

ANÁLISE DE EMISSÕES DE POLUENTES EM MOTOCICLETA BICOMBUSTÍVEL UTILIZANDO ÁLCOOL E GASOLINA

Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Neto, rubelmar_netto@hotmail.com¹
Suanam Pinheiro Lopes, suanamlopes@yahoo.com.br¹
Elison Farias da Silva, elisonfariasdasilva@gmail.com¹

¹Universidade do Estado do Amazonas, Av. Darcy Vargas, 1200, CEP 69065-020 – Manaus-AM.

Resumo: A redução da emissão de poluentes e eficiência energética é uma preocupação crescente pelos fabricantes de veículos movidos por motores de combustão interna. Este estudo tem como objetivo principal realizar comparativo de emissões de CO₂ (dióxido de carbono), CO (monóxido de carbono), HC (hidrocarbonetos) e NO_x (óxidos de nitrogênio), e consumo específico de uma motocicleta bicombustível utilizando diferentes proporções de álcool e gasolina. Foram efetuados testes em dinamômetro veicular de acordo com as normas vigentes: NBR 6601 e Diretiva Europeia 97/24 para as emissões de CO₂ (dióxido de carbono) e a NBR 7024, para a determinação de consumo específico. Os resultados obtidos foram organizados em tabelas e gráficos para discussão, analisando como se comportam as emissões de gases com o aumento de álcool etílico combustível na mistura álcool/gasolina.

Palavras-chave: emissões de poluentes, motocicleta bicombustível, álcool e gasolina.

1. INTRODUÇÃO

Em um motor de combustão por centelha quatro tempos, o ar e o combustível entram misturados na câmara de combustão e o início da queima é comandado por uma faísca, iniciando-se assim o processo de combustão.

A reação de combustão em motores é o processo de oxidação do combustível a altas temperaturas, de modo que o produto final da combustão seria apenas CO₂ (dióxido de carbono) e H₂O (água). Infelizmente, em casos reais, a combustão não é completa, gerando por sua vez poluentes atmosféricos como: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x), hidrocarbonetos totais (THC) e o dióxido de carbono (CO₂), aldeídos e cetonas e também o metano (CH₄).

A redução da emissão de poluentes e a eficiência energética é uma preocupação crescente dos fabricantes de veículos movidos por motores de combustão interna. A emissão de CO₂ alcançou níveis críticos, agravando o efeito estufa e contribuindo para o aquecimento global. E outros poluentes emitidos como CO e NO_x são extremamente venenosos, agravando problemas de saúde nas grandes cidades.

Os usuários de veículos automotivos bicombustíveis estão aumentando cada vez mais a utilização do álcool como combustível, por este ser um combustível alternativo e por ser mais viável financeiramente do que a gasolina em boa parte do ano. Sua utilização está amplamente consolidada em veículos de quatro rodas, que vem desde a década de 80, entretanto, apenas recentemente os fabricantes de motocicletas iniciaram a produção de motocicletas bicombustíveis de baixa cilindrada, logo se faz extremamente necessário o estudo dos prós e contras da utilização do álcool como combustível nesses veículos, cujos motores trabalham a altíssima rotação.

Este estudo tem como objetivo realizar um avaliação das emissões de CO₂, CO, HC e NO_x, e do consumo específico de uma motocicleta bicombustível utilizando diferentes proporções de álcool e gasolina. Foram realizados testes em dinamômetro veicular de acordo com as normas brasileiras vigentes, NBR 6601, para as emissões de CO₂, e NBR 7024, para a determinação de consumo específico.

2. METODOLOGIA PARA OS ENSAIOS DE EMISSÃO

Para execução deste trabalho, foi utilizado como modelo uma motocicleta bicombustível ano 2009, equipada com motor 150 cc 2V, injeção eletrônica.

Os combustíveis utilizados nos ensaios de emissão foram o álcool hidratado e gasolina comum, sozinhos ou misturados em diferentes percentuais.

2.1. Proporções de álcool e gasolina utilizados nos testes

- Gasolina padrão E22, com 22% de álcool etílico anidro combustível (AEAC) e 78% de gasolina pura.
- AEHC (álcool etílico hidratado combustível¹), com 5 a 7% de água em sua composição de acordo com a ANP (Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis).
- F75, com 75% de Álcool etílico hidratado (AEHC) e 25% gasolina padrão E22.

2.2. Determinação do teor de álcool etílico anidro na gasolina

A análise do teor de álcool etílico na gasolina foi realizada de acordo com a ABNT NBR 13992 “Gasolina automotiva - Determinação do teor de álcool etílico anidro combustível (AEAC)”. De fato é importante realizar esta análise, pois possibilita conhecer a real proporção de álcool e gasolina em um combustível a ser estudado. Os materiais utilizados foram: Proveta de 250 ml para coleta de combustível do galão de combustível; Béquer para adição de água e combustível no recipiente de análise e Proveta de 100 ml para a mistura de 50 ml de combustível, 50 ml de água.

