser melhor. A segunda função é de suavizar os ruídos do motor. Com essa diminuição, a poluição sonora é eficientemente diminuída. A terceira função do escape é a redução dos poluentes. Com a existência do catalisador no sistema de escape, ocorre a redução na toxicidade dos resíduos depois da combustão. A quarta função, tão importante quanto as demais, é o aumento da massa de ar para dentro do cilindro. Quanto mais ar, maior é a quantidade de combustível injetado e, assim, maior potência é gerada pelo motor (ROCHA, 2011).

1.4 ESCAPAMENTOS X MOTOR

O sistema de escape é de suma importância para o funcionamento do motor. Quando, por algum problema, esse sistema é afetado, há interferência direta no desempenho e consumo do veículo. Nos dias de hoje os motores têm influência no nível de gases liberados pela exaustão do carro, ou seja, pela contrapressão desses gases. Quando alguma peça do escapamento se encontra com dano, ocorre uma mudança nessas taxas, provocando assim alterações significativas no motor, geralmente falhas, o que pode resultar no aumento do consumo de combustíveis (TUNING ONLINE, 2014).

A taxa de gases liberados (contrapressão) é influenciadora direta em relação ao desempenho e consumo do motor, mostrando que quanto menor for a restrição, maior será a rotação do torque, assim fazendo com que a potência atinja o máximo, aumentando o consumo. Visto isso, pode-se dizer que quanto mais baixa a rotação do toque, menor será o consumo (ROCHA, 2011).

Apesar de vários estudos, a discussão sobre os benefícios do escape ainda continua. É notório que variações sobre o tipo e o arranjo de cada escape e a projeção dele para cada motor influenciam no desempenho. Outro aspecto muito discutido é a abertura e oclusão desse escape, visto que quanto maior for a abertura ou quando existem danos (escape com furos), ocorre aumento do consumo de combustível, bem como provável diminuição de força (TERRA, 2013).

2 MATERIAL E MÉTODO

Para realização da pesquisa, utilizou-se um motor de moto onde foi instalado um tacômetro para medir a rotação de trabalho, uma pipeta para aferição do volume de combustível aplicado, um alternador juntamente com uma bateria de 40 amperes, uma ventoinha para simular uma carga de trabalho e também refrigerar, um cronômetro e dois sensores de temperatura ligados a um arduino para controle.

