

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO E DO CONSUMO DE UM MOTOR A COMBUSTÃO

Antonio C. B. Zancanella^a,

André L. Alves^a,

e Rômulo Maziero^b,

^a Universidade Federal do Espírito Santo -
Brasil

^b Universidade Federal de Minas Gerais - Brasil
E-mail:
antonio.zancanella@ifes.edu.br.

RESUMO

Há uma constante necessidade de se usar energias renováveis e de minimizar o uso de combustíveis derivados do petróleo. Neste contexto, reduzir o consumo dos combustíveis, como a gasolina, tem um impacto na minimização do gasto energético e na redução de poluentes emitidos por automóveis. O principal foco deste estudo foi avaliar o consumo de combustível de um motor via ciclo Otto, alimentado com gasolina proveniente de diferentes postos de abastecimento. Além disso, buscou-se analisar a vibração e a temperatura do sistema durante a operação. Para realização dos testes, utilizou-se um motor da marca Renault, com volume da câmara de combustão de 1,6 L, abastecido com quatro fontes diferentes de gasolina. Registrou-se o consumo de combustível, de temperatura, de vibração e de teor de álcool. Os resultados mostraram que o consumo de combustível foi maior em gasolinas com um maior teor de álcool. A vibração do sistema foi maior na gasolina com menor teor de álcool. Com relação à temperatura, observou-se uma variação máxima de 5 °C, no regime de funcionamento do motor. Concluiu-se que o consumo de combustível é afetado diretamente pelo teor de álcool e a vibração, proveniente do motor, altera conforme o teor de álcool.

Palavras-chave: Ciclo Otto, consumo de gasolina, vibração.

INTRODUÇÃO

O mundo tem vivenciado um cenário no qual torna-se necessário incentivo ao uso de energias renováveis e à minimização do uso de combustíveis derivados do petróleo. Sendo assim, reduzir o consumo dos combustíveis, como a gasolina, tem um impacto na minimização do gasto energético e na redução de poluentes emitidos por automóveis [1].

Deve-se atentar para o fato de que a redução do uso de combustíveis está associada ao desenvolvimento de um país e, por isso, medidas devem ser tomadas com relação ao uso de combustíveis, de modo a gerar o menor impacto possível [2].

Para Myszcuk et al. [3], um dos principais desafios enfrentados pelas políticas públicas nacionais é harmonizar os direitos relacionados ao meio ambiente e o desenvolvimento tecnológico. A Constituição da República Federativa do Brasil (1988), no artigo 3º, parágrafo II, estabelece, entre os objetivos do Estado brasileiro, a garantia do

desenvolvimento nacional, sob a perspectiva da sustentabilidade, agregando-se o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental [4].

Atualmente, grande parte da população mundial vive em centros urbanos e estão expostas à elevados índices de poluição do ar. A qualidade do ar afeta diretamente a qualidade de vida e a saúde das pessoas, pois altos índices de poluição do ar levam a diversas doenças respiratórias, gerando também enormes custos com a saúde pública. Uma das maiores fontes de poluição atmosférica é de gases eliminados de veículos automotores [5].

Novas tecnologias vêm melhorando o desempenho dos veículos automotores. No entanto, atenta-se para o fato de que, além de reduzir os níveis de poluentes, deve-se promover meios de utilizar o mínimo possível de combustível. Não apenas melhorar a eficiência dos motores a combustão, e também melhorar o desempenho dos combustíveis comercializados, para que os mesmos ofereçam uma maior autonomia e menor quantidade de poluentes ambientais [1].

Levando em consideração este cenário, analisar a qualidade das gasolinas comercializadas é de grande importância para o consumidor e para sociedade, pois impactará diretamente na qualidade de vida das pessoas, no custo do transporte e na longevidade do motor do veículo [5].

A partir disso, este estudo teve como objetivo avaliar a variação de consumo de gasolina em um motor de bancada, alimentado com gasolinas provenientes de diferentes postos de abastecimento. Buscou-se mensurar a quantidade de álcool presente nas diferentes gasolinas, analisar a variação térmica do motor, ao longo dos testes, e avaliar a vibração gerada no motor.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram selecionados quatro postos de abastecimento de combustível. Utilizou-se no estudo apenas a gasolina. Os combustíveis foram avaliados utilizando-se o motor de bancada disponível no Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), *Campus São Mateus*. O motor utilizado, da marca Renault, é apresentado na Fig. 1. O motor (operação via ciclo Otto) possui um volume da câmara de combustão de 1,6 L, podendo ser abastecido com álcool ou gasolina, com sistema de injeção eletrônica.



