

A IMPORTÂNCIA DO ETANOL BRASILEIRO COMO COMBUSTÍVEL DA NOVA GERAÇÃO DE MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

Augusto C. T. Malaquias¹, José G. C. Baêta², Nilton A. D. Netto³, Thiago R. V. Silva⁴

1. Estudante de Engenharia Mecânica / IC no Centro de Tecnologia da Mobilidade – CTM UFMG

2. Professor Orientador / CTM, Departamento de Engenharia Mecânica da UFMG

3. Estudante de Mestrado do Centro de Tecnologia da Mobilidade da UFMG

4. Estudante de Doutorado do Centro de Tecnologia da Mobilidade da UFMG

Resumo:

A preocupação com o meio ambiente está cada dia mais presente na indústria automotiva. Prova disso é a presença de inúmeros tratados globais que visam minimizar os impactos antrópicos na natureza. Suas regulamentações exigem a adequação dos automóveis a uma nova era, caracterizada pela menor emissão de gases poluentes, numa tentativa de melhorar a qualidade de vida no planeta.

Nesse contexto, os novos carros deverão ser equipados com motores limpos, para se adequarem às novas leis. Ou seja, são necessários motores de alta eficiência energética, capazes de minimizar os impactos ambientais, a partir do baixo consumo de combustível e da mínima emissão de gases poluentes, sem deixar de apresentar um bom desempenho. Duas maneiras de conseguir alcançar esses objetivos são o uso do etanol como combustível e a adoção de estratégias que tendem a maximizar a eficiência de um motor, como o *downsizing*. Ambas serão exploradas no desenvolvimento deste trabalho.

Palavras-chave: Etanol, motores de combustão interna, eficiência energética e meio ambiente.

Apoio financeiro: Fundação Christiano Ottoni.

Trabalho selecionado para a JNIC pela instituição: UFMG.

Introdução:

A atual condição energética e climática mundial apresenta a necessidade de desenvolvimento de motores de combustão interna cada vez mais eficientes e sustentáveis. Com o intuito de atingir metas de redução da emissão de poluentes e do consumo de combustível, novas tecnologias vêm sendo empregadas no conceito dos novos motores, dentre as quais destaca-se o conceito do *downsizing*, aliado ao uso de biocombustíveis, principalmente o etanol.

O etanol brasileiro, também chamado de álcool etílico, é reconhecido mundialmente por empregar uma técnica muito avançada em sua produção. No Brasil, segundo maior produtor mundial do biocombustível, a extração é feita a partir da cana de açúcar, através do processo de fermentação, conhecido pela sua alta produtividade. Podem ser produzidos mais de 7000 litros de etanol por hectare da cana. Também é notório o papel sustentável do etanol por ser limpo e renovável, pois o mesmo emite menos gases poluentes do que a gasolina e não interfere no ciclo do carbono, pois o replantio da cultura reabsorve o CO₂ liberado na atmosfera. Assim, não há intensificação do efeito estufa e evidencia-se independência dos combustíveis fósseis.



Figura 1 – No ciclo completo do etanol, a emissão de CO₂ pode ser até 89% menor do que a de gasolina.

A técnica recente de *downsizing*, altamente beneficiada pelo uso de etanol, consiste na produção de motores pequenos e altamente eficientes. Para tanto, maximizam-se os efeitos da turbo-alimentação, que consiste no reaproveitamento da entalpia contida no fluido de escape (que seria desperdiçado, lançado à atmosfera) para fazer girar um eixo da turbina que, por sua vez, comprimirá o ar atmosférico, através de um rotor, elevando a densidade do ar admitido. Assim, é possível aumentar o desempenho de um motor. A maior octanagem do álcool etílico, quando comparado à gasolina, permite o aumento da razão

volumétrica de compressão, que resulta no aumento da eficiência térmica do motor. Por fim, o maior calor latente de vaporização e a capacidade de resfriamento de carga acarretam em maior eficiência volumétrica e maior resistência ao fenômeno da detonação.

Metodologia:

No desenvolvimento deste trabalho, para comprovar o sucesso do etanol brasileiro como combustível, foi utilizado um motor 1.0, 3 cilindros, dotado de turbo compressor, com injeção direta de etanol. O objetivo foi demonstrar a importância do álcool etílico, aliado ao *downsizing*, para que seja possível atender a todas as metas ambientais que visam minimizar a poluição ambiental e, ainda assim, produzir motores econômicos e de bom desempenho. Desta forma, prova-se que tais fatores não são antagônicos, mas sim sinérgicos, e devem estar cada vez mais relacionados ao futuro dos automóveis.

Para isso, inicialmente foi feita uma etapa de preparação do protótipo, cujo foco estava voltado ao controle dimensional. Cada componente foi inspecionado de forma garantir a integridade estrutural, para Em seguida, o motor foi montado no dinamômetro de bancada do Centro de Tecnologia da Mobilidade (CTM) da UFMG, no qual foram instalados todos os demais componentes, como o turbocompressor, coletores de admissão e escapamento, chicote elétrico.