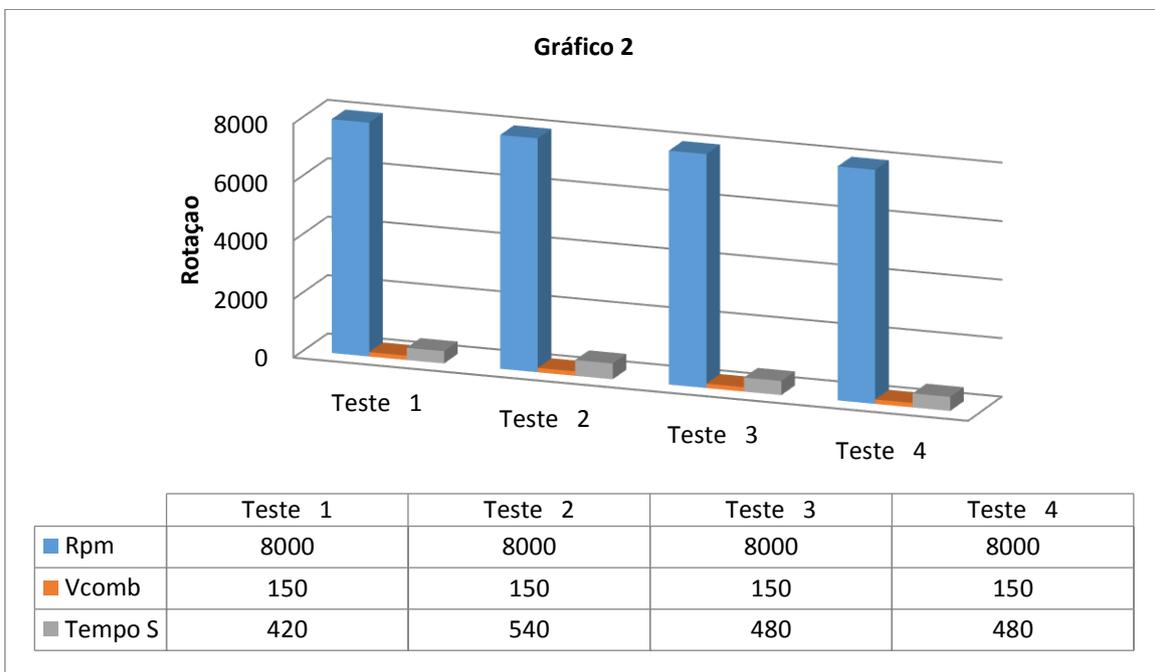
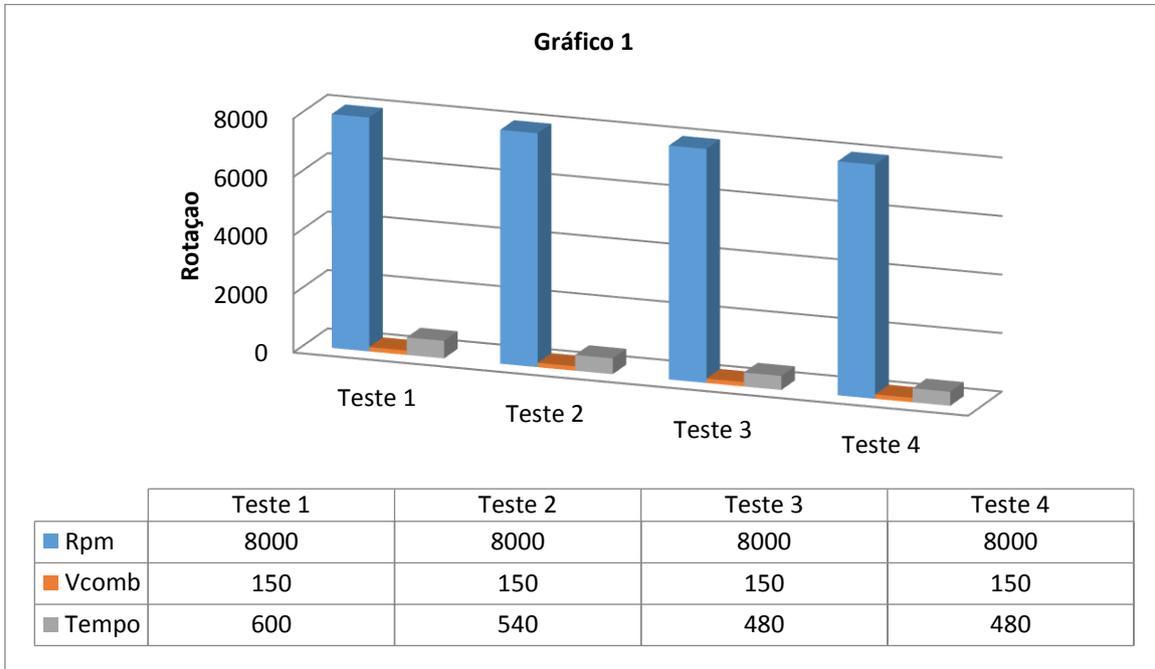
Foram realizados ensaios de consumo em função do tempo, carga e rotação de trabalho. Houve dois ciclos de testes para que a pesquisa pudesse ser concluída e, através de uma média, comprovar a verdadeira influência do escapamento no consumo do motor.

