



**Universidade Federal de Santa Maria – UFSM  
Educação a Distância da UFSM – EAD  
Universidade Aberta do Brasil – UAB**

**Curso de Pós-Graduação em Eficiência Energética Aplicada aos  
Processos Produtivos**

**Polo: Quaraí**

**ANÁLISE DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE MOTORES  
AUTOMOTIVOS DE OITO E DEZESSEIS VÁLVULAS.**

GRZECA, Mauricio<sup>1</sup>

MICHELS, Ademar<sup>2</sup>

**RESUMO**

As indústrias automotivas estão investindo em novas tecnologias, no objetivo de tornar seus produtos mais competitivos. Uma alternativa utilizada para aumentar a potência dos automóveis é a utilização de motores com maior número de válvulas por cilindro de combustão. Motores com esta característica tendem a apresentar seu torque máximo em rotações mais elevadas, o que resulta em uma potência final maior. Analisando as características técnicas dos motores dos modelos de automóveis mais vendidos no país, percebe-se que os automóveis com quatro válvulas por cilindro apresentam um incremento de potência superior ao incremento de rotação do motor. Percebe-se também que o aumento de potência é maior em motores de maior cilindrada. Conclui-se que, em regime de potência máxima, os

---

<sup>1</sup> Engenheiro Mecânico. Universidade de Santa Maria, Santa Maria, RS

<sup>2</sup> Engenheiro Mecânico. Professor Orientador. Universidade de Santa Maria, Santa Maria, RS

motores que utilizam maior número de válvulas são mais eficientes, principalmente em cilindradas maiores.

**Palavras-chave:** Eficiência Energética. Motores. Válvulas.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Carvalho *et al* (2010), o panorama mundial exige que motores de combustão interna de automóveis atinjam altos níveis de eficiência com menores taxas de poluição. No intuito de melhorar o rendimento dos motores, as montadoras estão desenvolvendo e aplicando novas tecnologias em materiais e formas de funcionamento.

Para que o motor funcione corretamente, é necessário que ocorra a admissão do combustível (gasolina ou etanol) e do comburente (oxigênio do ar) (SOUZA, 2010). Após a combustão, o gás formado na queima deve ser expulso do motor. Estas duas funções são controladas pelas válvulas de admissão e escape, respectivamente.

Considerando que a maioria dos automóveis comercializados possuem quatro cilindros de combustão, e que cada cilindro possui uma válvula de admissão e uma válvula de escape, costuma-se dizer que estes motores são “8 válvulas”.

Uma das alternativas implementadas foi a produção de motores com maior número de válvulas por cilindro de combustão. Neste caso, são adotadas duas válvulas de admissão e duas válvulas de escape para cada cilindro, somando um total de “16 válvulas”.



Figura 1 – Comparação entre dois cabeçotes, um com oito válvulas (à esquerda) e outro com dezesseis válvulas (à direita).

Algumas montadoras utilizam esta alteração como oportunidade de marketing, associando o maior número de válvulas com uma potência maior. Vários veículos apresentam emblemas e adesivos (como o exemplo da próxima figura)

fixados nas laterais junto ao nome do modelo.



Figura 2 – Emblema de um veículo, enfatizando que o modelo possui 16 válvulas.

Para quantificar e qualificar as diferenças entre os dois tipos de motor, foram realizados estudos para comparar a eficiência energética de cada tipo de motor.

Conforme a reportagem da revista Quatro Rodas (EDITORA ABRIL, 2014), as montadoras com maior participação no mercado são: Fiat (20,55%), Chevrolet (17,65%), Volkswagen (16,86%), Ford (9,56%), Hyundai (7,29%), Renault (6,56%), Toyota (6,54%) e Honda (4,35%), que juntas totalizaram 90% dos automóveis vendidos até outubro de 2014.

Assim, foi realizada uma pesquisa nos sítios eletrônicos de cada montadora citada no parágrafo anterior. Foram consultados os dados técnicos apenas dos automóveis de passeio, modelos 2015, com motores de quatro cilindros e volume de cilindro (medida chamada de cilindradas) entre 1.0 e 2.0 litros, no qual formam um grupo maior de amostras.

Os modelos consultados foram os seguintes:

- Chevrolet: Celta, Classic, Onix, Prisma, Cobalt e Cruze.
- Fiat: Palio, Palio Fire, Siena, Grand Siena, Uno, Punto, Linea e Bravo.
- Ford: Ka, New Fiesta e Focus.
- Honda: Fit, City e Civic.
- Hyundai: HB20, i30 e Elantra.

- Renault: Clio, Sandero, Logan e Fluence.
- Toyota: Etios e Corolla.
- Volkswagen: Fox, Fox Bluemotion, Gol, Voyage, Polo e Jetta.

Estes modelos de automóveis formam a base de dados. Através das informações destes modelos serão feitas as análises.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Funcionamento de motores

De acordo com Brunetti (2012), motores de combustão interna são máquinas térmicas que tem a função de converter a energia química dos combustíveis em força motriz, através da combustão. Estes motores dividem-se em dois grandes grupos:

- Motores de Ciclo Otto: a ignição é produzida por uma centelha elétrica. Utiliza como combustíveis principais o etanol e/ou a gasolina.
- Motores de Ciclo Diesel, onde a queima do combustível (geralmente óleo diesel ou biodiesel) ocorre devido às altas pressões e temperaturas da câmara de combustão.

No Brasil, os veículos de passeio estão autorizados a utilizar apenas motores ciclo Otto de quatro tempos, pois motores movidos a óleo diesel emitem quantidades maiores de gases poluentes.

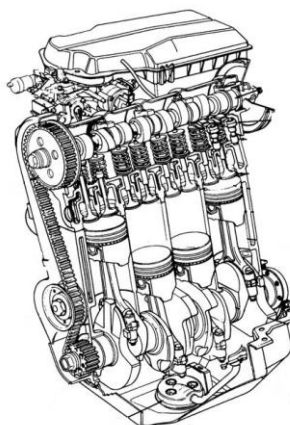


Figura 3 – Motor ciclo Otto, em corte. Fonte: Santos.

Conforme Souza (2004), este tipo de motor tem este nome em homenagem a Nikolaus Otto, que construiu o primeiro motor de ignição por centelha, no ano de 1876. As principais partes deste motor são:

- Bloco: corpo do motor, onde são usinados os cilindros e fixados os mancais da árvore de manivelas;

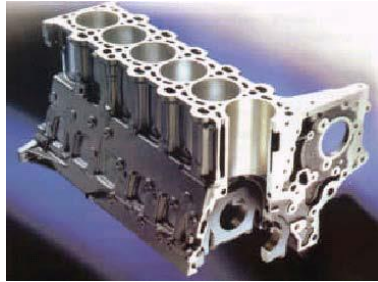


Figura 4 – Bloco de um motor. Fonte: Santos.

- Cabeçote: Corresponde a parte superior do motor, onde ficam as válvulas de admissão e escape (representado na figura 1).
- Cárter: espécie de bandeja, que serve como reservatório de óleo lubrificante, sendo fixado abaixo do bloco.
- Pistão e biela: o pistão (ou êmbolo) é a peça que fica alojada dentro do cilindro, recebendo a pressão da combustão e provocando um deslocamento retilíneo, e a biela converte este movimento retilíneo em circular, ligando o pistão à árvore de manivelas.

