

ANÁLISE COMPARATIVA DE TORQUE E POTÊNCIA DE MOTORES DE BAIXA CILINDRADA ASPIRADO E TURBINADO

André Luiz Vicente de Carvalho, andrelvcarvalho@hotmail.com¹

Frederico Ghidetti Benevenutt, frederico_ghidetti_benevenutt@hotmail.com¹

Igor Gomes Azevêdo, igor_10_26@hotmail.com¹

¹ UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES - UCAM, Rua Anita Peçanha, 100, Campos dos Goytacazes-RJ

Resumo: Este trabalho tem como meta fazer o estudo dos parâmetros de um automóvel com motor de 999 cm³, analisando principalmente o seu torque e potência em duas condições: aspirado naturalmente e sobrealimentado por um turbocompressor, em um dinamômetro de rolo tipo inercial existente no laboratório de motores da Universidade Cândido Mendes em Campos dos Goytacazes-RJ. Foram selecionados dois veículos semelhantes, sendo um aspirado e o outro sobrealimentado. Posteriormente foram feitos os testes no dinamômetro, dos dois veículos. Uma comparação dos parâmetros, torque e potência, nas duas condições testadas é necessária para comprovar a vantagem da utilização da tecnologia de sobrealimentar em motores de combustão interna. Com base no estudo observa-se que o veículo sobrealimentado se mostrou viável tecnicamente, e se comparado com a versão aspirada o mesmo obteve 45% a mais de potência máxima, 42% a mais de potência média, uma redução de 27% na relação peso/potência e um aumento de torque de 92%.

Palavras-chave: sobrealimentação, dinamômetro de rolo, turbocompressor, potência e torque

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo discutir os principais parâmetros de um MCI (Motor de Combustão Interna), sendo um aspirado e outro sobrealimentado por um turbocompressor.

Todas as medições serão feitas por um dinamômetro de rolo tipo inercial, cuja principal função é medir a potência disponibilizada na roda e no motor do automóvel.

A tecnologia de sobrealimentar um MCI já é bastante conhecida no mundo, porém pouco difundida no Brasil. Este trabalho busca comprovar como esta tecnologia é mal aproveitada no cenário brasileiro, mesmo que exista um grande incentivo por parte do governo para o comércio de veículos com motores de baixa cilindrada. Dessa forma, os consumidores brasileiros optam em adquirir carros com altas cilindradas e potência relativamente baixa se for comparado a um carro sobrealimentado. O uso do turbocompressor acoplado ao motor ajudaria neste incentivo do governo.

2. OBJETIVO GERAL

Analisar torque e potência de um MCI de automóvel a ciclo Otto aspirado e quando sobrealimentado por um turbocompressor, medidos em dinamômetro de rolo tipo inercial. Fazendo então um estudo dos resultados para avaliação da real viabilidade técnica da utilização dessa tecnologia.

3. METODOLOGIA

3.1. Materiais

Volkswagen UP 1.0 aspirado naturalmente;

Volkswagen UP 1.0 TSI sobrealimentado por turbocompressor;

Dinamômetro de Rolo Dynotech 720i inercial, do laboratório de Máquinas Térmicas da UCAM. A “Figura 1” apresenta o dinamômetro utilizado no trabalho.



Figura 1: Dinamômetro Dynotech 720i. Fonte: Autor

4. RESULTADOS

4.1. Testes do UP 1.0

O teste realizado no UP 1.0 aspirado, pode ser observado na “Fig. 2”, possuindo um pequeno desvio em relação ao fabricante, que informa torque máximo de 10,4 kgfm a 3000 rpm e potência de 82 CV a 6250 rpm. No teste do dinamômetro foi obtido; torque máximo foi de 9,5 kgm a 4400 rpm com potência máxima de 80,89 CV a 6600 rpm. A potência fornecida na roda foi de 69,23 CV com potência média de 61,81 CV.