Figura 1. Motor de bancada Renault Clío 1.6 total flex.

Para a medição da quantidade de álcool nas gasolinas, utilizou-se como instrumento de medição de volume uma proveta da marca DIOGLAB, cuja a menor divisão da escala é de 5 mL. Utilizou-se cerca de 100 mL de combustível na proveta. Posteriormente, adicionou-se água na gasolina, gerando uma separação de fases, conforme procedimento descrito por Ferreira et al. [6]. A mistura heterogênea resultante proveniente da gasolina formou uma fase álcool e água (mais densa) e uma fase gasolina sem álcool. Mediu-se o volume inicial da gasolina (gasolina mais álcool) e o volume final da gasolina (após retirada do álcool). Desta maneira, calculou-se a quantidade de álcool presente na mistura.

Para a medição do consumo, foi utilizado uma balança analítica da marca Ramuza DPR300, com uma incerteza de 10 g, disponibilizada pelo Laboratório de Metalografia e Química do IFES (*Campus São Mateus*). Inicialmente, o tanque de combustível da bancada foi colocado sobre a balança e realizou-se o procedimento de tarar a balança. Após tarada a balança, foi despejada a amostra de combustível no recipiente e registrou-se a massa inicial do combustível. Uma vez em funcionamento, o motor começou a consumir o combustível do tanque, assim, registrou-se a perda de massa a cada minuto, durante um intervalo de 20 minutos, para cada amostra. Para registro do tempo, utilizou-se um cronômetro, com incerteza de 1 s.

No processo de medição da temperatura, utilizou-se uma câmera termográfica da marca Testo 880, com a incerteza de 1 °C, disponível no Laboratório de Manutenção Mecânica do IFES (*Campus São Mateus*). A temperatura foi monitorada no início e no fim de cada avaliação de combustível. Tomou-se como início da medição de consumo o momento em que o eletro-ventilador do radiador do motor foi acionado. Neste momento, registrou-se para cada combustível a temperatura de início dos testes. Durante os testes, a rotação do motor foi fixada em 1500 rpm. A temperatura foi monitorada no bloco do motor e, para isto, precisou-se da emissividade do ferro fundido, que de acordo com a literatura, é de 0,44 [7].

Para a análise de vibração, utilizou-se o equipamento TEKNIKAO SDAV, disponível no Laboratório de Manutenção Mecânica do IFES (*Campus São Mateus*). A incerteza do acelerômetro do dispositivo é de 0,001 m s⁻².

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1, estão apresentados os resultados das medições da quantidade de álcool nos quatro postos onde foram coletadas as amostras.

Tabela 1. Porcentagem de álcool na gasolina.

Posto	Porcentagem em volume de álcool	Incerteza
A	20%	3%
B	23%	3%
C	23%	3%
D	22%	3%

Observou-se que a maior porcentagem em volume de álcool foram os Postos B e C. Por outro lado, a menor porcentagem de álcool foi obtida no Posto A.

As medidas de consumo, registradas em função do tempo, estão apresentadas na Fig. 2, considerando as gasolinas coletadas nos Postos A, B, C e D respectivamente. A qualidade dos ajustes obtidos nos experimentos foi superior a 0,99, para um ajuste de curva linear, indicando que o consumo no tempo configura o esboço de reta, cuja inclinação é o consumo (em gramas) por unidade de tempo (em

minutos). Os resultados obtidos do ajuste linear, bem como a faixa de temperatura onde se iniciou e terminou as medições, estão apresentados também na Tabela 2.