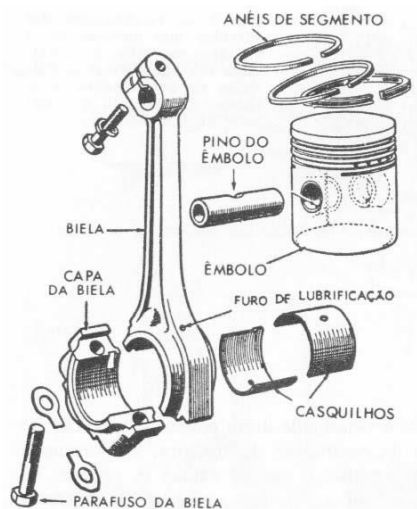


Figura 5 – Conjunto de pistão e biela. Fonte: Santos.

- **Árvore de manivelas:** também chamada de virabrequim ou girabrequim, é responsável por receber a energia de todas as bielas e mover os sistemas de transmissão (embreagem e caixa de câmbio) e sistemas auxiliares (ar condicionado, direção hidráulica, entre outros).
- **Válvulas e comando de válvulas:** o eixo de comando de válvulas tem a função de controlar a abertura e o fechamento de cada válvula, individualmente, no devido espaço de tempo, através de excêntricos (comes). Já as válvulas permitem o fluxo de entrada de ar e combustível e a saída dos gases de combustão. Para que o motor funcione, é necessário que haja pelo menos uma válvula de admissão e uma válvula de escape para cada cilindro.

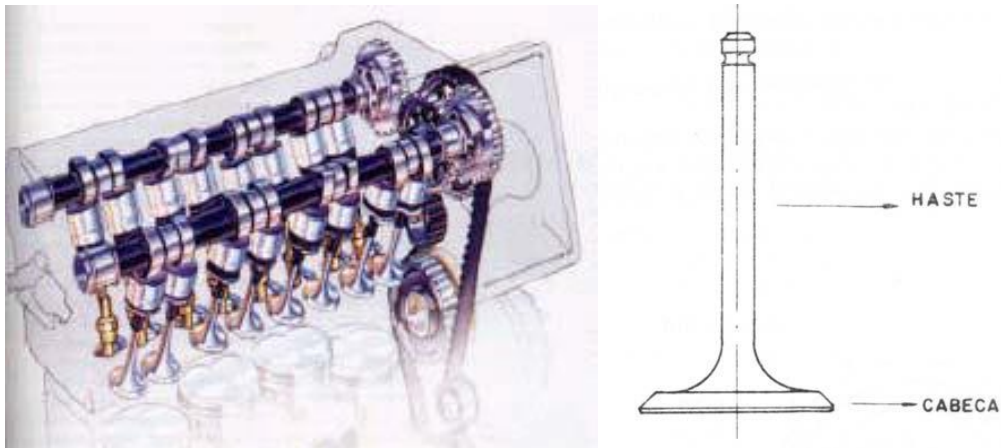


Figura 6 – À esquerda, os eixos de acionamento das válvulas e sua disposição no motor. À direita, o desenho de uma válvula e suas partes principais. Fonte: Santos.

Para a conversão de energia química em movimento, o motor possui quatro estágios principais, conforme a figura 7:

- **Admissão:** neste período, o pistão está descendo, e a válvula de admissão está aberta. A mistura de ar e combustível é aspirada para dentro do cilindro de combustão;
- **Compressão:** com todas as válvulas (admissão e escape) fechadas, ocorre a compressão da mistura, devido à diminuição do volume da câmara de combustão, provocada pela subida do pistão;
- **Expansão:** a mistura de ar e combustível explode, devido a uma centelha elétrica, provocando o deslocamento do pistão para baixo;
- **Escape:** a válvula de escape abre e os gases resultantes da queima

são expulsos da câmara de combustão devido ao deslocamento do pistão.

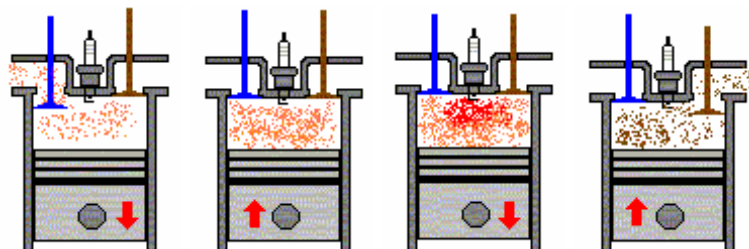


Figura 7 – Representação dos quatro tempos do motor. Fonte: Santos.

Segundo Souza (2004), o número de válvulas por cilindro influencia nas curvas de torque e potência de um motor. Um número maior de válvulas promove um melhor enchimento e esvaziamento do cilindro em rotações médias e altas. Porém, em baixas rotações, o efeito é contrário. Ocorre uma perda de eficiência do motor, causada pela redução da turbulência necessária à combustão.

Quando o motor possui quatro válvulas por cilindro, como é o caso de alguns motores de automóveis populares, há dois eixos de comando (como é mostrado na figura 6). Este é mais um ponto negativo, pois é necessário um esforço maior para vencer o atrito deste eixo e as molas de acionamento das válvulas extras.

O volume de combustível admitido pelo cilindro depende basicamente da rotação do motor (FERREIRA e LOPES; 2014). O fator de enchimento do cilindro (conhecido como rendimento volumétrico) fica na faixa de 85% a 90%, e é mais alto nas rotações onde se obtém o torque máximo do motor. Considerando que o motor esteja em aceleração máxima (sem restrição no fluxo de ar), pode-se dizer que a vazão de combustível que entra no motor é proporcional à rotação do motor.

## 2.2. Medição de torque e potência

A medição de torque e potência de um motor é realizada conforme a norma ABNT NBR 1585:1996, utilizando um equipamento específico, denominado dinamômetro (GESTEIRA, 2014). O procedimento pode ser realizado de duas maneiras: montar o motor em uma bancada e acoplar o volante do motor em uma célula dinamométrica, ou posicionar o veículo sobre rolos inerciais, em um dinamômetro de chassi.

O valor do torque disponibilizado pelo motor é calculado conforme o tipo de dinamômetro da seguinte forma:

- Freio dinamométrico: uma alavanca acoplada a uma célula de carga tenta frear o motor. Para o cálculo, utiliza-se a seguinte equação:

$$T = F \cdot L \text{ (equação 1).}$$

Sendo o torque “T” (Newtons metro, Nm) equivalente ao produto da força “F” medida na célula de carga (Newtons, N) e do comprimento “L” (metros, m) da alavanca.

- Dinamômetro de inércia: neste caso, são utilizados cilindros de massas inerciais conhecidas, que são acoplados ao motor ou às rodas do veículo. Ao movimentar o conjunto, obtém-se uma velocidade angular. O cálculo do torque se dá com a seguinte fórmula:

$$T = I \cdot \alpha \text{ (equação 2).}$$

Onde o torque “T” (Newtons metro, Nm) será igual ao produto do momento de inércia “I” (quilograma metro quadrado, kg.m<sup>2</sup>) e da velocidade angular “α” (radianos por segundo quadrado, rad/s<sup>2</sup>).

A potência disponibilizada pelo motor, que foi dissipada pelo dinamômetro, é medida pela seguinte fórmula:

$$P = T \cdot 2\pi \cdot N \text{ (equação 3).}$$

Onde “P” equivale a potência (Watts, W), “T” equivale ao torque (Nm), e “N” equivale a frequência de rotação do motor (Hertz, Hz). Para os automóveis, costuma-se medir a potência em cavalos-vapor (cv), sendo que 01 cv corresponde a 736 Watts.