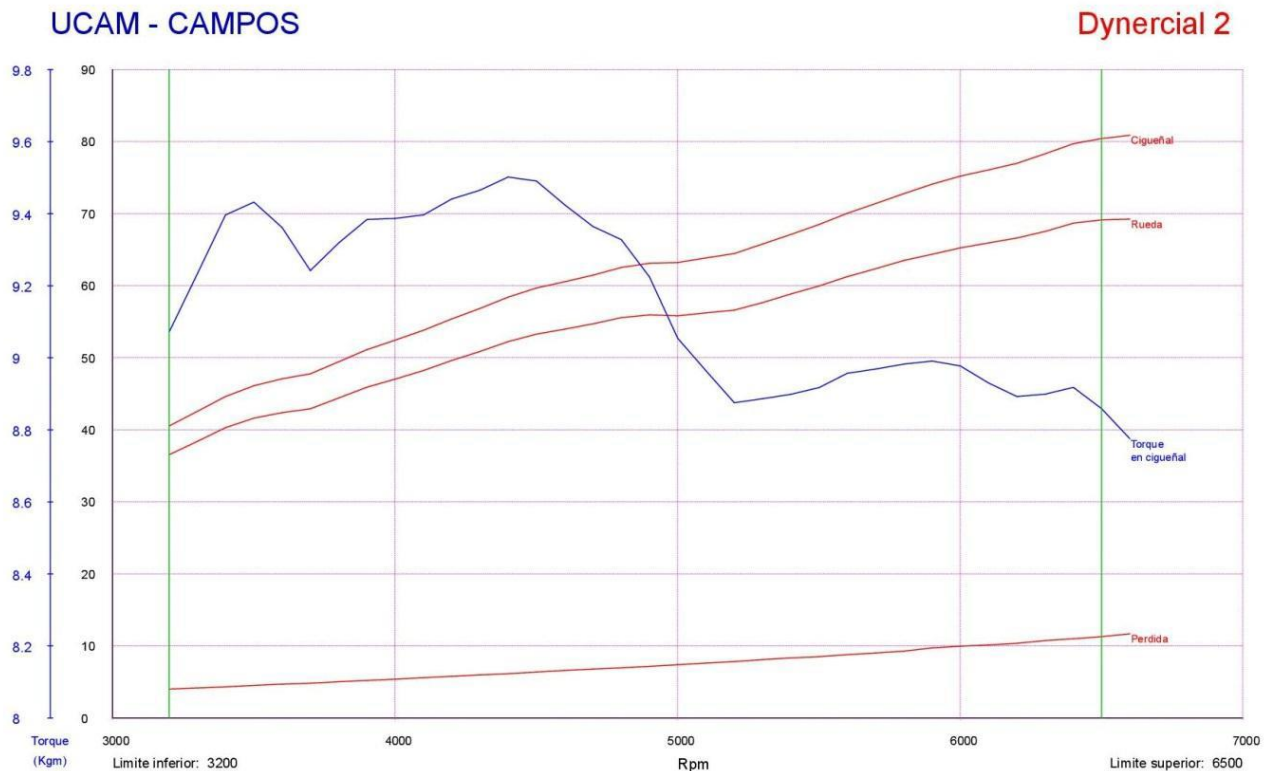


Figura 2: Gráfico de torque e potência MCI aspirado.

4.2. Testes do UP TSi

A “Figura 3” apresenta os resultados obtidos no dinamômetro, onde o torque máximo de 18,18 kgm a 4200 rpm e uma potência máxima de 118,02 CV a 5200 rpm. A potência fornecida na roda foi de 105,59 CV, com potência média de 89,08 CV no motor. Segundo o fabricante o torque máximo é 16,8 kgfm a 1500 rpm e a potência de 105 CV a 5000 rpm, valores este inferiores aos obtidos nos testes.

