

COMPARATIVO DE CONSUMO E VIBRAÇÃO DE MOTOR DIESEL UTILIZANDO FILTRO DE AR GENUINO E ALTERNATIVO

Haleff Ferreira Carvalho¹

Ronaldo Lourenço Ferreira²

RESUMO

A utilização de motores de combustão interna é bem vasta, são utilizados no transportes terrestres como em veículos leves, pesados e em locomotivas, são utilizados no transporte aquático em pequenas e grandes embarcações e são utilizados também no transporte aéreo. Hoje o motor Diesel é o mais utilizado na frota nacional e também no mundo todo. Sabe-se que atualmente o ar ambiente que respiramos está cada vez mais contaminado com as poluições, pois podemos dizer que os motores de combustão interna também respiram esse mesmo ar poluído e devido a isso, a filtragem do ar nos motores de combustão interna se torna muito importante para a longevidade do mesmo. O elemento filtrante denominado de filtro de ar possui a finalidade de reter as impurezas encontradas no ar antes mesmo do ar ser admitido no interior do motor. Todo filtro de ar possui uma vida útil, pré-determinada pelo fabricante; A troca do filtro de ar seco deve ser feita periodicamente, o tempo de cada filtro em serviço vai depender do ambiente no qual o motor esta alocado; Se o ambiente for propício a diversas impurezas no ar a troca do filtro claramente deve ser realizada com mais frequência. Com o ar filtrado a combustão da mistura ar-combustível é mais eficaz tornando o motor mais eficiente em vários aspectos. Este trabalho objetivou analisar o desempenho em consumo de combustível utilizando o filtro de ar original ou utilizando o filtro de ar paralelo e também analisar a variação das vibrações no motor na utilização de ambos medindo o consumo de combustível em ml/min, pois o motor esta alocado em uma bancada na Faculdade de Engenharia Mecânica da UNIRV. Foi comparado se o filtro paralelo torna inferior o desempenho do motor em relação ao mesmo utilizando o filtro de ar original em vários ritmos de trabalho utilizando um sensor acelerômetro e uma placa arduino acoplados a um computador, e assim foram coletados dados referentes à vibração do motor, tanto quando se utilizou o filtro original ou paralelo. Nota-se que em rotações mais elevadas, o desempenho no consumo de combustível e as vibrações do motor independem do tipo de filtro de ar utilizado.

Palavras-chave: Sistema de admissão. Motor de combustão interna. Vibrações.

1. INTRODUÇÃO

¹Acadêmico de Graduação, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade de Rio Verde - GO, 2017. E-mail: haleffcarvalho@gmail.com.

²Orientador, Professor da Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade de Rio Verde - GO UNIRV, 2017. E-mail: engronaldo@unirv.edu.br

Os motores de combustão interna possuem uma larga escala de utilização, que são mais utilizados em veículos para a locomoção de cargas e pessoas. Teoricamente eles possuem um funcionamento simples, através da combustão, transformando energia química em energia mecânica, porém, fisicamente eles podem ser bem complexos, pois possuem muitas peças e componentes funcionando em sintonia.

Todo motor de combustão interna necessita de um filtro de ar, com a finalidade de reduzir ao máximo as impurezas que se encontram na atmosfera. Há uma grande variedade de filtros de ar, de diferentes formas e tamanhos. No mercado, existem filtros originais, sempre recomendados pelas montadoras e os filtros paralelos, que possuem um valor menor que o original e este fator pode ser mais atraente ao cliente, que busca sempre gastar o mínimo possível sem pensar nas consequências a médio e longo prazo.

Problemas de vibrações em motores de combustão interna são comuns devido ao número de peças e componentes que constituem um motor. Esses efeitos produzem desgastes prematuros nos componentes internos do motor, reduzindo o tempo de vida do mesmo. A motivação se dá justamente pela variedade de filtros que há hoje no mercado e pela importância deste elemento na vida útil de um motor.

1.1 REVISÃO DE LITERATURA

Motores de combustão interna (MCI) são máquinas térmicas que transformam calor em trabalho e o calor é obtido através da queima do combustível. A energia obtida com a queima é a energia química que é transformada em energia mecânica (BRUNETTI, 2012). Eles são introduzidos em veículos leves como carros, caminhonetes e motos, e também em veículos pesados como caminhões, ônibus, locomotivas, navios (MARTINS, 2013).

A forma em que se obtêm o trabalho classifica os motores de combustão interna da seguinte maneira: motores alternativos, motores rotativos e motores de impulso. Os mais usados são os motores alternativos, encontrados nos automóveis. Em relação à ignição, os motores alternativos podem ser classificados como: motores de ignição por faísca ou Otto que utilizam como combustível a gasolina, o etanol e até gás natural e os motores de ignição espontânea ou Diesel, que utilizam como combustível o óleo diesel (BRUNETTI, 2012).