### **2.3. Programa Brasileiro de Etiquetagem**

No país, há o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), aplicado há alguns anos para equipamentos elétricos, mas que agora abrange também a área veicular. Este programa é regido pela Portaria Nº 391/2008, que se baseia no



cumprimento da ABNT NBR 7024:2010, que visa classificar os automóveis quanto à eficiência energética. Conforme a cartilha do INMETRO (2014), os veículos recebem uma classificação conforme o consumo de combustível, medido em quilômetros percorridos com um litro de combustível (km/l).

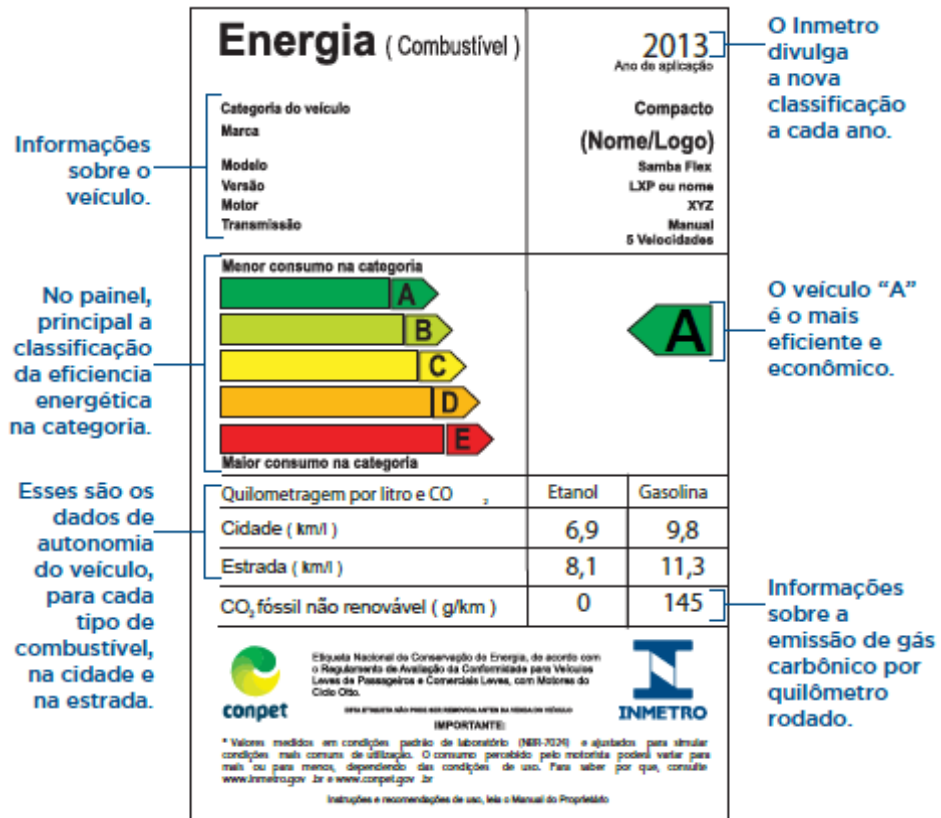


Figura 8 – Etiqueta atribuída aos veículos (INMETRO, 2014).

Esta etiquetagem leva em consideração os valores informados pelas montadoras dos veículos, que realizam as medições de consumo conforme a norma ABNT NBR 6601:2012. Conforme esta norma, os testes são realizados em um local com temperatura controlada, através de um dinamômetro de chassi que simula algumas variações de velocidade do veículo (como partidas e paradas) e condições de velocidade constante (trânsito em rodovias). Ainda está previsto na norma uma tolerância de até 20% nos resultados entre um teste e outro. Devido a estes fatos, pode haver discrepâncias entre o consumo de veículos similares produzidos por fábricas diferentes, e discrepâncias também nos valores encontrados por motoristas no dia-a-dia.

## 2.4. Relação entre potência e eficiência energética

Um motor de combustão interna é uma máquina que converte a energia química do combustível em trabalho mecânico (movimento). Conforme Carvalho (2011), a eficiência de um motor é medida através da relação entre a energia disponibilizada (potência do motor) e a energia consumida (fluxo de entrada de combustível). A equação abaixo representa o cálculo.

$$\eta = P / (Q \cdot PC) \text{ (equação 4).}$$

Sendo “ $\eta$ ” igual ao rendimento ou eficiência, “ $P$ ” corresponde à potência do motor, “ $Q$ ” corresponde à vazão mássica de combustível que entra no motor e “ $PC$ ” equivale ao poder calorífico do combustível utilizado.

Desta forma, comparando-se dois motores similares, pode se dizer que o motor de maior eficiência energética será aquele que entrega uma potência maior, com menor vazão de entrada de combustível.

## 3. OBJETIVOS

### 3.1. Objetivo geral

O objetivo geral do estudo é definir as diferenças de eficiência energética entre motores de oito e motores de dezesseis válvulas, que equipam os veículos mais vendidos no Brasil, considerando que:

- Motores de dezesseis válvulas tendem a trabalhar melhor em rotações mais elevadas (SOUZA, 2004);
- A vazão de entrada de combustível no motor é proporcional à rotação do mesmo (FERREIRA e LOPES, 2014);
- A eficiência energética do motor depende da potência disponibilizada e da vazão de entrada de combustível (CARVALHO, 2011).

### 3.2. Objetivos específicos

- Quantificar a diferença de torque e potência médios entre motores de diferentes cilindradas;
- Quantificar as diferenças de rotações entre os motores;
- Verificar a correlação entre potência e rotação do motor.

## 4. METODOLOGIA

Para efetuar as comparações, serão pesquisados os dados técnicos dos veículos mais presentes no trânsito, ou seja, quais os veículos mais vendidos.

Após a criação do banco de dados, os mesmos serão agrupados por modelos, cilindradas e número de válvulas. A partir de tabelas e gráficos, será possível avaliar as diferenças técnicas entre os motores, e identificar os percentuais de variação de potência e rotação.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segue abaixo a tabela com os dados para interpretação posterior.

Tabela 1 – Dados coletados nos sítios eletrônicos das montadoras.

Modelos	Cilindrada (l)	Número de válvulas	Combustível	Torque máx.		Potência máx.	
				(Nm)	(RPM)	(cv)	(RPM)
Celta, Classic	1.0	8	Etanol	95	5200	78	6400
Onix, Prisma	1.0	8	Etanol	96	5200	80	6400
Celta, Classic	1.0	8	Gasolina	93	5200	77	6400
Onix, Prisma	1.0	8	Gasolina	93	5200	78	6400
Cobalt	1.8	8	Etanol	168	3200	108	5400
Cruze	1.8	16	Etanol	185	3800	144	6300
Cobalt	1.8	8	Gasolina	161	3200	106	5400
Cruze	1.8	16	Gasolina	175	3800	140	6300
Palio Fire, Siena	1.0	8	Etanol	97	4500	75	6250
Uno, Palio	1.0	8	Etanol	97	3500	75	6250
Palio Fire, Siena	1.0	8	Gasolina	93	4500	73	6250
Uno, Palio	1.0	8	Gasolina	93	3500	73	6250
Punto, Palio, Grand Siena	1.6	16	Etanol	165	4500	117	5500
Punto, Palio, Grand Siena	1.6	16	Gasolina	159	4500	115	5500
Bravo, Punto, Linea	1.8	16	Etanol	185	4500	132	5250

Tabela 1 – Dados coletados nos sítios eletrônicos das montadoras (continuação).

