

INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS DE OPERAÇÃO DO MOTOR NAS EMISSÕES DE ALDEÍDOS POR UM VEÍCULO A ETANOL

Rinaldo Antunes Amaral – expmotor@fiat.com.br

FIAT Automóveis S.A., Engenharia de Motores

BR 381, km 429, 32530-000, Betim, MG

José Ricardo Sodré – ricardo@pucminas.br

PUC Minas, Departamento de Engenharia Mecânica

R. Dom José Gaspar, 500 – 30535-610 – Belo Horizonte, MG, Brasil

***Resumo.** Este trabalho apresenta resultados e análise de testes experimentais de emissões de aldeídos e dos poluentes regulados (CO, HC e NO_x) com a variação de parâmetros de operação do motor. Um veículo movido a álcool etílico hidratado foi utilizado, seguindo um ciclo urbano padrão em um dinamômetro de chassi. O ciclo de emissões testado simula uma viagem média em um trajeto urbano de aproximadamente 5,8 km, com o veículo previamente aquecido e a temperatura do mesmo estabilizada. Os parâmetros de operação variados para os testes foram a razão de equivalência da mistura ar/combustível, o sistema de ar adicional utilizado nas desacelerações, o sistema de interrupção de combustível nas desacelerações e a velocidade de troca de marchas do veículo. Os resultados encontrados apontam uma redução nas emissões de aldeídos para troca de marchas a velocidades mais baixas e misturas mais ricas.*

***Palavras-chave:** Emissões de Aldeídos, Etanol, Motores de Combustão Interna*

1. INTRODUÇÃO

Com a crise da energia de 1973, caracterizada pela rápida ascensão do preço internacional do petróleo, um programa de desenvolvimento sustentável de combustíveis alternativos tornou-se necessário, vislumbrando, a curto prazo, a substituição dos combustíveis derivados do petróleo. Neste contexto, em busca de uma fonte alternativa, a política energética brasileira para combustíveis caracterizou-se pela criação do Proálcool, um programa que objetivava a busca de um substituto para a gasolina. Montou-se então, uma grande infra-estrutura de produção e distribuição do álcool etílico hidratado combustível (AEHC), o etanol, produzido a partir do processamento da cana-de-açúcar.

Como o etanol possui características físico-químicas próprias, sua combustão e o teor de aldeídos formados são diferentes da gasolina. Na combustão do álcool, os aldeídos e álcoois não queimados apresentam características tóxicas e elevada atividade fotoquímica. Existem vários tipos de aldeídos, mas somente a soma do formaldeído (CH₂O) e do acetaldeído (C₂H₄O) forma o grupo dos aldeídos atualmente considerados como poluentes. Com relação ao calor latente de vaporização, o álcool retira o dobro de quantidade de calor dos arredores

em comparação a gasolina, o que torna mais difícil as partidas do motor com álcool sob baixas temperaturas.

O desenvolvimento de tecnologia para o atendimento dos limites de emissões mais rigorosos exige um conhecimento mais profundo da formação e emissão de poluentes pelo motor em condições reais de utilização. Para avaliação do comportamento de poluentes “convencionais”, como monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC) e óxidos de nitrogênio (NO_x), a indústria dispõe de modernos equipamentos que permitem sua determinação em tempo real durante testes veiculares em condições reais de utilização. Porém, para avaliação de poluentes não “convencionais”, como os aldeídos, a indústria automobilística de um modo geral, não dispõe de recursos confiáveis para análise em tempo real. Os equipamentos atualmente utilizados para análise de aldeídos e álcool não queimado exigem que as amostras sejam coletadas durante um período de tempo, dificultando sua determinação em condições reais de utilização durante os testes.