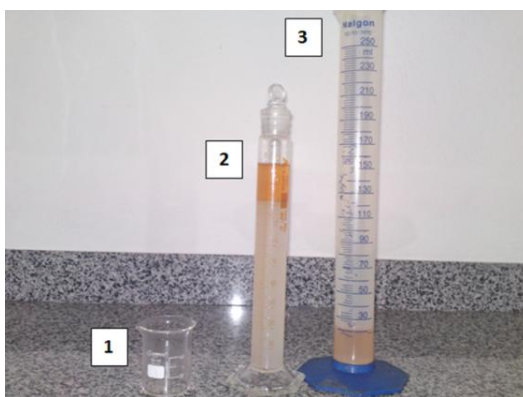


Figura 1. Béquer de 50 ml (1), Proveta de 100 ml (2) e Proveta de 250 ml (3).

Para as análises, tomou-se o seguinte procedimento:

- Primeiramente, com uma proveta de 100 ml, adiciona-se 50 ml de água e depois 50 ml do combustível a ser analisado.
- Tampar proveta e inverter 10 vezes e deixá-la em uma superfície plana por 10 min.
- Anotar o volume final da fase aquosa em mililitros, com aproximação de 0,5 ml.

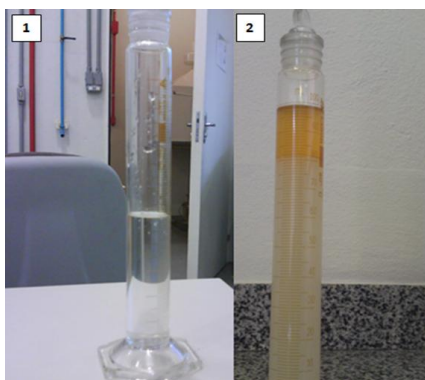


Figura 2. Proveta de 100 ml com 50 ml de água (1), proveta com 50 ml de água e 50 ml de combustível.

¹ A nova nomenclatura adotada para o álcool no Brasil denomina o álcool combustível de *etanol*, adaptando-o à nomenclatura internacional.

2.3. Ensaios dinamométricos de emissão e consumo

Foram realizados três ensaios de emissão com cada mistura de combustível de acordo com a Diretiva Européia 97/24 e NBR6601, a fim de se obter os valores reais das emissões. Foram realizados também três ensaios para o cálculo do consumo pelo método volumétrico de acordo com a NBR7024.

O fabricante do analisador de gases fornece uma incerteza de medição de 2%.

2.4. Cálculo do consumo de combustível

Foi calculado o consumo de combustível pelo método volumétrico, por ser o método mais rápido, prático, e também por possuir uma boa confiabilidade. Pela ABNT NBR 7024 calcula-se o consumo L/100 km pela seguinte equação:

$$C = \frac{V \times [1 + \alpha \times (20 - T)] \times 100}{D} \quad (1)$$

onde:

- C é o consumo de combustível em litros por 100 km;
- V é o volume do combustível consumido, em litros;
- D é a distância efetiva percorrida, em quilômetros;
- α é o coeficiente de dilatação volumétrica do combustível, igual a $0,001/^{\circ}\text{C}$;
- T é a temperatura do combustível em $^{\circ}\text{C}$.

Também de acordo com a norma ABNT NBR 7024, a autonomia para veículos movidos a gasolina, etanol ou diesel é calculada da seguinte forma. A cada valor de consumo de combustível (urbano, de estrada ou combinado) corresponde um valor de autonomia por litro, calculado pela equação:

$$A = \frac{100}{C} \quad (2)$$

onde:

- A é autonomia, em quilômetro por litro;
- C é o consumo, em litros por 100 quilômetros.

3. RESULTADOS

Tabela 1. Tabela do cálculo do consumo pelo método volumétrico.

Limite (PROMOT III)		EMISSÕES				AUTONOMIA
		CO [g/km]	HC [g/km]	NO _x [g/km]	CO ₂ [g/km]	[km/l]
		2,000	0,800	0,150	-	-
E22	Média (\bar{x})	1,637	0,186	0,033	49,632	41,190
	Desvio Padrão (σ)	0,017	0,024	0,0035	0,5385	0,5415
F75	Média (\bar{x})	0,784	0,089	0,037	48,354	30,808
	Desvio Padrão (σ)	0,0195	0,0155	0,001	0,2995	0,3455
AEHC	Média (\bar{x})	1,383	0,197	0,024	46,181	28,167
	Desvio Padrão (σ)	0,022	0,0075	0,001	0,4535	0,4395

A Tabela (1) acima contém as médias, calculadas através dos resultados obtidos nos ensaios de consumo e emissão com seus respectivos desvios padrões. Os dados de emissão estão apresentados em g/km e os dados de autonomia em km/l, de acordo com as normas NBR7024 para consumo, NBR6601 e Diretiva Européia 97/24 para emissão de gases.