Modelos	Cilindrada (l)	Número de válvulas	Combustível	Torque máx.		Potência máx.	
				(Nm)	(RPM)	(cv)	(RPM)
Bravo, Punto, Linea	1.8	16	Gasolina	180	4500	130	5250
Focus	1.6	16	Etanol	164	3000	135	6500
New Fiesta	1.6	16	Etanol	157	5000	130	6500
Focus	1.6	16	Gasolina	159	3000	131	6500
New Fiesta	1.6	16	Gasolina	151	5000	125	6500
Focus	2.0	16	Etanol	221	4500	178	6500
Focus	2.0	16	Gasolina	211	4500	175	6500
Civic	1.8	16	Etanol	173	5000	140	6500
Civic	1.8	16	Gasolina	172	4600	139	6200
Civic	2.0	16	Etanol	191	4800	155	6300
Civic	2.0	16	Gasolina	189	4700	150	6300
HB20	1.6	16	Etanol	162	5000	128	6000
HB20	1.6	16	Gasolina	157	4500	122	6000
I30	1.8	16	Gasolina	178	4700	150	6500
Elantra	2.0	16	Etanol	214	4700	178	6200
Elantra	2.0	16	Gasolina	200	4800	169	6200
Clio, Logan, Sandero	1.0	16	Etanol	103	4250	80	5750
Clio, Logan, Sandero	1.0	16	Gasolina	99	4250	77	5750
Logan, Sandero	1.6	8	Etanol	152	2850	106	5250
Logan, Sandero	1.6	8	Gasolina	142	2850	98	5250
Fluence	2.0	16	Etanol	199	3750	143	6000
Fluence	2.0	16	Gasolina	195	3750	140	6000
Corolla	1.8	16	Etanol	182	4800	144	6000
Corolla	2.0	16	Etanol	203	4800	154	5800
Fox, Gol, Voyage	1.0	8	Etanol	104	3850	76	5250
Fox, Gol, Voyage	1.0	8	Gasolina	95	3850	72	5250
Fox, Gol, Polo, Voyage	1.6	8	Etanol	153	2500	104	5250
Fox, Gol, Polo, Voyage	1.6	8	Gasolina	151	2500	101	5250
Jetta	2.0	8	Etanol	180	4000	120	5000
Jetta	2.0	8	Gasolina	173	4000	116	5000

Na tabela 1, estão os valores de cilindrada, número de válvulas, combustível, torque máximo, rotação de torque máximo, potência máxima e rotação de potência máxima. Algumas montadoras utilizam o mesmo modelo de motor para vários modelos. Por este motivo, alguns modelos foram agrupados na mesma linha.

Alguns modelos, com cilindradas menos usuais, não foram incluídos nas planilhas, pois apresentam somente um tipo de configuração, impedindo a

comparação. Os casos foram os seguintes:

- Motor de 1.3 litros: apenas um modelo, com 16 válvulas, aplicado no veículo modelo Etios, da Toyota;
- Motor de 1.4 litros: total de três modelos diferentes, que equipam Cobalt, Onix e Prisma, da Chevrolet; e modelos populares da Fiat (Uno, Punto, Palio, Siena e Grand Siena); porém todos estes possuem 08 válvulas.
- Motor de 1.5 litros: equipa os veículos Ka, New Fiesta (Ford), City, Fit (Honda) e Etios (Toyota), sendo todos estes com 16 válvulas.

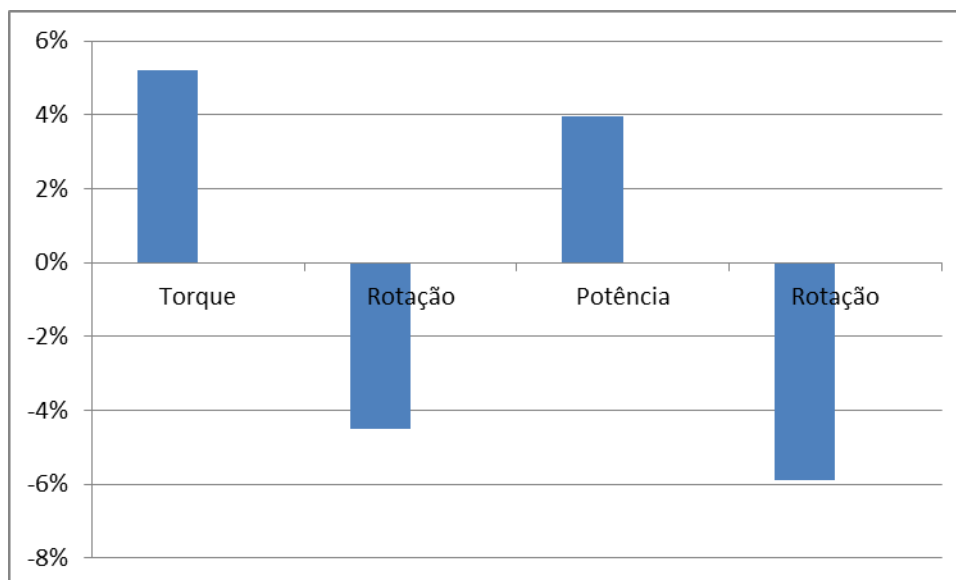
Desta forma, foram analisados os dados dos veículos com cilindradas de 1.0; 1.6; 1.8 e 2.0 litros. Os dados foram agrupados conforme a cilindrada e o número de válvulas, para facilitar a análise. Foram calculadas as médias de torque máximo e potência máxima para cada grupo de dados. Os resultados estão na tabela 2 e nos gráficos seguintes.

Tabela 2 – Média por grupo.

Cilindrada	Válvulas	Torque máx. médio		Potência máx. média	
		Nm	RPM	cv	RPM
1.0	8	96	4450	76	6110
1.0	16	101	4250	79	5750
1.6	8	149	2675	102	5250
1.6	16	159	4312	125	6125
1.8	8	164	3200	107	5400
1.8	16	179	4462	140	6037
2.0	8	176	4000	118	5000
2.0	16	203	4478	160	6200

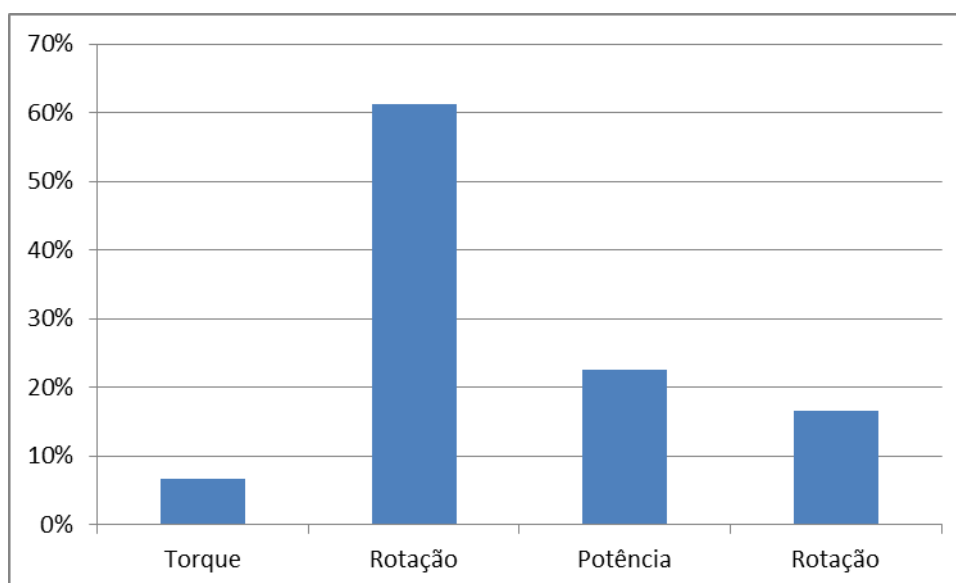
Pode-se perceber que há um aumento de torque e potência em motores de 16 válvulas, exceto no motor 1.0 litros, onde praticamente não houve diferença. A seguir estão os gráficos para cada cilindrada.