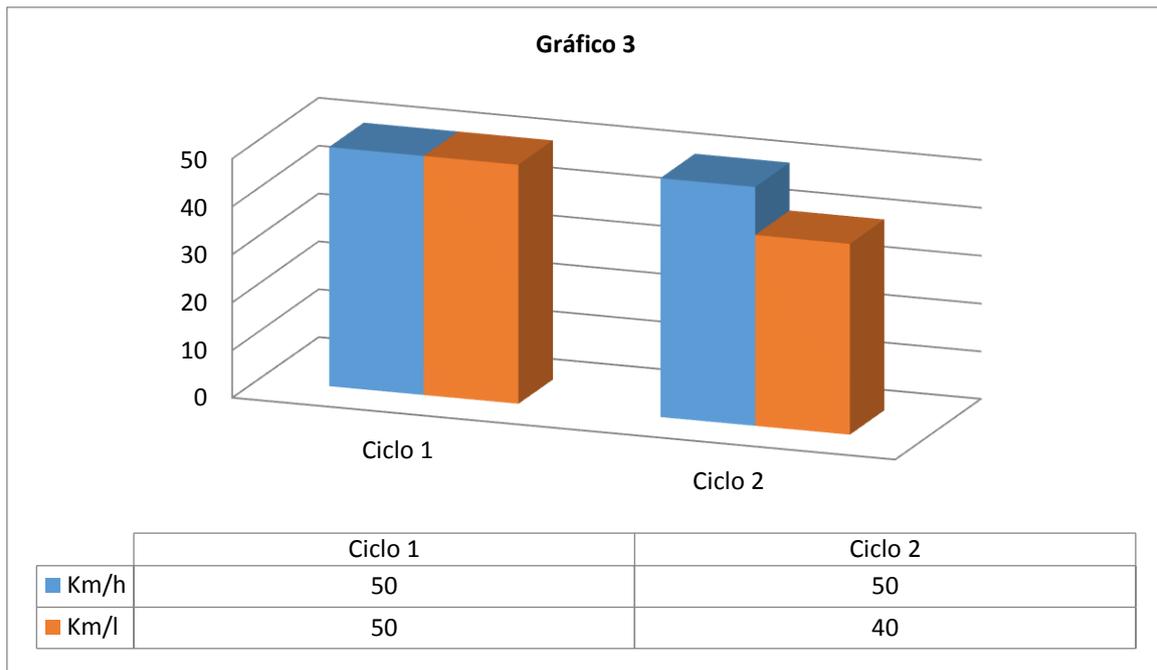
O primeiro e o segundo ciclo foram realizados com as mesmas constantes para rotação, carga de trabalho, temperatura e volume de combustível. A única variação foi a do tipo de escapamento aplicado. Em cada ciclo, foram realizados quatro eventos para cálculo da média.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado do objeto de estudo para o primeiro ciclo, pode-se observar que o motor trabalhou corretamente, sem nenhuma alteração de ruído ou vibração notável, já que o escapamento aplicado era o original, e os valores encontrados estão representados no Gráfico 1 a seguir. Já no segundo ciclo, realizado com o escapamento direto, houve uma notável diferença de funcionamento, já perceptível no ruído e vibração do motor, que ficou muito hostil para ajustar as constantes. Os resultados para o segundo ciclo de testes estão representados a seguir, no Gráfico 2. Embora pequenas, houve diferenças nos gráficos 1 e 2. Convertendo os valores coletados em consumo por km/l e a rotação em km/h, a diferença fica

mais notável, como veremos no Gráfico 3. A conversão foi possível devido a uma relação de transmissão fornecida pelo fabricante, especificando a velocidade por marcha engrenada. Como os testes foram realizados em 3º marcha, a conversão foi possível.





3.1 CONCLUSÃO

De acordo com os testes efetuados, podemos concluir que a influência do escapamento é de vital importância para o motor, garantindo sua vida útil e consumo, já que houve um aumento de 20% no consumo do motor quando sofreu alterações em suas propriedades originais e foram visíveis as variações nas condições de funcionamento do motor. Portanto, é indispensável que, quando houver interesse em alterar o sistema de escape, seja levada em consideração a influência que isso terá no motor, e que o responsável pela mudança esteja a par e procure sistemas homologados pelo INMETRO, evitando ou reduzindo a perda das propriedades do motor.

Este trabalho deixou algumas sugestões de trabalhos futuros, como:

- Análise do lubrificante utilizado em cada situação;
- Teste de consumo para um funcionamento mais demorado e aplicando uma carga maior ao motor;
- Teste de alteração de potência do motor para cada configuração;
- Análise dos gases de escape para cada situação.

Estes são apenas alguns exemplos de trabalhos que podem ser feitos utilizando a mesma metodologia e a mesma bancada.

Ao concluir os testes, observou-se também que há uma gama de testes que podem ser realizados sobre esse assunto, como análise de óleo, o próprio teste de consumo com o aumento da carga relativa do motor, teste de rodagem, e outros incontáveis; ficando, assim, aberta essa área de pesquisa para ser explorada por trabalhos futuros.