Pode-se observar nos resultados dos ensaios de emissão, que todos os valores permaneceram abaixo do limite estipulado pelo PROMOT III (Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares), legislação vigente no Brasil que especifica o limite de emissão de poluentes para motocicletas.

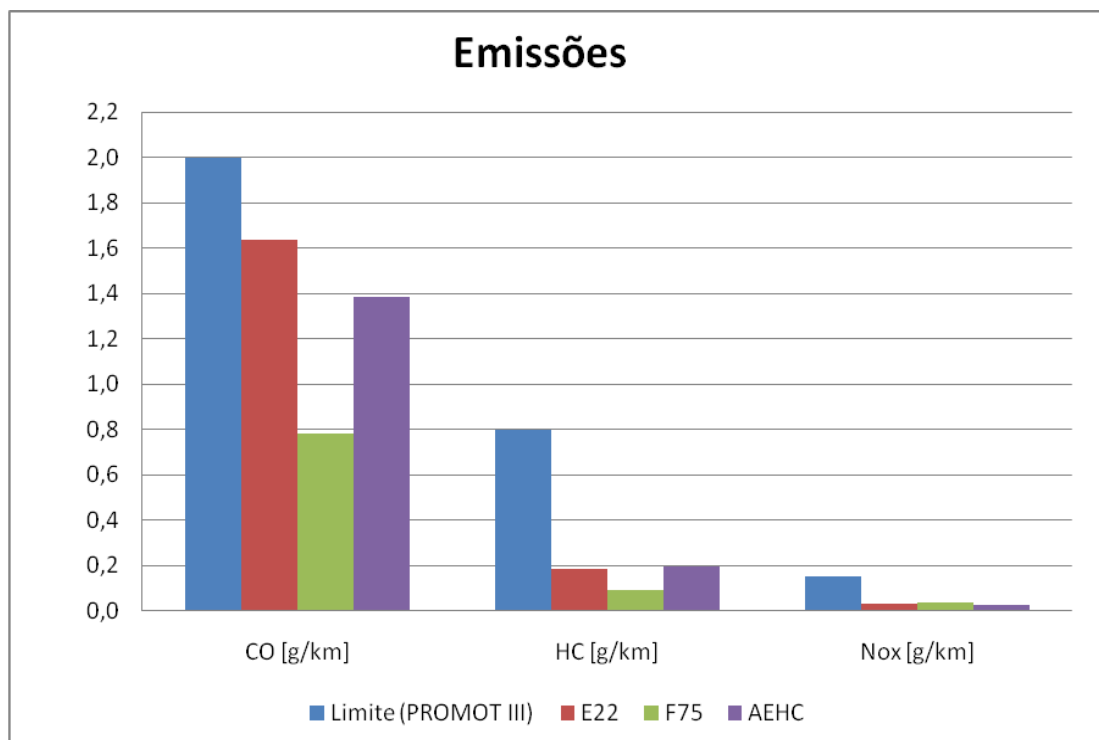


Figura 4. Comparativo de emissões de poluentes em motocicleta operando com os combustíveis E22, F75 e AEHC.

4. CONCLUSÕES

A partir da análise dos testes realizados com uma motocicleta bicomcombustível de 150 cc, que é uma das mais utilizadas nos grandes centros urbanos por serem mais econômicas, este trabalho permitiu analisar as emissões da mesma utilizando misturas de álcool e gasolina em diferentes proporções como combustível. Cabe ressaltar que este tipo de estudo já foi amplamente discutido do ponto de vista de veículos automotores de quatro rodas, os quais se caracterizam por possuírem motores que trabalham em baixas rotações, sendo que a utilização do AEHC arremete à década de 80, a partir do programa Pró-álcool do Governo Federal Brasileiro. No entanto, com o recente surgimento de motocicletas bicomcombustível, até o momento apenas para baixas cilindradas, tornou-se novamente necessário a abordagem do assunto, principalmente porque ambos, automóvel e motocicleta, possuem características diferentes (motocicletas trabalham em rotações mais elevadas).

Nos testes realizados de acordo com a NBR 7024, obteve-se uma autonomia muito menor quando se utiliza o AEHC, 28 km/l, contra 41 km/l da gasolina E22. Este resultado pode ter como justificativa o fato de o AEHC possuir um poder calorífico inferior menor que os demais combustíveis analisados, o que resulta, em princípio, em um aumento do consumo, pois quanto menor o poder calorífico de um combustível, maior deve ser a quantidade de combustível requerida para produzir um determinado trabalho no motor. Sendo assim, é preciso uma quantidade maior de álcool para percorrer uma mesma distância, quando se utiliza, por exemplo, a gasolina E22 como combustível.