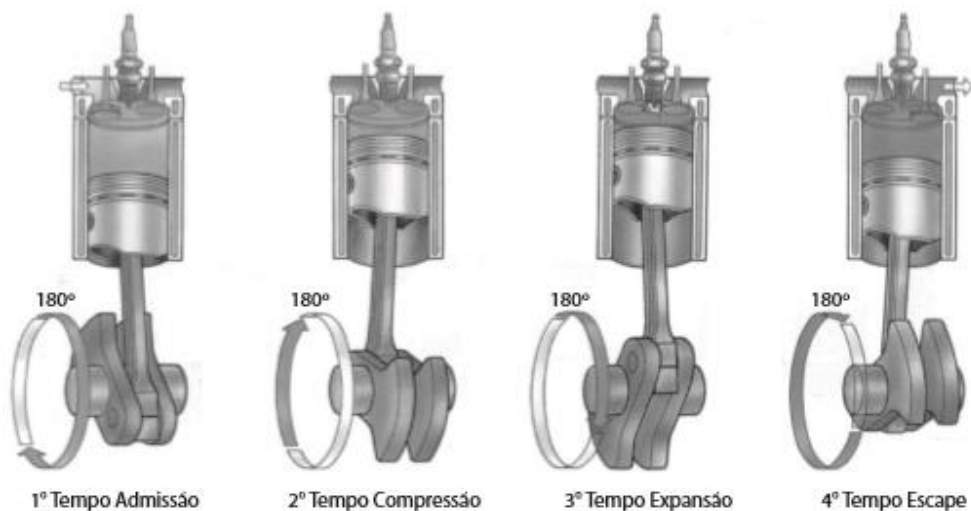
Nos motores do ciclo Otto, a mistura de ar e combustível é dosada e injetada no interior dos cilindros e então é gerada uma faísca que inicia a queima do fluido ativo. Já nos motores do ciclo Diesel o ar é admitido e comprimido no interior do cilindro e então é injetado o combustível de forma pulverizada e o contato do combustível reage com o ar quente devido à compressão e dá início à combustão sem a necessidade de uma faísca (TILLMANN, 2013). O ar comprimido no interior do cilindro deve estar em uma temperatura alta o suficiente para que haja a combustão, essa temperatura é denominada de temperatura de autoignição que é de aproximadamente 250 °C para motores Diesel (BRUNETTI, 2012).

Como visto inicialmente somente o ar é comprimido no interior do cilindro, mas para que ocorra a combustão espontânea nos motores Diesel o combustível também deve ser comprimido, essa taxa de compressão é de 15:1 até 24:1 (MARTINS, 2013).

Os motores alternativos também podem ser classificados quanto ao número de tempos do ciclo de operação, há motores que trabalham com quatro tempos e motores que trabalham com dois tempos. Como o trabalho será realizado em um motor de quatro tempos a atenção estará voltada para o mesmo (BOSCH, 2005).

Os motores de quatro tempos possuem esta nomenclatura devido ao ciclo de operação que ocorre no seu interior, mais especificamente o nome quatro tempos se dá pela movimentação dos pistões que fazem o percurso quatro vezes para completar um ciclo. Cada tempo possui um nome, são eles admissão, compressão, expansão e escape (BEZERRA, 2007). A Figura 1 representa os tempos de um motor de combustão interna.

FIGURA 1- Representação do ciclo de um motor 4t



Fonte: BRUNETTI, 2012.

Esses processos ocorrem de forma cíclica e ordenada, transformando energia química da combustão em energia mecânica, ou seja, em rotação no eixo do motor, cada ciclo completado por um pistão é equivalente a duas voltas do eixo do motor (MARTINS, 2013).

No motor Diesel a variação da potência é realizada alterando a relação ar-combustível (BRUNETTI, 2012). A quantidade de ar admitido nos cilindros está associada ao desempenho do motor, quanto maior a quantidade de ar retido nos cilindros maior será a quantidade de combustível utilizado na combustão (MARTINS, 2013). Mesmo admitindo que essa relação seja constante, não podemos afirmar que a eficiência térmica do motor seja constante, porque a eficiência térmica é afetada principalmente pela pressão e temperatura do ambiente (BRUNETTI, 2012).

O sistema de admissão do motor Diesel é composto por dois circuitos, o circuito de ar e o de combustível, o ar e o combustível são admitidos no interior do cilindro diretamente, por isso há necessidade de alimentação com circuitos distintos (VARELLA; SANTOS, 2010).

O circuito de ar tem o objetivo conduzir o ar do meio ambiente até o interior dos cilindros (VARELLA, 2012). O ar admitido nos cilindros é aspirado devido à depressão gerada pelos pistões do motor, mas antes o ar passa pelo elemento filtrante, que é o filtro de ar (OLIVEIRA; ROSA, 2003). Um motor utiliza um volume de ar entre 2000 e 5000 litros por minuto, tornando absolutamente necessário a existência de um filtro para evitar a entrada de impurezas, que iriam obstruir calibradores de ar ou originar desgaste nos pistões e nos cilindros acarretando prejuízos com manutenções (COSTA, 2007). Portanto o filtro tem como finalidade reter as impurezas do ambiente, tais como a poeira, fuligem, areia e as demais impurezas presentes no ar, assegurando que somente ar limpo chegará ao sistema do motor (TILLMANN, 2013).

Em relação às dimensões e formas, existem vários tipos de filtros, mas em relação à maneira que se filtra o ar, existem duas classificações para os filtros: o filtro em banho de óleo e o filtro de ar seco. Nos filtros em banho de óleo o ar passa por uma camada de óleo antes de atravessar o elemento filtrante. O elemento filtrante é feito de palha de coco e não é trocado, devendo ser limpo periodicamente. Os filtros de ar seco são os mais utilizados nos automóveis na atualidade devido à sua leveza e capacidade e eles são compostos de dois elementos filtrantes: o primeiro é de papel e o segundo é de feltro (VARELLA, 2012; COSTA, 2007).