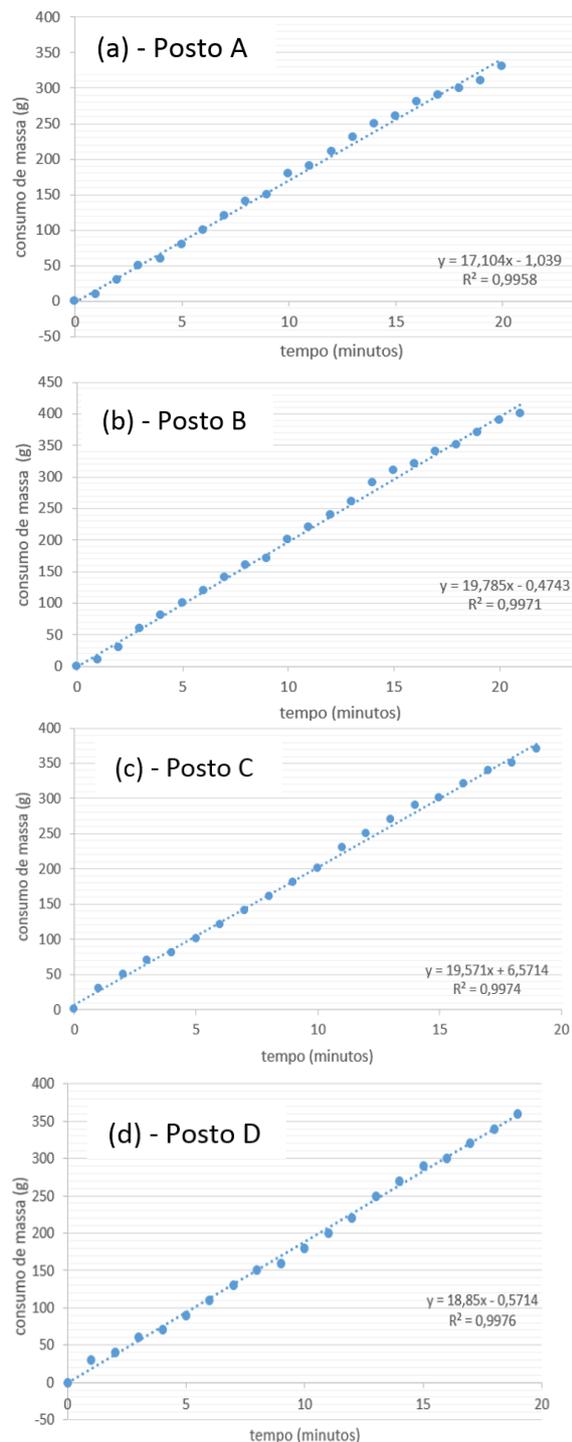


Figura 2. Consumo médio de combustível em função do tempo, para cada Posto de coleta A, B, C e D.

Observou-se que todas as amostras de gasolina coletadas estão conforme a legislação vigente, a Lei 10.203/01, que estabelece que a gasolina aditivada, assim como a comum, deve receber entre 20% e 24%

de álcool etílico anidro combustível (AEAC), respectivamente. A menor taxa de consumo foi fornecida pelo Posto A, já a maior taxa de consumo foi fornecida pelo Posto B.

Tabela 2. Valores obtidos de consumo médio por unidade de tempo, para gasolinas coletadas nos Postos A, B, C e D.

Posto de coleta	A	B	C	D
Consumo médio de gasolina (g min^{-1})	17,1	19,8	19,6	18,9
Incerteza na medição do consumo (g min^{-1})	2,5	2,5	2,5	2,5
Faixa de temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	163 - 167	166 - 166	163 - 168	163 - 165

Além disso, nos testes com maiores teores de álcool na gasolina (Postos B, C e D), apresentaram um maior consumo de massa por minuto. Este resultado está de acordo com Carvalho [1] e Klein e Mello [8], mostrando que um maior teor de álcool gera um maior consumo de combustível. Ao longo da operação, observou-se que o bloco do motor se manteve a uma temperatura compreendida entre 163 $^{\circ}\text{C}$ e 168 $^{\circ}\text{C}$. À medida que a temperatura ultrapassava 160 $^{\circ}\text{C}$, o eletro-ventilador do motor era acionado, resfriando o motor durante a operação.

Os gráficos de vibração (em unidades de aceleração no SI) para o sensor posicionado na direção vertical (Z) e horizontal (Y) estão indicados na Fig. 3. Na Tabela 3, os valores obtidos destas análises são apresentados, resumidamente.