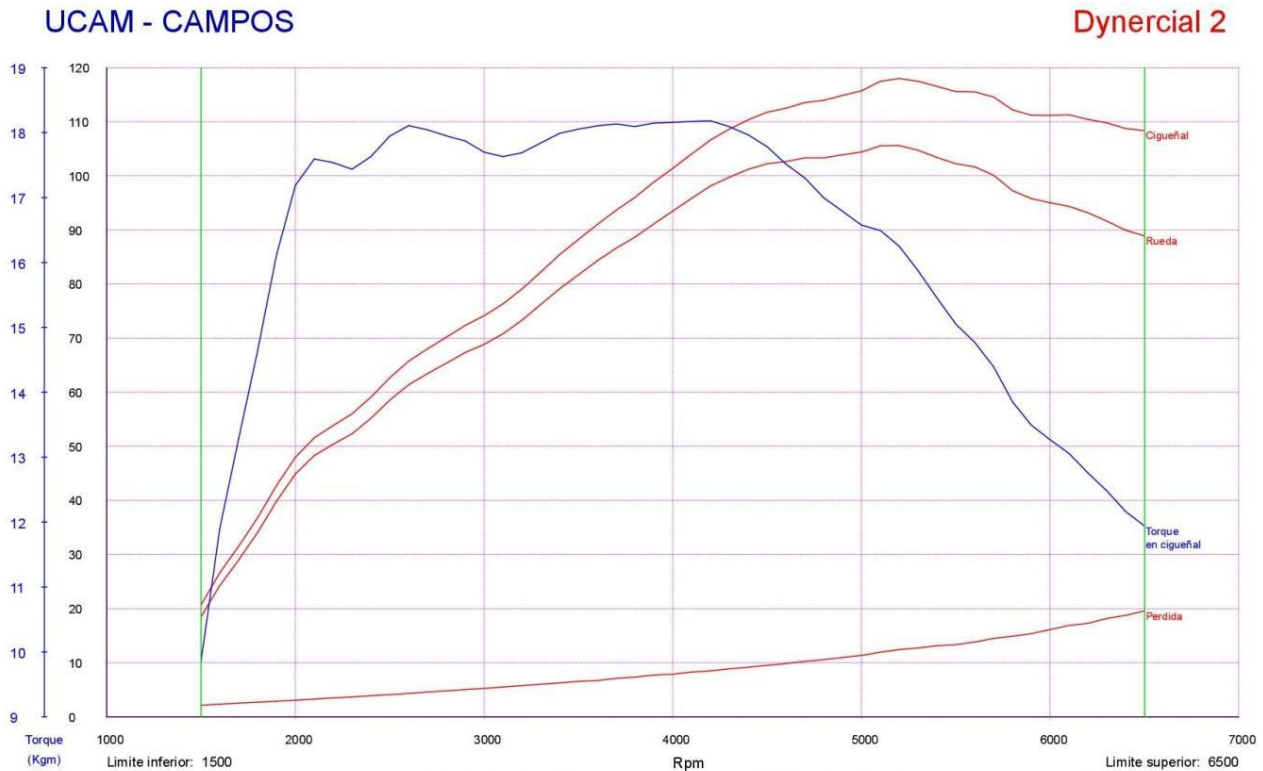


Figura 3: Gráfico de torque e potência MCI sobrealimentado.

Pode-se observar que no UP TSi o comportamento do gráfico é muito característico de motores sobrealimentados, onde a curva de torque cruza a curva de potência no início do seu declínio, ou seja, quando o veículo começa a perder seu torque, a potência tende a atingir o seu máximo.

4.3. Comparação do veículo aspirado e sobrealimentado

Comparando o gráfico de potência dos dois veículos, apresentado na “Fig. 4”, é possível constatar o grande ganho de potência do modelo sobrealimentado comparado à versão aspirada. Pode-se observar que o gráfico do UP TSi começou o teste em uma rotação mais baixa, pois o UP 1.0 não conseguiria partir desta rotação em 3º marcha.

Esse aumento de potência apresentado pelo MCI sobrealimentado pode ser explicado por vários recursos tecnológicos utilizado nesse motor analisado.

Inicialmente vamos comentar o funcionamento do turbo compressor, devido à produção de pressão no coletor de admissão consegue introduzir no cilindro uma maior quantidade de massa de ar, com isso garante uma maior quantidade de oxigênio que possibilita a melhor queima do combustível existente no cilindro. É importante realçar o uso do “intercoller”, já que o aumento da pressão faz subir também a temperatura do ar admitido, tornando este menos denso, o “intercoller” faz a temperatura do ar voltar para os valores normais de temperatura no coletor de admissão, restabelecendo a densidade do ar e aumentando a massa de oxigênio.

Outro recurso de grande importância tecnológica utilizada também neste motor, é a injeção direta de combustível. Os motores de ciclo Otto, foram originalmente idealizados no conceito carburado, ou seja, mistura feita fora da câmara de combustão. Fato este que acontece na maioria dos motores com injeção eletrônica de combustível. Este motor sobrealimentado, realiza a mistura ar/combustível dentro da câmara de combustão, o que permiti a dosagem correta para o regime de trabalho e até mais de um período de injeção para cada ciclo, permitindo um ajuste ótimo da mistura.

A combinação dessas e outras tecnologias, permitem uma melhora bastante significativa nos resultados de torque e potência apresentado nos testes.