O filtro de ar seco é feito de papel fibroso tratado com resina e dobrado em forma de sanfona, isso proporciona maior área de contato entre ar e o filtro. Este elemento não deve ser

manuseado de forma com que prejudique a qualidade do mesmo, pois há o risco de abrir pequenos orifícios dificultando a filtragem do ar (OLIVEIRA; ROSA, 2003; COSTA, 2007).

Os filtros, quando sujos, oferecem certa resistência à passagem de ar e afetam a eficiência do motor. O filtro de ar também atua como silenciador, pois ele diminui o ruído causado pela entrada de ar no coletor de admissão (COSTA, 2007).

A manutenção do filtro de ar deve ser realizada periodicamente, conforme os dados do fabricante do produto e do motor, essa manutenção vai depender também do ambiente no qual o motor está exposto; Se for um ambiente propício a muitas impurezas no ar, essa manutenção deverá ser realizada com mais frequência (TILLMANN, 2013).

Um motor em funcionamento terá, naturalmente, uma frequência de vibração, e é possível analisar e diagnosticar problemas através da análise de vibrações (ZOLIN, 2010). A repetição de qualquer movimento após um intervalo de tempo é denominada de vibração. A estrutura ou componentes do motor estão sujeitos à vibração e podem falhar devido à fadiga do material resultante da variação cíclica da tensão induzida pela vibração. A vibração acelera o desgaste de peças e componentes do motor, como engrenagens e rolamentos, por exemplo, que por sua vez, gera ruídos excessivos (RAO, 2008).

1.2 OBJETIVOS

Existe uma grande oferta de filtros de ar no mercado, a maioria é de um segmento conhecido popularmente como paralelo, as peças paralelas fazem o mesmo trabalho que as peças originais, possuem as mesmas finalidades, porém, esse segmento possui uma qualidade inferior. O que mais chama a atenção do consumidor na hora de realizar a manutenção é o valor de mercado da peça paralela, e essa diferença de valor pode ser bem grande, neste caso, o filtro de ar que possui um valor de mercado menor do que a peça original atrai mais o consumidor, que acaba optando pelo produto mais barato, tendo assim um custo-benefício menor em curto prazo, mas pode acarretar graves prejuízos em longo prazo. O objetivo deste trabalho é analisar o consumo de combustível e a vibração do motor trabalhando com filtro de ar original e com filtro de ar paralelo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS.

Os testes foram realizados em uma bancada didática do laboratório da faculdade de engenharia mecânica e essa bancada é constituída de um motor diesel MWM Sprint 2800 cc quatro tempos, com bomba injetora. O motor possui 12 válvulas e potencia de 140 cv's, ano de fabricação: 2005. Na mesma bancada contém um painel com acelerador manual, tacômetro, medidor da pressão do óleo do motor, medidor de temperatura e amperímetro.

A Figura 2 mostra a bancada didática e o painel de instrumentos.

FIGURA 2: Foto da bancada didática.



Fonte: SOUZA, 2016.

Foi utilizado um filtro de ar original, figura 3a adquirido na concessionária autorizada da montadora Chevrolet, Autorio, e um filtro de ar paralelo, figura 3b adquirido em Rio Verde.

FIGURA 3–Filtro de ar original GM e filtro de ar paralelo.



Fonte: Haleff Ferreira Carvalho (2017)

Para medir o consumo de combustível foi utilizada uma fórmula simples: o volume de combustível consumido dividido pelo tempo de trabalho, ou seja, (ml/min). O combustível utilizado para a realização dos testes foi o óleo diesel S10, encontrado nos postos da rede Petrobras. Para medir o volume de combustível consumido foi utilizado um recipiente de plástico com escala volumétrica e capacidade de 1000 ml, o recipiente pode ser observado da Figura 4.

FIGURA 4–Recipiente de plástico utilizado para medir o volume de combustível consumido.



Fonte: Haleff Ferreira Carvalho (2017)

Foram estipuladas três rotações de trabalho, uma lenta de 800 rpm, uma média de 1400 rpm e uma alta de 2000 rpm. A rotação do motor foi controlada através de um tacômetro LCD digital laser DT-2234C+ medidor de rotação, como pode ser observado na Figura 5 a seguir.

FIGURA 5–Tacômetro digital medidor de rotação em 8PM.



Fonte: Haleff Ferreira Carvalho (2017)

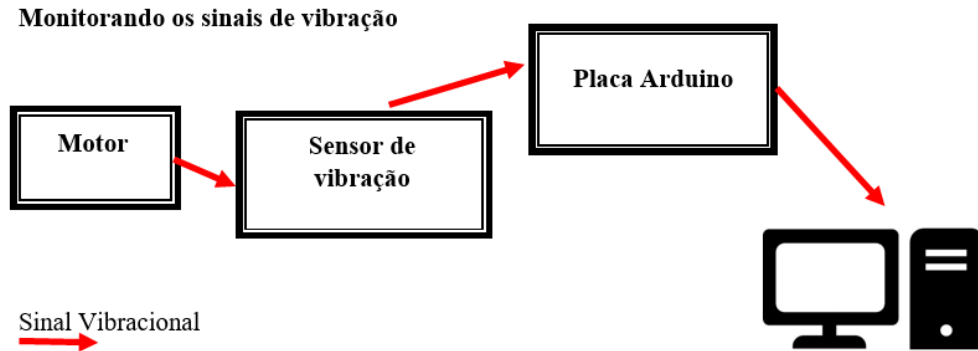
Para coletar dados referentes à vibração do motor, foi utilizado micro controlador tipo Arduino modelo UNO e um sensor acelerômetro ADXL345.