Gráfico 1 – Variações de torque, potência e as respectivas rotações para motores 1.0 litro.



No caso dos motores de menor cilindrada (1.0 litro), o aumento de torque e potência foi muito baixo (5% e 4%, respectivamente). A rotação onde são obtidos estes valores diminuiu, contrariando as teorias expostas. Mesmo assim, o uso mais válvulas nestes motores traz um benefício considerável (mais potência com menos consumo).

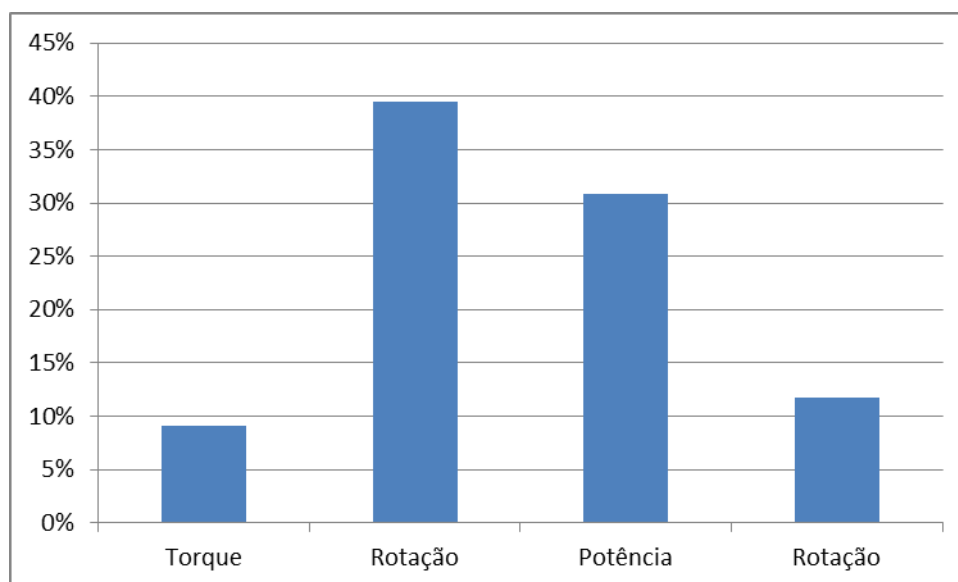
Gráfico 2 – Variações de torque, potência e as respectivas rotações para motores 1.6 litros.



Para os motores maiores, as diferenças são mais visíveis. Aumentando o número de válvulas, o torque aumentou 7%, e a faixa de rotação onde este é obtido

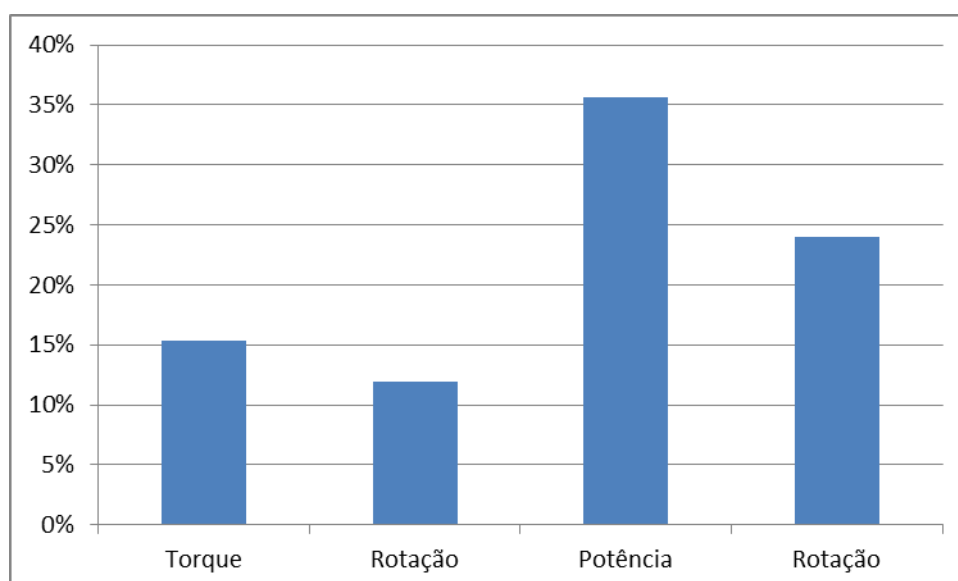
aumentou 61%. O valor médio de potência máxima dos motores aumentou 23%, enquanto a faixa de rotação aumentou 17%.

Gráfico 3 – Variações de torque, potência e as respectivas rotações para motores 1.8 litros.



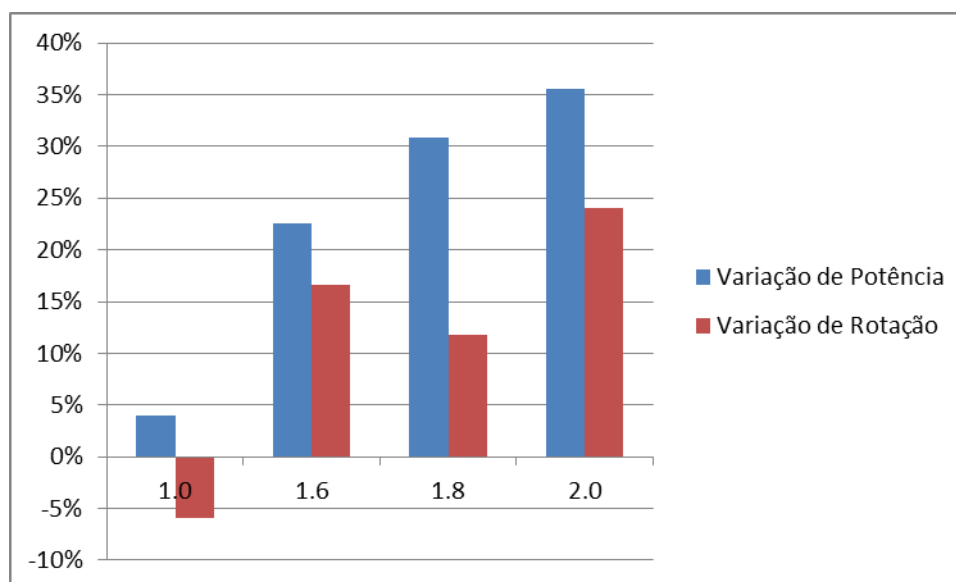
No caso de motores de 1.8 litros, o aumento de torque foi de 9%, e a rotação em que é obtido o torque máximo aumentou 39%. Para a potência, o valor médio aumentou 31%, obtido em uma rotação 12% maior nos motores de dezesseis válvulas.