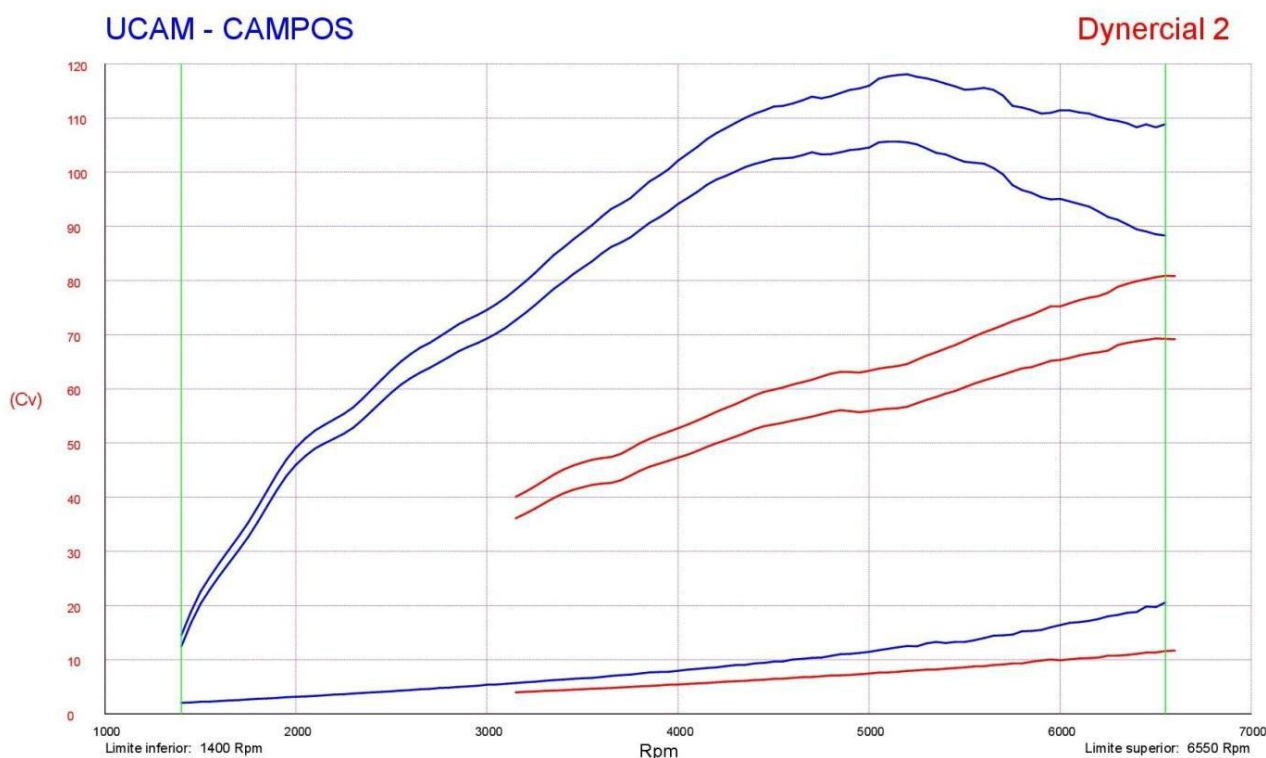


Figura 4: Gráfico comparativo das potências desenvolvidas por ambos os veículos.

Considerando os valores máximos e comparando os resultados encontrados nos gráficos, é possível verificar que o UP TSI possui uma produção de torque e potência maior que o aspirado, mostrando a viabilidade técnica que representa o uso dessa tecnologia, relevando que o consumidor pode dispor de potência e torque sem precisar de um veículo de cilindrada maior. A “Tabela 1”, facilita a visualização deste comparativo.

Tabela 1. Comparação da viabilidade técnica e econômica do UP TS

Modelo	Potência Máxima	Potência Média	Relação Peso/Potência	Torque
UP TSI	118,03 CV	88,56 CV	8,05 kg/ CV	18,48 kgm
UP 1.0	81,46 CV	62,35 CV	10,96 kg/ CV	9,63 kgm
Comparação do TSI com 1.0	45%	42%	27%	92%

Fonte: Autor

Aqui foi apresentado também o conceito de potência média, o que não é muito comum quando se faz estudos em motores. No entanto este conceito é muito importante, pois no uso normal do dia-a-dia, raramente se utiliza a potência máxima de um motor. Este fato só acontece quando se faz uma ultrapassagem que se exige alta rotação do motor, ou em condição de aceleração muito forte. O conceito da potência média deveria ser mais aplicado pois neste caso se define a média de potência utilizada dentro de uma faixa de rotação mais comum ao uso normal do veículo.