Arduino é um hardware micro controlador com programação livre, ele processa entradas e saídas entre dispositivos e componentes externos conectados a ele. Com uma placa única e um conjunto de softwares para programá-lo, o Arduino pode ser programado para desenvolver objetos interativos e independentes ou pode ser conectado também a um computador, uma rede, ou à internet para enviar e receber dados e atuar sobre eles. (MCROBERTS, 2011).

O acelerômetro é um sensor transdutor que permite transformar energia mecânica em energia elétrica, sendo sua fonte de informação a aceleração do sistema (GONZALEZ, 2014). O acelerômetro ADXL 345 utilizado é um transdutor de três eixos com alta resolução, bem adequado para medir a aceleração da gravidade estática em inclinação e devido a essa alta resolução, ele permite a medição de inclinação inferior 1,0° (DATASHEET, 2008).

Conforme a Figura 6 abaixo, observamos que o sensor fixado no motor coleta os dados e transfere para a placa Arduino, que é acoplada via USB a um computador utilizando o software (Arduino 1.0.6) que recebe os dados.

FIGURA6: Diagrama representativo do processo de digitação do sinal da vibração.



Fonte: SOUZA, 2016.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram realizados dois testes de consumo de combustível e análise de vibração para cada rotação, uma prova e uma contraprova, totalizando 12 testes. Em relação ao consumo de combustível, os resultados obtidos seguem abaixo na Tabela 1.

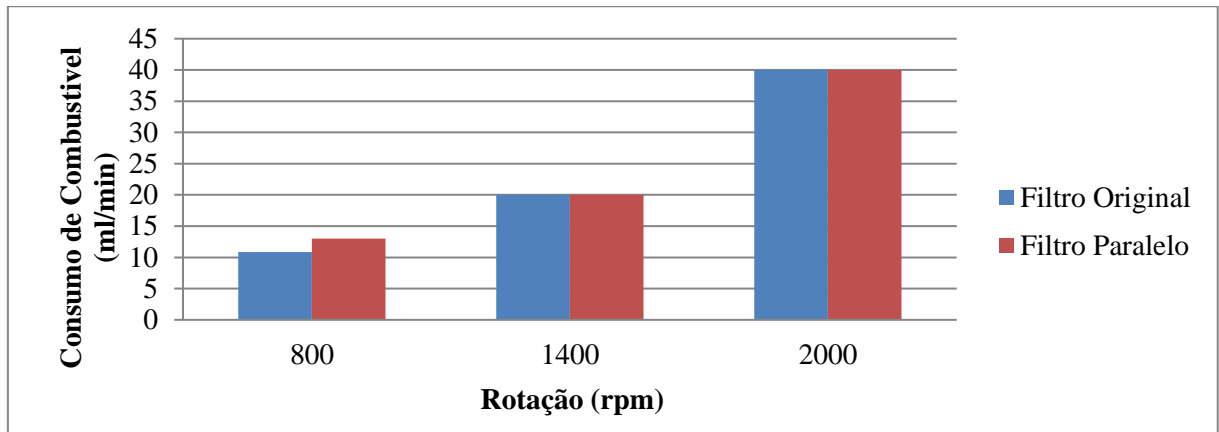
TABELA 1 – Resultados de consumo de combustível extraídos dos testes.

Rotação (rpm)	Consumo de combustível (ml/min)					
	Filtro Original			Filtro Paralelo		
	Teste 1	Teste 2	Média	Teste 1	Teste 2	Média
800	11,67	10	10,84	12,67	13,33	13
1400	20	20	20	20	20	20
2000	40	40	40	40	40	40

Fonte: Haleff Ferreira Carvalho (2016)

Como observado na Tabela 1 foram realizados dois testes para cada filtro utilizado, e então, extraídas as médias de consumo de combustível de cada. As médias de consumo extraídas da Tabela 1 seguem no Gráfico 1, abaixo.

GRÁFICO 1 – Consumo de combustível extraído da Tabela 1.



Fonte: Haleff Ferreira Carvalho (2016)

Martins (2013) observa que, quanto maior for o volume de ar admitido nos cilindros, maior a quantidade de combustível utilizado na combustão. O Gráfico 1 mostrou que houve aumento no consumo de combustível conforme a rotação do motor aumentava. Quanto maior é a rotação de trabalho do motor, maior é o volume de ar que ele consome e consequentemente maior o volume de combustível.

Observa-se também que, independentemente do filtro de ar utilizado, seja ele original ou paralelo, o consumo de combustível foi rigorosamente igual em rotações médias, que foi de 20 ml/min com 1400 rpm e em rotações altas, que obteve um consumo de 40 ml/min com 2000 rpm, e que apenas em rotações baixas, o consumo de combustível aumentou.

Trabalhando com rotações baixas, 800 rpm, e utilizando o filtro original, o consumo foi de 10,84 ml/min, utilizando o filtro paralelo o consumo de combustível subiu para 13 ml/min, um aumento de 20% no consumo em relação à utilização do filtro original. Sabe-se que na faixa de rotação, o motor está funcionando sem aceleração, ou popularmente dito, ele está em ponto morto, nesta faixa o motor trabalha com o mínimo de suprimentos possível. Neste ponto o filtro paralelo permitiu a entrada de um volume maior de ar no motor causando assim mais consumo de combustível. Já o filtro de ar original ofereceu uma economia de combustível em relação ao filtro paralelo.