Gráfico 4 – Variações de torque, potência e as respectivas rotações para motores 2.0 litros.



Nos motores de 2.0 litros houve o maior aumento de torque e potência (15% e 36%, respectivamente). A faixa de rotação aumentou 12% para obtenção do torque máximo e 24% para obtenção da potência máxima.

Gráfico 5 – Variação de potência e rotação conforme a cilindrada.



Conforme o gráfico acima, pode-se notar que para todas as cilindradas há aumento de potência, e este aumento é superior ao aumento de rotação (vazão de entrada de combustível). Logo, o aumento do número de válvulas do motor os torna mais eficientes.

## 6. CONCLUSÕES

De acordo com as tabelas e gráficos apresentados, os motores de dezesseis válvulas de cilindradas mais altas (acima de 1.6 litros) apresentam maior eficiência energética, pois o incremento de potência é superior ao incremento de rotação, visto que a injeção de combustível é praticamente proporcional à rotação do motor.

Este fato confirma o que está descrito no referencial teórico. Um número maior de válvulas de alimentação de um motor indica, de modo geral, que este motor pode trabalhar com um fluxo maior de ar, combustível e gases. Isto ocorre devido às áreas transversais ao deslocamento de ar serem maiores. Desta forma, o motor tem capacidade de trabalhar em rotações maiores, apresentando menores perdas de potência devido à turbulência no sistema de admissão de ar.



Baseando-se nesta condição, os fabricantes de automóveis de passeio passaram a investir em motores de dezesseis válvulas. Entre os veículos pesquisados, 62% deles possuem esta configuração. Esta medida visa aproveitar os avanços tecnológicos e de materiais para que motores possam trabalhar em velocidades (rotações) mais elevadas.

Buscando atender aos objetivos específicos, a análise do agrupamento dos veículos conforme a cilindrada (1.0, 1.6, 1.8 e 2.0 litros) e a quantidade de válvulas (oito ou dezesseis) permitiu conhecer as seguintes situações:

- O torque e a potência são maiores em motores de dezesseis válvulas;
- As faixas de rotação onde são encontrados a potência e o torque máximos aumentam consideravelmente em motores de dezesseis válvulas, exceto nos motores 1.0 litro, onde houve um pequeno decréscimo na faixa de rotação;
- O aumento percentual de potência é maior que o aumento de rotação do motor.

Estes resultados indicam que, nas condições testadas, os motores de dezesseis válvulas são mais eficientes.

Motores apresentam o torque máximo onde há o maior rendimento volumétrico, sendo este obtido com a combinação otimizada de fluxo de ar e perdas de carga. Isto ocorre em rotações mais altas quando há dezesseis válvulas. Como a potência é definida pelo produto do torque pela frequência (rotação) do motor, logo há um incremento de potência.

As avaliações do Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular (PBE), proposto pelo INMETRO, não podem ser correlacionadas com os resultados deste trabalho. Há muitas diferenças nos métodos de avaliação. Enquanto a potência máxima de um veículo é medida em rotação máxima, a etiquetagem leva em consideração valores médios de consumo de combustível em testes de dinamômetro, onde o motor trabalha em variadas rotações, simulando condições de tráfego real. Devido a este motivo, motores de oito válvulas (menos eficientes) podem receber uma nota mais alta.

## 7. APÊNDICES

Tabela 3 – Fontes dos dados técnicos dos automóveis.

Marca	Modelo	Cilindrada (l)	Fonte
Fiat	Uno	1.0	<a href="http://www.fiat.com.br/carros/novo-uno.html">http://www.fiat.com.br/carros/novo-uno.html</a>
Fiat	Uno	1.4	<a href="http://www.fiat.com.br/carros/novo-uno.html#195A631">http://www.fiat.com.br/carros/novo-uno.html#195A631</a>
Fiat	Palio Fire	1.0	<a href="http://www.fiat.com.br/carros/novo-palio-fire.html">http://www.fiat.com.br/carros/novo-palio-fire.html</a>
Fiat	Bravo	1.8	<a href="http://bravo.fiat.com.br/#/versoes">http://bravo.fiat.com.br/#/versoes</a>
Fiat	Punto	1.4	<a href="http://punto.fiat.com.br/#/versoes">http://punto.fiat.com.br/#/versoes</a>
Fiat	Punto	1.6	<a href="http://punto.fiat.com.br/#/versoes">http://punto.fiat.com.br/#/versoes</a>
Fiat	Punto	1.8	<a href="http://punto.fiat.com.br/#/versoes">http://punto.fiat.com.br/#/versoes</a>
Fiat	Palio	1.0	<a href="http://palio.fiat.com.br/">http://palio.fiat.com.br/</a>
Fiat	Palio	1.4	<a href="http://palio.fiat.com.br/">http://palio.fiat.com.br/</a>
Fiat	Palio	1.6	<a href="http://palio.fiat.com.br/">http://palio.fiat.com.br/</a>
Fiat	Siena	1.0	<a href="http://sienael.fiat.com.br/#versoes">http://sienael.fiat.com.br/#versoes</a>
Fiat	Siena	1.4	<a href="http://sienael.fiat.com.br/#versoes">http://sienael.fiat.com.br/#versoes</a>
Fiat	Grand Siena	1.4	<a href="http://www.fiat.com.br/carros/grand-siena.html#1971630">http://www.fiat.com.br/carros/grand-siena.html#1971630</a>
Fiat	Grand Siena	1.6	<a href="http://www.fiat.com.br/carros/grand-siena.html#1971630">http://www.fiat.com.br/carros/grand-siena.html#1971630</a>
Fiat	Linea	1.8	<a href="http://www.fiat.com.br/carros/novo-linea-2015.html#1105BD1">http://www.fiat.com.br/carros/novo-linea-2015.html#1105BD1</a>
Volkswagen	Gol	1.0	<a href="http://www.vw.com.br/pt/carros/gol/versoes.s9_trimlevel_detail.suffix.html/gol-track~2Ftrack.html#/tab=00295331801920284350181a2182e388">http://www.vw.com.br/pt/carros/gol/versoes.s9_trimlevel_detail.suffix.html/gol-track~2Ftrack.html#/tab=00295331801920284350181a2182e388</a>
Volkswagen	Gol	1.6	<a href="http://www.vw.com.br/pt/carros/gol/versoes.s9_trimlevel_detail.suffix.html/gol-highline~2Fhighline.html#/tab=163803e87effbdaab221eb4d87fed86">http://www.vw.com.br/pt/carros/gol/versoes.s9_trimlevel_detail.suffix.html/gol-highline~2Fhighline.html#/tab=163803e87effbdaab221eb4d87fed86</a>
Volkswagen	Voyage	1.0	<a href="http://www.vw.com.br/pt/carros/voyage/versoes.s9_trimlevel_detail.suffix.html/voyage-comfortline~2Fcomfortline.html#/tab=3325696b49526a1a2a33d95b7f299077">http://www.vw.com.br/pt/carros/voyage/versoes.s9_trimlevel_detail.suffix.html/voyage-comfortline~2Fcomfortline.html#/tab=3325696b49526a1a2a33d95b7f299077</a>
Volkswagen	Voyage	1.6	<a href="http://www.vw.com.br/pt/carros/voyage/versoes.s9_trimlevel_detail.suffix.html/voyage-trendline~2Ftrendline.html#/tab=b942f6e004f6c0f821d23d7d912107ed">http://www.vw.com.br/pt/carros/voyage/versoes.s9_trimlevel_detail.suffix.html/voyage-trendline~2Ftrendline.html#/tab=b942f6e004f6c0f821d23d7d912107ed</a>
Volkswagen	Fox Bluemotion	1.0	<a href="http://www.vw.com.br/pt/carros/fox/Versoes.s9_trimlevel_detail.suffix.html/fox-bluemotion~2Fbluemotion-1-0.html#/tab=cecf6d6a4b6463ef0608158f9ba1b806">http://www.vw.com.br/pt/carros/fox/Versoes.s9_trimlevel_detail.suffix.html/fox-bluemotion~2Fbluemotion-1-0.html#/tab=cecf6d6a4b6463ef0608158f9ba1b806</a>

Tabela 3 – Fontes dos dados técnicos dos automóveis  
(continuação).