Nos resultados dos testes de emissões em motocicleta 150 cc, observou-se que a emissão de CO₂ diminuiu com o aumento de álcool na mistura. Isso pode ter como causa o fato de que as misturas com altos teores de álcool normalmente possuem menos carbono em suas cadeias, conseqüentemente emitindo menos CO₂.

Vale atentar que com os três combustíveis, a motocicleta bicomcombustível utilizada nos testes não apresentou problemas em atender os limites de CO, HC e NO_x especificados pela legislação de emissões vigente no Brasil, PROMOT III. Entretanto, observou-se que nas emissões de CO, os valores diminuem quando se utilizam os combustíveis F75 e AEHC em relação a gasolina E22, apresentando melhores resultados com o F75, fato que tem relação com o aumento do consumo, quando se utiliza o AEHC. Convém mencionar também, que os motores de motocicleta produzidos no Brasil ainda são desenhados no exterior, onde não é utilizado o álcool como combustível; portanto, são motores cujas câmaras de combustão não tem geometria específica para lidar com a cinética de queima do álcool. Este fato pode ter relação com a maior queima incompleta do álcool, ou seja, com o maior teor de CO observado nos ensaios.

Já nos resultados das emissões de HC, observam-se valores muito próximos da gasolina E22 e do AEHC, obtendo novamente melhores resultados com o combustível F75. E nos resultados de NO_x não foram observadas discrepâncias significativas com os três combustíveis.

Para os três combustíveis analisados, observou-se que foram conseguidos melhores resultados, quanto a emissões, quando se utilizou o combustível F75. Sendo assim, chega-se à conclusão que com misturas de álcool e gasolina comum (E22) conseguem-se melhores resultados de emissões do que quando esses combustíveis são utilizados sozinhos em motocicleta bicombustível 150 cc.

Após todos os estudos, é necessário mencionar a importância de incentivar a implementação, por parte do governo, de políticas públicas que viabilizem, do ponto de vista legislativo, um aumento do percentual de álcool etílico anidro na gasolina comum vendida nos postos de abastecimento do Brasil, atualmente em torno de 22%. Dessa forma, poderia ser aumentada a utilização do álcool, combustível renovável, levando assim o Brasil a uma maior independência em relação aos combustíveis derivados do petróleo.

5. AGRADECIMENTOS

A todos os nossos amigos e professores que auxiliaram de alguma forma neste estudo.

Corporação que nos forneceu espaço e instrumentos para a execução dos testes.

6. REFERÊNCIAS

ABNT NBR 13992, 2008, “Gasolina automotiva – Determinação do teor de álcool etílico anidro combustível”, Segunda Edição.

ABNT NBR 6601, 2005, “Veículos rodoviários automotores leves - Determinação de hidrocarbonetos, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e dióxido de carbono no gás de escapamento”.

ABNT NBR 7024, 2006, “Veículos Rodoviários Automotores Leves – Medição de consumo de combustível – Método de ensaio”, Segunda Edição.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS: <http://www.anp.gov.br>, acesso em 10/08/2009.

DIRECTIVE 97/24/EC, OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL, 1997, “on certain components and characteristics of two or three-wheel motor vehicles”.



VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

ANALYSIS OF EMISSIONS OF POLLUTANTS IN MOTORCYCLE FLEX-FUEL USING ETHANOL AND GASOLINE

Rubelmar Maia de Azevedo Cruz Neto, rubelmar_netto@hotmail.com¹

Suanam Pinheiro Lopes, suanamlopes@yahoo.com.br¹

Elison Farias da Silva, elisonfariasdasilva@gmail.com¹

¹Universidade do Estado do Amazonas, Av. Darcy Vargas, 1200, CEP 69065-020 – Manaus-AM.

Abstract: *The reduction of emissions and energy efficiency improvements is a growing concern by manufacturers of vehicles powered by internal combustion engines. This study aims at providing comparative CO₂ (carbon dioxide), CO (carbon monoxide), HC (hydrocarbons) and NO_x (nitrogen oxides), and specific consumption of a dual fuel motorcycle using different proportions of alcohol and gasoline. Were performed dynamometer tests on vehicles in accordance with auditing standards in force: NBR 6601 and European Directive 97/24 for emissions of CO₂ (carbon dioxide) and NBR 7024, for the determination of specific consumption. The results were organized in tables and graphs for discussion, analyzing how they behave gas emissions with the increase of ethanol fuel in the mixture ethanol / gasoline.*

Keywords: *pollutant emissions, motorcycle flex-fuel, ethanol and gasoline.*