Em relação à análise de vibração, foi retirada a média dos resultados coletados e as mesmas estão dispostas nas Tabelas 2, 3 e 4 a seguir.

TABELA 2 – Média dos resultados obtidos na análise de vibração com motor trabalhando com uma rotação de 800 rpm a cada 60s.

Rotação (800 rpm)						
Leituras	Filtro Original			Filtro Paralelo		
	Eixo X	Eixo Y	Eixo Z	Eixo X	Eixo Y	Eixo Z
L 1	-1,91	-1,39	0,70	-1,48	-0,86	0,65
L 2	-1,50	-0,11	0,66	-1,73	-0,87	0,68
L 3	-1,10	-0,37	0,54	-1,49	1,50	0,72
L 4	-1,45	-0,37	0,56	-1,18	0,34	0,66
L 5	-1,20	-0,09	0,47	-1,16	0,16	0,55
L 6	-1,85	-1,04	0,70	-2,00	-0,60	0,65
L 7	-1,59	-0,87	0,54	-1,21	0,19	0,87
L 8	-1,41	-0,27	0,66	-0,91	0,93	0,86
L 9	-1,13	-1,33	0,74	-1,25	-0,07	0,61
L 10	-1,56	-0,68	0,69	-0,88	-0,74	0,57
L 11	-1,24	-0,59	0,55	-1,17	-0,80	0,59
L 12	-1,71	0,21	0,58	-1,04	-0,82	0,70
L 13	-1,84	-2,00	0,51	-1,33	-1,55	0,74
L 14	-1,25	0,28	0,59	-1,06	-0,69	0,63
L 15	-1,65	-0,54	0,44	-1,27	0,09	0,70

Fonte: Haleff Ferreira Carvalho (2016)

TABELA 3 – Média dos resultados obtidos na análise de vibração com motor trabalhando com uma rotação de 1400 rpm a cada 60s.

Rotação (1400 rpm)						
Leituras	Filtro Original			Filtro Paralelo		
	Eixo X	Eixo Y	Eixo Z	Eixo X	Eixo Y	Eixo Z
L 1	-0,23	1,12	0,46	-1,43	-0,77	0,47
L 2	-1,47	1,50	0,81	-1,39	-0,09	0,56
L 3	-2,00	-0,69	0,42	-1,16	-0,27	0,66
L 4	-1,05	-0,85	0,63	-2,00	0,14	0,80
L 5	-1,45	-2,00	-0,12	-1,70	-0,90	0,64

L 6	-0,89	-0,50	0,78	-1,35	-0,43	0,65
L 7	-2,00	0,16	0,56	-0,89	-0,24	0,75
L 8	-1,19	0,00	0,56	-2,00	-0,56	0,58
L 9	-0,89	-0,76	0,74	-1,27	0,16	0,57
L 10	-1,61	-0,45	0,64	-1,17	-0,52	0,55
L 11	-0,98	-0,55	0,68	-1,28	-0,58	0,60
L 12	-0,80	0,09	0,80	-1,40	-0,01	0,63
L 13	-1,37	-0,27	0,60	-1,30	0,09	0,63
L 14	-1,70	0,42	0,65	-1,61	-2,00	0,45
L 15	-0,95	-0,81	0,67	-1,48	-0,24	0,65

Fonte: Haleff Ferreira Carvalho (2016)

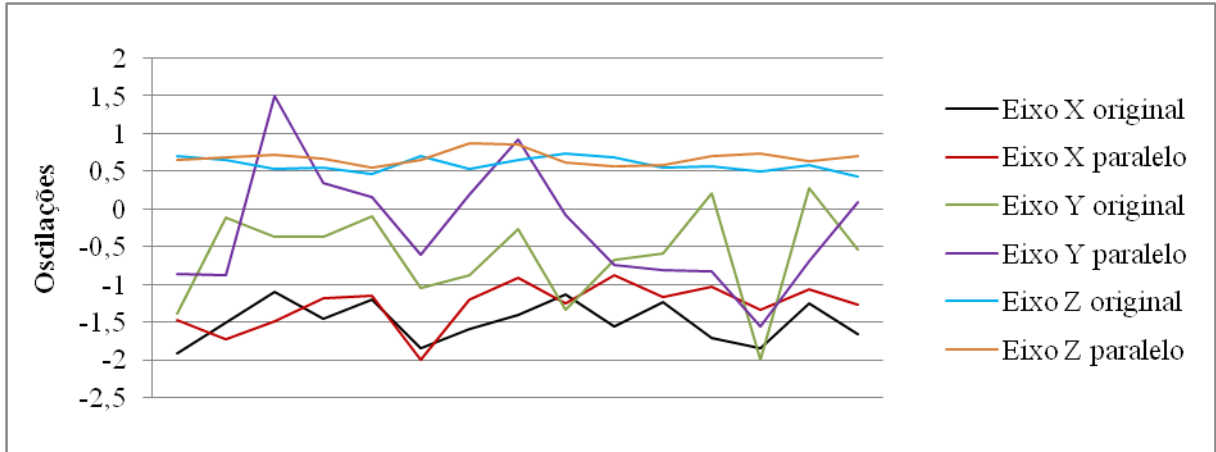
TABELA 4 – Média dos resultados obtidos na análise de vibração com motor trabalhando com uma rotação de 2000 rpm a cada 60s.