Aqui podemos observar que a potência média, que representa a potência entregue durante a maior parte do tempo de utilização do veículo, também traz um ganho de 42%, apresentando um resultado maior, 88,56CV, que a potência máxima do modelo aspirado, 81,46CV, isso significa que o motor sobrealimentado, disponibiliza mais potência no uso normal do veículo do que a potência máxima possível de se obter no veículo aspirado, potência esta que raramente é alcançada com o uso normal.

O torque é o que apresenta o melhor resultado, traz um ganho de 92% em relação ao motor aspirado. Isto é de extrema importância, visto que hoje em dia, o que mais se prioriza no desenvolvimento de um motor é o torque. Afinal é o torque que faz com que o veículo apresente uma maior rapidez na aceleração, tornando o veículo mais ágil no uso, é com torque que trabalhamos para ganhar velocidade mais rápido. Portanto o torque com tamanho ganho, faz com que o veículo seja muito superior no trânsito em especial, o urbano, para onde se destina a maioria dos veículos de baixa cilindrada.

5. CONCLUSÃO

Com a análise dos veículos 1.0 de mesma cilindrada, sendo um aspirado e o outro sobrealimentado, ambos originais de fábrica, foi possível constatar um significativo ganho dos parâmetros analisados nos quesitos técnicos, sendo 45% maior a potência máxima, 92% de aumento do torque, e a potência média do sobrealimentado, superior à máxima do aspirado; concluindo assim, a grande importância da tecnologia de sobrealimentação no cenário brasileiro.

O UP TSI se mostrou superior em todos os quesitos técnicos, o modelo sobrealimentado superou a versão aspirada, e mantendo um patamar de desempenho igual ou maior que motores de maiores cilindradas. Dessa forma, o governo deveria aumentar os incentivos de vendas de veículos sobrealimentados, porém é necessário realizar um melhor marketing com estes produtos, aumentando a confiança do consumidor nestes recursos tecnológicos.