Marca	Modelo	Cilindrada (l)	Fonte
Volkswagen	Fox	1.0	<a href="http://www.vw.com.br/pt/carros/fox/Versoes.s9_trimlevel_detail.suffix.html/Trendline~2Ftrendline-1-0---1-6.html#/tab=79fec25580c1bd8be6c86d9c793e8639">http://www.vw.com.br/pt/carros/fox/Versoes.s9_trimlevel_detail.suffix.html/Trendline~2Ftrendline-1-0---1-6.html#/tab=79fec25580c1bd8be6c86d9c793e8639</a>
Volkswagen	Fox	1.6	<a href="http://www.vw.com.br/pt/carros/fox/Versoes.s9_trimlevel_detail.suffix.html/Comfortline~2Fcomfortline-1-0---1-6.html#/tab=b236accdfa1c8dde52756153c95cd921">http://www.vw.com.br/pt/carros/fox/Versoes.s9_trimlevel_detail.suffix.html/Comfortline~2Fcomfortline-1-0---1-6.html#/tab=b236accdfa1c8dde52756153c95cd921</a>
Volkswagen	Polo	1.6	<a href="http://www.vw.com.br/pt/carros/polo/versoes_s9_trimlevel_detail.suffix.html/polo~2F1-6.html#/tab=62b52450b9e659f67baf64b4ce29fa3d">http://www.vw.com.br/pt/carros/polo/versoes_s9_trimlevel_detail.suffix.html/polo~2F1-6.html#/tab=62b52450b9e659f67baf64b4ce29fa3d</a>
Volkswagen	Jetta	2.0	<a href="http://www.vw.com.br/pt/carros/jetta/versoes_s9_trimlevel_detail.suffix.html/jetta-comfortline~2Fcomfortline-2-0.html#/tab=ba8886131ca700e36002044ff2303346">http://www.vw.com.br/pt/carros/jetta/versoes_s9_trimlevel_detail.suffix.html/jetta-comfortline~2Fcomfortline-2-0.html#/tab=ba8886131ca700e36002044ff2303346</a>
Chevrolet	Celta	1.0	<a href="http://www.chevrolet.com.br/carros/celta-5-portas/ficha-tecnica.html">http://www.chevrolet.com.br/carros/celta-5-portas/ficha-tecnica.html</a>
Chevrolet	Onix	1.0	<a href="http://www.chevrolet.com.br/carros/onix/ficha-tecnica.config%3D10_spe4.html">http://www.chevrolet.com.br/carros/onix/ficha-tecnica.config%3D10_spe4.html</a>
Chevrolet	Onix	1.4	<a href="http://www.chevrolet.com.br/carros/onix/ficha-tecnica.config%3D14_spe4.html">http://www.chevrolet.com.br/carros/onix/ficha-tecnica.config%3D14_spe4.html</a>
Chevrolet	Classic	1.0	<a href="http://www.chevrolet.com.br/carros/classic/ficha-tecnica.html">http://www.chevrolet.com.br/carros/classic/ficha-tecnica.html</a>
Chevrolet	Prisma	1.0	<a href="http://www.chevrolet.com.br/carros/prisma/ficha-tecnica.config%3D10_econo_flex.html">http://www.chevrolet.com.br/carros/prisma/ficha-tecnica.config%3D10_econo_flex.html</a>
Chevrolet	Prisma	1.4	<a href="http://www.chevrolet.com.br/carros/prisma/ficha-tecnica.config%3D14_econo_flex.html">http://www.chevrolet.com.br/carros/prisma/ficha-tecnica.config%3D14_econo_flex.html</a>
Chevrolet	Cobalt	1.4	<a href="http://www.chevrolet.com.br/carros/cobalt/ficha-tecnica.html">http://www.chevrolet.com.br/carros/cobalt/ficha-tecnica.html</a>
Chevrolet	Cobalt	1.8	<a href="http://www.chevrolet.com.br/carros/cobalt/ficha-tecnica.config%3D18_econo_flex.html">http://www.chevrolet.com.br/carros/cobalt/ficha-tecnica.config%3D18_econo_flex.html</a>
Chevrolet	Cruze	1.8	<a href="http://www.chevrolet.com.br/carros/cruze/ficha-tecnica.html">http://www.chevrolet.com.br/carros/cruze/ficha-tecnica.html</a>
Ford	Ka	1.0	<a href="http://www.ford.com.br/carros/novo-ka/especificacoes/tecnicas">http://www.ford.com.br/carros/novo-ka/especificacoes/tecnicas</a>
Ford	Ka	1.5	<a href="http://www.ford.com.br/carros/novo-ka/especificacoes/tecnicas">http://www.ford.com.br/carros/novo-ka/especificacoes/tecnicas</a>
Ford	New Fiesta	1.5	<a href="http://www.ford.com.br/carros/new-fiesta-hatch/especificacoes/tecnicas">http://www.ford.com.br/carros/new-fiesta-hatch/especificacoes/tecnicas</a>

Tabela 3 – Fontes dos dados técnicos dos automóveis  
(continuação).