Leituras	Rotação (2000 rpm)					
	Filtro Original			Filtro Paralelo		
	Eixo X	Eixo Y	Eixo Z	Eixo X	Eixo Y	Eixo Z
L 1	-2	1,66	2	0,68	2	0,29
L 2	-0,36	-0,38	1,23	-2,00	-2,00	-2,00
L 3	-0,78	-1,44	0,50	-1,18	0,22	0,77
L 4	-2,00	1,68	1,90	-2,00	-2,00	-1,91
L 5	0,26	0,00	0,41	-0,98	-2,00	0,67
L 6	-1,97	0,32	0,54	-0,49	-0,28	-0,02
L 7	-2,00	-2,00	0,85	-2,00	0,36	0,58
L 8	-0,38	-2,00	0,50	-1,29	-0,06	0,80
L 9	-1,75	0,03	0,98	-1,48	-0,85	0,91
L 10	-0,32	-0,88	0,64	-0,67	-1,64	0,63
L 11	-2,00	-2,00	-0,84	-2,00	1,54	0,85
L 12	-1,07	-0,45	0,83	-0,74	-0,51	0,11
L 13	-0,38	0,34	0,54	-0,50	-0,91	0,60
L 14	-0,52	0,66	0,60	-0,68	0,49	0,49
L 15	-2,00	-2,00	0,14	-0,47	1,48	0,11

Fonte: Haleff Ferreira Carvalho (2016)

Os resultados descritos nas tabelas 2, 3 e 4 estão dispostos nos gráficos 2, 3 e 4 respectivamente.

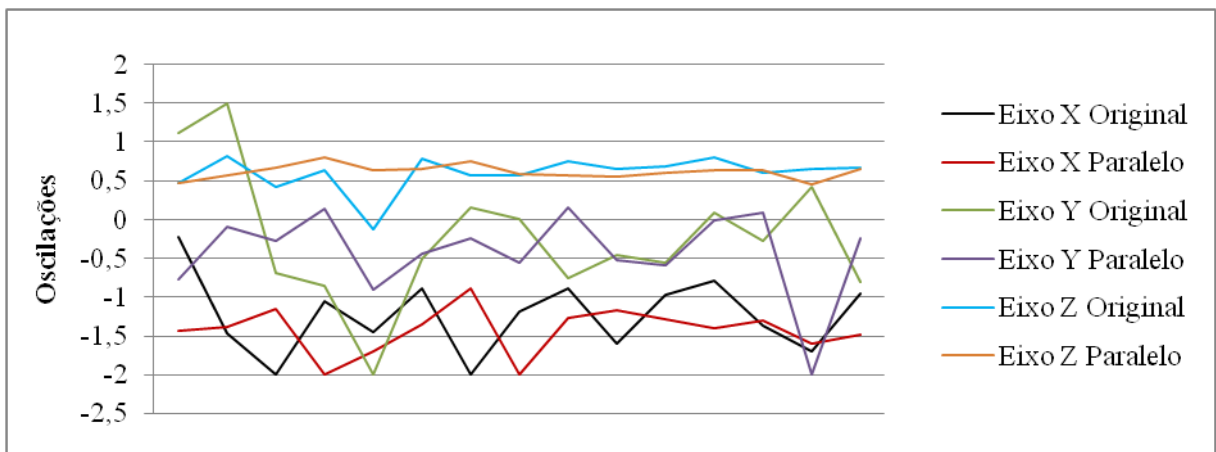
GRÁFICO 2 – Oscilações obtidas na análise de vibrações com rotações de 800 rpm, resultados extraídos da tabela 2.



Fonte: Haleff Ferreira Carvalho (2016)

O Gráfico 2 representa as oscilações nos eixos X, Y e Z, obtidas nos testes de análise de vibrações com rotações de 800 rpm, observa-se que não houve uma diferença discrepante na relação da utilização do filtro de ar original ou paralelo, o filtro paralelo obteve picos maiores, como pode-se observar no “Eixo Y paralelo”, porém no “Eixo Y original” houve a mesma inconstância, mas com picos um pouco menores. No eixo X, em relação ao uso do filtro de ar original ou paralelo, observa-se pouca oscilação, notam-se picos e variações similares. O eixo Z foi o que mostrou mais estabilidade, com poucas oscilações, tanto no uso do filtro de ar original ou paralelo.

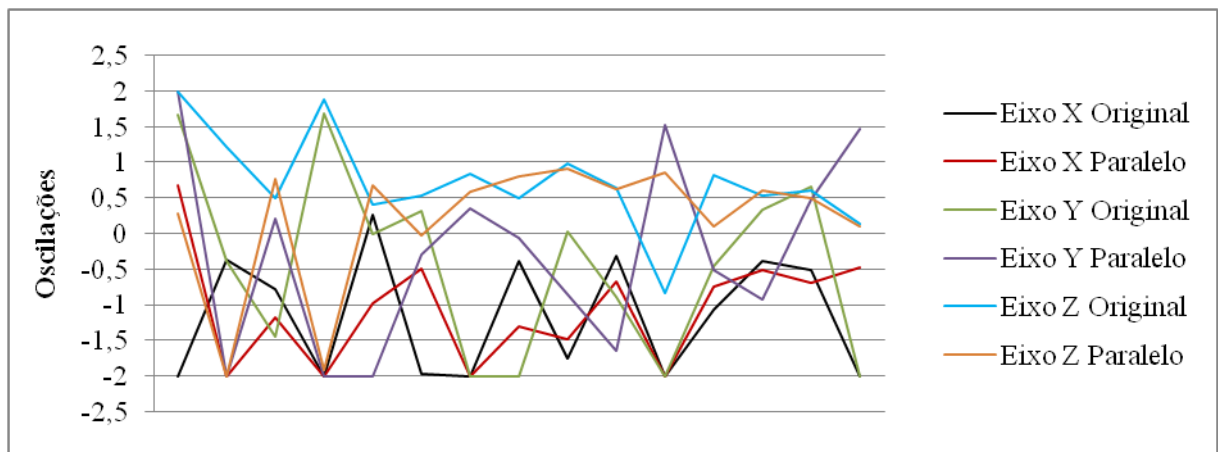
GRÁFICO 3 – Oscilações obtidas na análise de vibrações com rotações de 1400 rpm, resultados extraídos da tabela 3.