Fica como sugestões de aprimoramento deste trabalho a introdução do cálculo de eficiência, que não foi realizado devido ao fato de não ter sido possível coletar os dados necessários para o cálculo no equipamento utilizado nos testes e também fazer um estudo de emissão de gases.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos que colaboraram para a realização desta pesquisa, de forma especial agradecemos à UCAM (Universidade Cândido Mendes – Campos RJ), por disponibilizar seu laboratório e equipamentos para a realização dos testes e à concessionária VW – RECREIO VEÍCULOS pela enorme gentileza de ceder o veículo turbo alimentado sem o qual não seria possível a realização deste artigo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLANK, Otto Porschestrasse et al. Supercharging Arrangement for the Charge Air of an Internal Combustion Engine. Niederrohrdorf: United States Patent, 2000. 17 p.
- BORGNAKKE, Claus; SONNTAG, Richard E. Fundamentos da Termodinâmica. 7.ed. São Paulo: Blucher, 2009.
- BOSCH, Robert. Manual de Tecnologia Automotiva. 25.ed. São Paulo: Blucher, 2004.
- BRUNETTI, Franco. Motores de Combustão Interna. São Paulo: Blucher, 2012. 553 p. 1 vol.
- CALLEJA, David González. Motores. 1.ed. Madrid: Paraninfo, 2011. 393 p.
- CARVALHO, Márcio Augusto Sampaio de. Avaliação de um Motor de Combustão Interna Ciclo Otto Utilizando Diferentes Tipos de Combustíveis. 2011. 147f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador, 2011.
- COSTA, Paulo G. A Bíblia do Carro. 2002. 244 p.
- DETTMANN, Tobias Ruterberg; KAUFMANN, Andre Tegernheim. Exhaust Gas Turbocharger. United States Patent, 2013.
- DOMÍNGUEZ, Esteban José; FERRER, Julián. Mecánica del Vehículo. Madrid: EDITEX, 2008. 107 p.
- DYNOTECH - Tecnologia Avançada em Medições. Dynotech 720i. Disponível em <<http://www.dynotechpower.com/index.php/produtos/item/dynotech-720i.html>>. Acesso em: 16 mai. 2015
- FIGUEIREDO, Leonardo Soutto Mayor de. Estudo do Aprimoramento de Performance de um Motor Honda com a Instalação de um Turbocompressor. 2013. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2013.
- GESTEIRA, Luis Gabriel Guanabara Keler. Sistema de Aquisição de Dados Baseado em Labview para um Dinamômetro de Chassi. 2014. 83f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador, 2014.
- HAGELSTEIN, Dirk Braunschweig et al. Internal Combustion Engine with an Exhaust-Gas Turbocharger and a Charge-Air Cooler and Method for Operating an Internal Combustion Engine. Wolfsburg: United States Patent, 2011. 7 p.
- HAICAL, Rafael da Cruz. Desenvolvimento de um Sistema de Controle de Dinamômetro para Testes de Motores de Combustão Interna. 2009. 76f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2009.
- HEYWOOD, John B. Internal Combustion Engine Fundamentals. USA: McGraw-Hill, 1988. 930 p.
- Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO. Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE. Disponível em <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/veiculos_leves_2015.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2015
- JÓVAJ, M. S. Motores de Automóvil. 1.ed. Lima: MIR, 1982. 650 p.
- KLINGEL, Dieter Kirchheim. Turbocharger for an Internal Combustion Engine. United States Patent, 2004. 10 p.
- MAHLE. Manual Técnico: Curso Mahle Metal Leve Motores de Combustão Interna. 2012. 223 p.
- NAKANO, Danillo Gabriel. Estudo sobre Instalação de um Turbocompressor em Automóvel Nacional. 2007. 129f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Automotiva) - Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2007.
- OLIVEIRA, Carlos Alexandre de; ROSA, Andrea da. Mecânica de Automóveis: Motores de Combustão Interna – Álcool e Gasolina. Santa Maria: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), 2003. 116 p.
- PRIETO, Ismael et al. Fundamentos de Máquinas Térmicas. Oviedo: Universidad de Oviedo, 2007. 225 p.
- SANZ, S. Motores. Madrid: EDITEX, 2007. 381 p.

- SIMÕES, Thiago André Faria. Aspectos a Serem Considerados no Desenvolvimento de um Coletor de Admissão de Plástico Soldado por Vibração. 2010. 150f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) -Universidade de São Paulo (USP), São Carlos, 2010.
- SODRÉ, José Ricardo et al. Efeitos do Comprimento do Conduto de Admissão na Performance de um Motor de Combustão Interna. Bambuí: CEFET, 2008. 5 p.
- VARELLA, Carlos Alberto Alves. Sistemas Auxiliares dos Motores de Combustão Interna. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), 2012. 35 p.
- Volkswagen Brasil. Especificações Técnicas de Automóveis. Disponível em < <http://www.vw.com.br/pt.html>>. Acesso em: 10 dez. 2015

8. RESPONSABILIDADE AUTURAL

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

COMPARATIVE ANALYSIS OF TORQUE AND POWER OF ASPIRATED AND TURBINED ENGINES WITH LOW CYLINDER CAPACITY

First Author's André Luiz Vicente de Carvalho, andrelycarvalho@hotmail.com¹

Second Author's Frederico Ghidetti Benevenuto, frederico_ghidetti_benevenuto@hotmail.com¹

Third Author's Igor Gomes Azêvedo, igor_10_26@hotmail.com¹

¹ UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES - UCAM, Rua Anita Peçanha, 100, Campos dos Goytacazes-RJ

Abstract. *This work aims to study the parameters of a car that has 999 cc engine, mainly analyzing its torque and power under two conditions: naturally aspirated and supercharged by a turbocharger on a inertial roller dynamometer in the engine laboratory in Candido Mendes University, Campos dos Goytacazes-RJ. First of all it selected two similar vehicles with different engines, one aspirated and supercharged another. Secondly both vehicles were tested on the dynamometer. A comparison of the parameters, torque and power, in both conditions tested is needed to certify the advantage of using the supercharged technology an internal combustion engine. Based on this study it was observed that the supercharged vehicle proved to be technically viable, and compared with the aspirated version it received, 45% more maximum power, 42% higher average power, a reduction of 27% the weight power ratio, an increase in torque of 92%.*

Keywords: *supercharged, inertial roller dynamometer, turbocharger, power and torque.*