Marca	Modelo	Cilindrada (l)	Fonte
Ford	New Fiesta	1.6	<a href="http://www.ford.com.br/carros/new-fiesta-hatch/especificacoes/tecnicas">http://www.ford.com.br/carros/new-fiesta-hatch/especificacoes/tecnicas</a>
Ford	Focus	1.6	<a href="http://www.ford.com.br/carros/novo-focus-hatch/especificacoes/tecnicas">http://www.ford.com.br/carros/novo-focus-hatch/especificacoes/tecnicas</a>
Ford	Focus	2.0	<a href="http://www.ford.com.br/carros/novo-focus-hatch/especificacoes/tecnicas">http://www.ford.com.br/carros/novo-focus-hatch/especificacoes/tecnicas</a>
Hyundai	Elantra	2.0	<a href="http://www.hyundai-motor.com.br/especificacao.php?id=49">http://www.hyundai-motor.com.br/especificacao.php?id=49</a>
Hyundai	I30	1.8	<a href="http://www.hyundai-motor.com.br/especificacao.php?id=45#">http://www.hyundai-motor.com.br/especificacao.php?id=45#</a>
Hyundai	HB20	1.0	<a href="http://www.hyundai.com.br/pt/Showroom/Cars/HB20/PIP/index.html?utm_source=Hyundai-Motor&amp;utm_medium=Hyundai-Caoa&amp;utm_campaign=Link-Caoa">http://www.hyundai.com.br/pt/Showroom/Cars/HB20/PIP/index.html?utm_source=Hyundai-Motor&amp;utm_medium=Hyundai-Caoa&amp;utm_campaign=Link-Caoa</a>
Hyundai	HB20	1.6	<a href="http://www.hyundai.com.br/pt/Showroom/Cars/HB20/PIP/index.html?utm_source=Hyundai-Motor&amp;utm_medium=Hyundai-Caoa&amp;utm_campaign=Link-Caoa">http://www.hyundai.com.br/pt/Showroom/Cars/HB20/PIP/index.html?utm_source=Hyundai-Motor&amp;utm_medium=Hyundai-Caoa&amp;utm_campaign=Link-Caoa</a>
Renault	Clio	1.0	<a href="http://www.renault.com.br/media/veiculos/cliio/docs/attce897ac2aad54639b24b4bc6449d98d6/folheto-clio.pdf">http://www.renault.com.br/media/veiculos/cliio/docs/attce897ac2aad54639b24b4bc6449d98d6/folheto-clio.pdf</a>
Renault	Logan	1.0	<a href="http://www.renault.com.br/media/veiculos/logan/docs/attfa2590d1dcc94c72b849723911cee3b/bx_RM6614A_FolhetoLogan_agosto14_24p.pdf">http://www.renault.com.br/media/veiculos/logan/docs/attfa2590d1dcc94c72b849723911cee3b/bx_RM6614A_FolhetoLogan_agosto14_24p.pdf</a>
Renault	Logan	1.6	<a href="http://www.renault.com.br/media/veiculos/logan/docs/attfa2590d1dcc94c72b849723911cee3b/bx_RM6614A_FolhetoLogan_agosto14_24p.pdf">http://www.renault.com.br/media/veiculos/logan/docs/attfa2590d1dcc94c72b849723911cee3b/bx_RM6614A_FolhetoLogan_agosto14_24p.pdf</a>
Renault	Sandero	1.0	<a href="http://www.renault.com.br/media/veiculos/sandero/docs/atte79ee0cc9ca049a0b1321c1c81c1b318/bx_RM5614A_FolhetoSandero_24pg.pdf">http://www.renault.com.br/media/veiculos/sandero/docs/atte79ee0cc9ca049a0b1321c1c81c1b318/bx_RM5614A_FolhetoSandero_24pg.pdf</a>
Renault	Sandero	1.6	<a href="http://www.renault.com.br/media/veiculos/sandero/docs/atte79ee0cc9ca049a0b1321c1c81c1b318/bx_RM5614A_FolhetoSandero_24pg.pdf">http://www.renault.com.br/media/veiculos/sandero/docs/atte79ee0cc9ca049a0b1321c1c81c1b318/bx_RM5614A_FolhetoSandero_24pg.pdf</a>
Renault	Fluence	2.0	<a href="http://www.renault.com.br/media/veiculos/fluence/docs/attc069811ec5654835a9d5bda3bd220c38/catalogo-fluence-2014.pdf">http://www.renault.com.br/media/veiculos/fluence/docs/attc069811ec5654835a9d5bda3bd220c38/catalogo-fluence-2014.pdf</a>
Toyota	Etios	1.3	<a href="http://www.toyota.com.br/wp-content/uploads/2014/08/Catalogo_Etios.pdf">http://www.toyota.com.br/wp-content/uploads/2014/08/Catalogo_Etios.pdf</a>

Tabela 3 – Fontes dos dados técnicos dos automóveis  
(continuação).

Marca	Modelo	Cilindrada (l)	Fonte
Toyota	Etios	1.5	<a href="http://www.toyota.com.br/wp-content/uploads/2014/08/Catalogo_Etios.pdf">http://www.toyota.com.br/wp-content/uploads/2014/08/Catalogo_Etios.pdf</a>
Toyota	Corolla	1.8	<a href="http://www.toyota.com.br/wp-content/uploads/2014/08/Corolla-FMC_Cat%C3%A1logo_AF-2_26-06-2014.pdf">http://www.toyota.com.br/wp-content/uploads/2014/08/Corolla-FMC_Cat%C3%A1logo_AF-2_26-06-2014.pdf</a>
Toyota	Corolla	2.0	<a href="http://www.toyota.com.br/wp-content/uploads/2014/08/Corolla-FMC_Cat%C3%A1logo_AF-2_26-06-2014.pdf">http://www.toyota.com.br/wp-content/uploads/2014/08/Corolla-FMC_Cat%C3%A1logo_AF-2_26-06-2014.pdf</a>
Honda	Fit	1.5	<a href="http://www.honda.com.br/automoveis/Paginas/honda-fit-2015.aspx">http://www.honda.com.br/automoveis/Paginas/honda-fit-2015.aspx</a>
Honda	City	1.5	<a href="http://www.honda.com.br/automoveis/Paginas/city-2015.aspx">http://www.honda.com.br/automoveis/Paginas/city-2015.aspx</a>
Honda	Civic	1.8	<a href="http://www.honda.com.br/automoveis/Paginas/new-civic.aspx">http://www.honda.com.br/automoveis/Paginas/new-civic.aspx</a>
Honda	Civic	2.0	<a href="http://www.honda.com.br/automoveis/Paginas/new-civic.aspx">http://www.honda.com.br/automoveis/Paginas/new-civic.aspx</a>

## 8. REFERÊNCIAS

BRUNETTI, F. **Motores de Combustão Interna**. Volume I. Editora Blucher – 2012.

CARVALHO, M. A. S.; PAU, F. S.; TORRES, E. A. **Metodologia para o Estudo do Rendimento Termodinâmico de Motores de Combustão Interna Ciclo Otto**. VI Congresso Nacional de Engenharia Mecânica. Campina Grande, Paraíba, Brasil – 2010.

CARVALHO, M. A. S. **Avaliação de um Motor de Combustão Interna Ciclo Otto Utilizando Diferentes Tipos de Combustíveis**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. Salvador – 2011.

EDITORA ABRIL. **Revista Quatro Rodas – Carros mais vendidos no Brasil em 2014**. Disponível em <<http://quatorrodas.abril.com.br/autoservico/top50/2014.shtml>>. Visitado em 05/11/2014.

FERREIRA, J.V.; LOPES, G. S. **Análise Termodinâmica, Cinemática e Dinâmica de um Motor com Taxa de Compressão Variável**. XXII Simpósio Internacional de Engenharia Automotiva. 2014.

GESTEIRA, L. G. G. K. **Sistema de aquisição de dados baseado em LabVIEW para um dinamômetro de chassi**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. Salvador – 2014.

INMETRO (INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA). **Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular**. 2014. Disponível em <[http://www2.inmetro.gov.br/pbe/pdf/35135\\_cartpbe.pdf](http://www2.inmetro.gov.br/pbe/pdf/35135_cartpbe.pdf)>. Visitado em 12/11/2014.

SANTOS, A. M. **Introdução a Motores de Combustão Interna**. Apostila.

SOUZA, G. R. **Estudo Experimental e Numérico do Sistema de Admissão de um Motor de combustão Interna**. Tese de Doutorado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos – 2010.

SOUZA, S. G. **Um estudo sobre a Evolução das Câmaras de Combustão dos Motores Ciclo Otto à Gasolina e sua Aplicação ao Etanol Hidratado como Combustível Alternativo**. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos – 2004.