Fonte: Haleff Ferreira Carvalho (2016)

O Gráfico 3 representa as oscilações nos eixos X, Y e Z, obtidas nos teste de análise de vibrações com rotações de 1400 rpm. Ao contrário do que aconteceu no Gráfico 2, o Gráfico 3 mostrou que o “Eixo Y Original” obteve maiores picos e variações de vibrações, porém o “Eixo Y paralelo” mostrou a mesma inconstância durante os testes, mas com poucas variações. O eixo X se mostrou com um pouco mais de variação nas oscilações quando se aumentou a rotação de 800 rpm para 1400 rpm, principalmente no uso do filtro de ar original. No eixo Y notam-se alguns picos de vibração, mas ainda se mantém com maior estabilidade que os demais eixos, neste caso, o filtro paralelo obteve uma maior constância de variações do que o filtro original.

GRÁFICO 4 – Oscilações obtidas na análise de vibrações com rotações de 2000 rpm, resultados extraídos da tabela 4.



Fonte: Haleff Ferreira Carvalho (2016)

O Gráfico 4 representa as oscilações nos eixos X, Y e Z, obtidas nos teste de análise de vibrações com rotações de 2000 rpm. Pode-se observar no Gráfico 4 que em altas rotações o motor oscila bastante. A análise revelou que no eixo Y houve grandes picos e variações de vibração pouco constantes, o eixo Y é o que sofre mais vibrações. Diferente das análises que revelaram que em rotações baixas e médias o eixo Z era o mais estável, com altas rotações o eixo Z sofre picos e variações bem maiores, tornando-se instável principalmente quando utilizado o filtro de ar paralelo, porém quando utilizado o filtro de ar original o eixo Z mostrou picos de variações menores. Da mesma forma o eixo X também sofre grandes picos e variações de vibrações, tanto quando utilizado o filtro de ar original ou o filtro de ar paralelo.

4. CONCLUSÕES

Como já observado, o consumo de combustível se eleva de acordo com o aumento da rotação do motor, porém, nota-se que esse aumento no consumo não é linear quando se relaciona com a rotação mencionada, em rotações baixas o motor consome cerca de até 13 ml/min, e quando está trabalhando com rotações médias, na casa dos 1400 rpm, o consumo de combustível sobe para 20 ml/min; Ao elevar a rotação do motor para 2000 rpm, o consumo de combustível dobra, chegando a 40 ml/min.

Comparando o consumo de combustível com a qualidade do filtro de ar utilizado, seja ele original ou paralelo, sabe-se que o filtro de ar paralelo possui uma qualidade inferior ao filtro original, o filtro de ar original foi o que ofereceu um desempenho melhor, enquanto o paralelo obteve 20% a mais no consumo de combustível em relação ao filtro original, porém essa diferença apenas se mostrou quando o motor trabalhava com baixas rotações, 800 rpm. Em rotações médias, na casa de 1400 rpm e rotações altas, 2000 rpm, o consumo foi rigorosamente igual nos testes feitos, independentemente do filtro utilizado, original ou paralelo, em rotações médias e altas, o desempenho do motor foi de 20 ml/min e 40 ml/min respectivamente. Levando em conta um motor automotivo, que foi o utilizado na realização dos testes, na maioria do seu tempo de vida trabalha com rotações médias e altas, é seguro dizer que o filtro de ar, seja ele original ou paralelo, tem uma influência muito pequena no desempenho do motor em consumo de combustível, quase imperceptível em curto prazo, mas que pode ser notado em longo prazo.

Quanto à vibração do motor, verificou-se que no geral, aumentando-se a rotação do motor aumenta-se a vibração tanto quando utilizado o filtro de ar original ou filtro de ar paralelo e que a utilização deles não afeta diretamente na vibração do motor. O motor tem comportamento similar utilizando ambos os filtros nas rotações estipuladas de 800, 1400 e 2000 rpm.

Uma vez que os efeitos de se utilizar o filtro de ar original ou paralelo foram mínimos, tanto em consumo de combustível quanto na causa de vibração do motor, fica então a responsabilidade para o proprietário do veículo automotor decidir qual filtro utilizar.