INFLUENCE OF THE EXHAUST SYSTEM

ABSTRACT

One of the functions of the exhaust system is the increase in production of air mass taken to the cylinder, since the higher the mass, the higher is the fuel injection (consumption) and the higher the power of the car. On this, there was the interest of studying further the theme, in a perspective of the influence of the exhaust system on the consumption of internal combustion engines. The aim is to detect the benefits and malfunctions of this exhaust system related to consumption, and the operation of the engine. To perform the research, we used a motorcycle engine equipped with tools to allow adjustment of variables, so the tests could be run with constant patterns and it could be proved that the freer the exhaust outlet, the higher the fuel consumption. According to the tests, we conclude that the influence of the exhaust is of utmost importance for the engine, since it guarantees its lifespan and consumption, that increased 20% when it underwent changes, and the variables were noticeable in the operation conditions.

Keywords: Exhaust. Internal combustion engine. Consumption. Fuel.

REFERÊNCIAS

- BONA, W.G.de. *Escapamento de uma motocicleta*. 2013. Disponível em: <<http://fogonferro.blogspot.com.br/2013/07/entenda-o-escapamento-de-uma-motocicleta.html>>. Acesso em: 17 nov. 2016.
- BRASIL ESCOLA. *Motores de Combustão Interna*. 2014. Disponível em <<http://vestibular.brasilecola.uol.com.br/enem/dicas-termodinamica-para-enem.htm>>. Acesso em 16 nov.2016.
- CARDOSO, M. *Ciclo de Otto*. Brasil Escola. 2015. Disponível em <<http://www.infoescola.com/fisica/ciclo-de-otto/>>. Acesso em 17 nov. 2016.
- FERNANDES, T.R. *Motores de combustão interna*. 2014. Disponível em <<http://www.coladaweb.com/fisica/mecanica/motores-de-combustao-interna>>. Acesso em 17 nov. 2016
- FOGAÇA, J.R.V. *Funcionamento do Motor de Combustão*. Brasil Escola. 2016. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/funcionamento-motor-combustao.htm>>. Acesso em 17 nov. 2016.
- GALLI, B. *Combustível Inesgotável, Quase Não Polui E É 100% Brasileiro*. 2010. Disponível em <<http://abastecendoavida.blogspot.com.br/>>. Acesso em 16 nov. 2016.
- HOFFMANN, F. *Álcool ou Gasolina: o melhor para manter o motor limpo*. 2015. Disponível em <<http://bestcars.uol.com.br/bc/mais/cons-tecnico/alcool-ou-gasolina-o-melhor-para-manter-o-motor-limpo/>>. Acesso em 16 nov. 2016.
- KANURY, A. M. *Introduction to Combustion Phenomena*. Gordon and Breach: New York, 1975, 412 p.
- LIMA, et al. *MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA*. 2009. 20 f. Trabalho Acadêmico (Relatório da Faculdade de Engenharia) - Universidade do Porto, Porto, 2009. Disponível em <http://paginas.fe.up.pt/~projfeup/cd_2009_10/relatorios/R507.pdf>. Acesso em 16 nov. 2016.
- MAXIMINO, et al., *Motores de Combustão a Gasolina*. Vila Velha. 2011
- MARTINS, J. *Motores de combustão interna*. 2. ed. Porto: Publindústria, 2006, 437p.
- MEDEIROS, *MECÂNICA DE MOTOS: Motor de Combustão Interna*. 2014. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgWIAB/motos-completo>>. Acesso em 17 nov. 2016.
- OLIVEIRA, C. A. de; ROSA, A.da. *Motores de combustão interna: álcool e gasolina*. SENAI. Santa Maria. 2003. 116 p.
- ROCHA, R.G. *ESTUDO DE UM MÉTODO PARA PROJECTAR SISTEMAS DE ESCAPE DE UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA A 4 TEMPOS*. 2011. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade do Porto, Porto, 2011. Disponível em

<<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60412/1/000147136.pdf>>. Acesso em 16 nov. 2016

TERRA. *Escapamento furado pode provocar falhas e aumento no consumo*. 2013. Não paginado. Disponível em: < <https://economia.terra.com.br/carros-motos/meu-automovel/escapamento-furado-pode-provocar-falhas-e-aumento-no-consumo,1c75246dfa3ee310VgnVCM5000009ccceb0aRCRD.html>>. Acesso em 17 nov. 2016.

TUNINGONLINE. *SISTEMA DE ESCAPE*. 2014. Não Paginado. Disponível em: <<http://www.tuningonline.pt/tuning/sistema-de-escape/>>. Acesso em: 17 nov.2016.

SEARS, F. W; ZEMANSKY, M. W. *Física*. Brasília, v.2, Ed Universidade de Brasília, 1973.