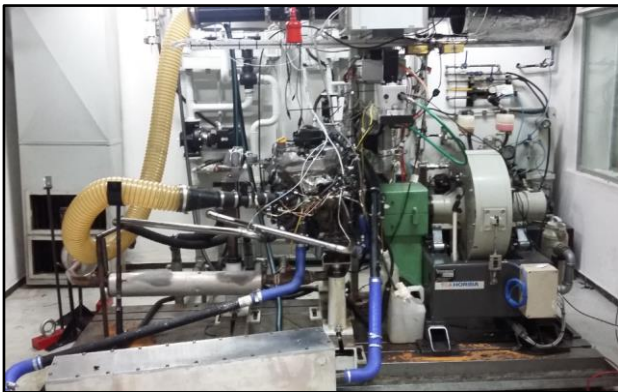


Figura II – Motor instrumentado no dinamômetro de bancada do CTM – UFMG.

Na etapa seguinte foi feita a calibração experimental do motor, com estratégia sempre voltada à maximização da eficiência energética. Foram utilizadas duas centrais eletrônicas programáveis MOTEC M400 e M880 para gerenciamento do motor e, para o monitoramento de dados, além das próprias centrais, o *software* AVL IndiCom. Os resultados obtidos foram comparados aos de um motor 1.8, aspirado, abastecido a gasolina, sendo que ambos os propulsores foram

submetidos aos testes na mesma velocidade de operação, gerando o mesmo torque. Alguns dos principais dados dos motores estão expostos na tabela a seguir:

Motor 1.8 aspirado	
Razão volumétrica de compressão	11.34:1
Número de cilindros	4
Número de válvulas por cilindro	4
Diâmetro x Curso	80,5 x 85,8 mm
Volume deslocado	1.747 cm ³
Motor 1.0 downsized turboalimentado	
Razão volumétrica de compressão	13.3:1
Número de cilindros	3
Número de válvulas por cilindro	2
Diâmetro x Curso	70 x 86 mm
Volume deslocado	993 cm ³

Tabela I – Dados dos motores utilizados no trabalho.

Resultados e Discussão:

Foram obtidos pontos em que o motor 1.0 apresentou melhor consumo específico e maior eficiência global, quando comparado ao 1.8 aspirado. Alguns deles são apresentados nas tabelas a seguir.

Motor 1.8 aspirado	
Eficiência de conversão de combustível (%)	25,52
Consumo específico	571,1 g/kWh
Motor 1.0 downsized turboalimentado	
Eficiência de conversão de combustível (%)	31,56
Consumo específico	339,7 g/kWh

Tabela II – Comparação dos motores a 1500 RPM, gerando 32 N.m de torque.

Motor 1.8 aspirado	
Eficiência de conversão de combustível (%)	29,79
Consumo específico	489,2 g/kWh
Motor 1.0 downsized turboalimentado	
Eficiência de conversão de combustível (%)	36,63
Consumo específico	397,9 g/kWh

Tabela III – Comparação dos motores a 2000 RPM, gerando 45 N.m de torque.

Motor 1.8 aspirado	
Eficiência de conversão de combustível (%)	26,12
Consumo específico	557,8 g/kWh
Motor 1.0 downsized turboalimentado	
Eficiência de conversão de combustível (%)	33,90
Consumo específico	429,90 g/kWh

Tabela IV – Comparação dos motores a 2500 RPM, gerando 30 N.m de torque.

Nas condições retratadas acima, percebe-se que o motor 1.0, mesmo apresentando um volume 46% inferior, conseguiu o mesmo desempenho do 1.8, consumindo menos combustível.

Conclusões:

Este trabalho sugere uma nova direção possível para o desenvolvimento de motores de combustão interna. A utilização do etanol brasileiro, um combustível limpo e renovável, além de contribuir para a sustentabilidade, se encaixa perfeitamente na técnica do downsizing que, por sua vez, viabiliza a geração de alta performance, aliada ao baixo consumo de combustível e pouca emissão de poluentes.

Assim, esta nova geração de motores de combustão interna tem um grande potencial de sucesso, por permitir que o desenvolvimento da indústria automotiva seja um aliado na preocupação com o futuro ambiental.

Referências bibliográficas

SILVA, Thiago R. V. Estudo de estratégias de controle dos processos internos de um motor de combustão interna de injeção direta de etanol turbo-alimentado para maximização da eficiência global. 217 p. UFMG, Belo Horizonte, 2017.

BAÊTA, José Guilherme Coelho; PONTOPPIDAN, Michael; SILVA, Thiago R. V. Exploring the limits of a down-sized ethanol direct injection spark ignited engine in different configurations in order to replace high-displacement gasoline engines. *Energy Conversion and Management*, v. 105, 2015, p. 858-871.

NGUYEN-SCHSÄFER, H. Rotordynamics of Automotive Turbochargers. Germany: Springer, 2015. 359 p.

YAN, X; INDERWILDI, O. L; KING, D. A; BOIES, A. D. Effects of ethanol on vehicle energy efficiency and implications on ethanol life-cycle greenhouse gas analysis.

BAÊTA, José Guilherme Coelho. Metodologia experimental para a maximização do desempenho de um motor multicom combustível turboalimentado sem prejuízo à eficiência energética global, 2006.

Hsieh, W. D., Chen, R. H., Wu, T. L., Lin, T. H., "Engine Performance and Pollutant Emission of an SI Engine Using Ethanol-gasoline Blended Fuels," *Atmospheric Environment*, 36(3): 403-410, 2002.