***VIBRATION AND PERFORMANCE ANALYSIS OF A 4T DIESEL
ENGINE ALTERNATING THE AIR FILTER BETWEEN ORIGINAL AND
PARALLEL***

ABSTRACT

The use of internal combustion engines is very extensive, they are used in land transport as in light, heavy and locomotive vehicles, are used in water transport in small and large vessels and are used in air transport. Today diesel engines are the most used in the national fleet and also worldwide. It is known that today the ambient air we breathe is increasingly contaminated with pollution, because it can be said that internal combustion engines also breathe the same polluted air, due to this, the air filtration in engines Internal combustion becomes very important for its longevity. The so-called air filter element is intended to retain impurities in the air even before air is admitted into the engine. Every air filter has a service life, pre-determined by the manufacturer, the exchange of the dry air filter must be made periodically, the time of each filter in service will depend on the environment in which the engine is allocated, clearly if the environment is conducive To various impurities in the air the filter change must be performed more frequently. With the filtered air the combustion of the air-fuel mixture is more effective making the engine more efficient in several respects. This work aimed to analyze the performance in fuel consumption using the original air filter or using the parallel air filter and also to analyze the variation of the vibrations in the motor in the use of both. Measuring fuel consumption in ml / min because the engine is allocated on a bench at UNIRV's Faculty of Mechanical Engineering, it was compared if the parallel filter makes engine performance inferior to the same using the original air filter in several Rhythms of work. Using an accelerometer sensor and an Arduino board coupled to a computer, data were collected regarding the vibration of the motor, whether the original or parallel filter was used. Note that at higher revs, fuel consumption performance and engine vibrations are independent of the type of air filter used.

Keywords: Admission system. Internal combustion engine. Vibrations.

REFERÊNCIAS

- BEZERRA, Daniel Portela. **Estudo sobre os processos físicos envolvidos nos motores que utilizam como combustíveis óleos (Ciclo Diesel). Estudo sobre a viabilidade da “Ottonização” do ciclo Diesel.** 2007. 21 f. Monografia (Graduação) – Faculdade de Física, UCB – Universidade Católica de Brasília, Distrito Federal, 2007. [Orientador Professor Dr.: Paulo Henrique Alves Guimarães]. Disponível em:
<<https://www.ucb.br/sites/100/118/TCC/2%C2%BA2007/TCCDanielPortelaBezerra.pdf>>. Acesso em: 01/06/2016.
- BOCSH. Robert. **Manual de tecnologia automotiva.** 25.ed. São Paulo: Blucher, 2005.
- BRUNETTI. Franco. **Motores de combustão interna,** São Paulo: Blucher, Vol 01 e Vol 02, 2012.
- COSTA. Paulo G. **A bíblia do carro.** 244f. 2007. Disponível em:
<https://www.rastrum.com.br/dir_smb/manuais/automotivos/Mecanica%20Automotiva.PDF>. Acesso em 01/06/2016.
- DATASHEET. **AnalogDevices – ADXL345.** 2008Disponível em:
<<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/254714/AD/ADXL345.html>>. Acesso em: 29/05/2017.
- GONZÁLEZ. Roberto Díaz. Desenvolvimento de um protótipo analisador de vibração de baixo custo para uso em manutenção preditiva. 2014. 106p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.[Orientador prof Arcanjo Lenzi] Disponível em
em:<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/129200/328927.pdf?sequence=1&isAllowed=>. Acesso em: 30/05/2017.
- MARTINS. Jorge. **Motores de combustão interna.**4.ed. Porto: Publindústrias, Edições Técnicas, 2013.
- MC ROBERTS. Michael. **ArduinoBasico.** São Paulo: Novatec Editora, 2011.
- OLIVEIRA, Carlos Alexandre; ROSA, Andrea. **Motores de combustão interna – álcool e gasolina.** Santa Maria, CEP SENAI Roberto Barbosa Ribas, 2003. 116 p. il. Disponível em
<http://www.escolaelectra.com.br/alumni/biblioteca/Apostila_motores_de_combustao_interna.pdf>. Acesso em 01/06/2016.
- RAO. Singiresu S. **Vibrações Mecânicas.** 4.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.
- SOUZA. Valmir A. Nascimento. **Construção de uma bancada didática motor diesel para posterior análise de vibração com uso de diesel adulterado.** 2016. 17f. Monografia (Graduação) – Faculdade de Engenharia Mecânica, UNIRV – Universidade de Rio Verde, 2016. [Orientador prof.: Anderson Inácio Junqueira Junior].

TILLMANN. Carlos A. da Costa. **Motores de combustão interna e seus sistemas**. Pelotas: Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria ; Rede e-Tec Brasil, 2013. Disponível em

<http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos/ifsul/tecnico_biocombustivel/motores_combustao_interna_e_seus_sistemas.pdf>. Acesso em 05/05/2016.

VARELLA. Carlos A. A. **Sistemas auxiliares dos motores de combustão interna**. 35f.

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro 2012. Disponível em

<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/IT154_motores_e_tratores/Aulas/sistemas_auxiliares.pdf>. Acesso em 01/06/2016.

VARELLA. Carlos A. A.; SANTOS. Gilmar de S. **Noções básicas de motores diesel**. 45f.

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 1ª edição Rio de Janeiro, 2010. Disponível em

<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/IT154_motores_e_tratores/Literatura/No%20E7%F5es%20B%E1sicas%20de%20Motores%20Diesel.pdf>. Acesso em 01/06/2016.

ZOLIN. Ivan. **Ensaio Mecânico e Análise de Falhas**. 3. ed. – Santa Maria : Universidade

Federal de Santa Maria : Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2010. Disponível em:

http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_ctrl_proc_indust/tec_autom_ind/ensaio_mec/161012_ens_mec_an_fal.pdf. Acesso em: 30/05/2017.