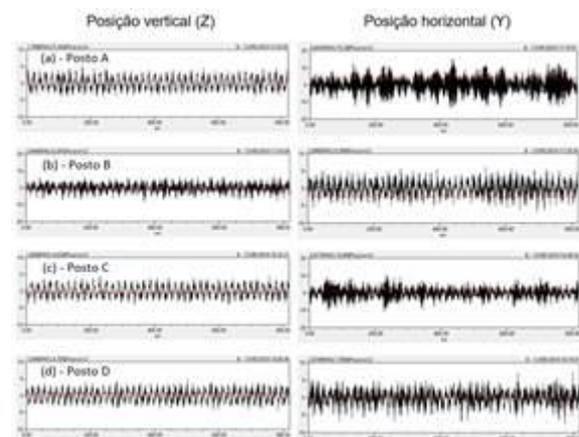


Figura 3. Resultados obtidos nos acelerômetros nas posições vertical (Z) e horizontal (Y).

Observou-se que o acelerômetro registrou valores maiores de aceleração no sentido de Y. Este fato é explicado devido à conservação do momento angular, pois o eixo virabrequim gira no sentido oposto ao da vibração. Observa-se também que a gasolina com menor teor de álcool apresentou um

maior valor de vibração no eixo Y, resultado que coincide com o estudo de Gutiérrez et al. [9].

Tabela 3. Acelerações média e máxima nas posições Z e Y.

Posto de coleta	Acelerações obtidas $m s^{-2}$	A	B	C	D
Posição Z	média	1,780	2,086	1,694	1,665
	máxima	5,343 ²	6,958	4,700	4,620
Posição Y	média	4,841	2,444	2,074	2,074
	máxima	15,280	8,341	7,550	7,550

CONCLUSÕES

As quatro gasolinas analisadas neste trabalho apresentaram consumos distintos: a gasolina com menor teor de álcool (Posto A com 20% em volume de álcool) atingiu um consumo de $17,1 \text{ g min}^{-1}$, já o Posto com maior teor de álcool (Posto B com 23% em volume de álcool) resultou em um consumo de $19,8 \text{ g min}^{-1}$.

A temperatura de operação do motor a combustão interna permaneceu estável ao longo da operação, não sendo observado desvios significativos de temperaturas com a mudança de combustível. A vibração, por sua vez, foi menor com o uso da gasolina com maior teor de álcool, fato que eleva a vida útil do motor.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - IFES, a Universidade Federal do Espírito Santo - UFES e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica - PPGMEC da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG pela estrutura física e apoio. Os autores agradecem às agências brasileiras CAPES, CNPq e FINEP pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- Carvalho, M. A. S. Avaliação de um motor de combustão interna ciclo Otto utilizando diferentes tipos de combustíveis. Dissertação, UFBA, 2016.
- Goldemberg, J. Energia e desenvolvimento. Estudos Avançados, v. 12, n. 33, p. 7-15, 1998.
- Myszczyk, A. P.; Silva, C. L. Política pública para empreendimentos do setor elétrico: estudo comparativo entre a regulação brasileira e cubana sobre meio ambiente e uso dos recursos naturais. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 15, n. 2, 2019.
- Brasil. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.
- Couto, M. M.; Della Corte, F.; Araujo, E. E. L. Estudo sobre a poluição atmosférica na cidade de João Monlevade, Minas Gerais. Anais do Seminário Científico da FACIG, n. 4, 2019.
- Ferreira, L. H.; Hartwig, D. R.; Oliveira, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. Química Nova na Escola, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.
- Cengel, Y. A.; Ghajar, A. J. Transferência de Calor e Massa. Amgh Editora, 2009.
- Klein, E. A.; Mello, P. B. Desempenho de um motor alimentado a álcool altamente hidratado. Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências Térmicas, Rio de Janeiro, 1996.
- Gutiérrez, M.; Puente, E.; Izquierdo, J.; Fernando, I. Análisis de las vibraciones de un motor ciclo Otto con una mezcla combustible a base de gasolina y de etanol. INNOVA Research Journal, v. 2, n. 10, p. 138-146, 2017.