Poucas informações sobre a emissão de aldeídos de veículos movidos a etanol são encontradas na literatura, pois o uso deste combustível iniciou-se em um período relativamente recente. Assim, o processo de formação de aldeídos no motor ainda não é completamente compreendido. O conhecimento da variação dos níveis de emissões de aldeídos por veículos movidos a etanol em função de parâmetros de operação do motor é de suma importância para o ajuste dos sistemas de gerenciamento do motor. Assim é possível definir a melhor região de trabalho do motor para o menor nível de emissões de aldeídos, sem queda de desempenho. Os veículos atualmente comercializados utilizam soluções que reduzem as emissões de aldeídos pelo escape. Porém, estas soluções, em geral, além de aumentarem o custo final do produto implicam em uma perda de potência. A principal aplicação hoje utilizada para reduzir os níveis de emissões de aldeídos é a utilização de um pré-catalisador normalmente localizado junto ao coletor de escape, fazendo com que os aldeídos emitidos pelo motor passem por dois catalisadores antes de atingir a atmosfera.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Medições de aldeídos em motores de combustão interna têm sido realizadas desde os anos 30, de acordo com U.R. (1953). Formaldeídos são encontrados nos gases não queimados no interior do cilindro, sob condições de detonação (Withrow e Rasswuller, 1934). Estes gases não são responsáveis pela exaustão de aldeídos, por serem consumidos pela frente de chama no decorrer da combustão. Recentes estudos computacionais (Browning e Pefley, 1977a e 1977b) indicam que os aldeídos não sobrevivem nos gases queimados durante a combustão no interior do cilindro. Os aldeídos na exaustão são formados como espécies intermediárias da oxidação do metanol não queimado após a combustão. Existem várias razões para a existência de combustível não queimado na câmara de combustão do motor (Kim et al., 1976). Uma das principais razões é a mistura não queimada que se armazena nas paredes frias da câmara, onde a frente de chama se extingue. Outra razão é que a chama não consegue alcançar a mistura não queimada que se armazena nas fendas formadas na câmara de combustão, especialmente as que se encontram entre o conjunto pistão-anéis de segmento e as paredes do cilindro. Ainda, parte do combustível admitido não consegue vaporizar-se antes da frente de chama. Sua vaporização ocorre após a combustão, com o aumento de pressão e temperatura, não participando do processo normal de combustão.

Browning e Pefley (1979) usaram um detalhado mecanismo de reação cinética para estudar a formação de aldeídos na região de gases não queimados próximo às paredes da câmara sob várias condições. Verificaram que os aldeídos aumentam no momento da extinção da chama, embora esta concentração não corresponda às encontradas nas medições na exaustão. Estudos em um reator de fluxo (Browning e Pefley, 1979) mostraram que a

formação de aldeídos se inicia após o final da combustão. Em estudos subsequentes, Browning e Pefley (1980) mostraram que a formação de aldeídos não estava completamente contabilizada na fase final de combustão, quando a difusão da chama removeu a maioria do combustível não queimado numa razão rápida, sem formação significativa de aldeídos. A formação de aldeídos durante a exaustão foi examinada analiticamente (Browning e Pefley, 1980) para uma variedade de condições de operação do motor, incluindo variação de razão de equivalência, razão de compressão, ângulo de ignição e rotação.

Variações na razão ar/combustível influenciam essencialmente a concentração de oxigênio e a temperatura dos gases na exaustão, sendo ambos potencialmente importantes para as reações de aldeídos. Observou-se que, em torno da razão ar/combustível estequiométrica, a alta temperatura da combustão produz uma quantidade mínima de aldeídos (Ayyasamy et al., 1981). A velocidade da chama é máxima sob condições próximas à razão estequiométrica, otimizando a combustão e reduzindo os efeitos de extinção de chama no interior da câmara e próximo às paredes da câmara. O nível de aldeídos aumenta quando a mistura se torna muito rica ou muito pobre.

3.1 EXPERIMENTOS

3.1 Aparato Experimental

Os testes foram conduzidos em um veículo equipado com motor de combustão interna com ignição por centelha, de 4 tempos, movido a álcool etílico hidratado. O motor apresentava como características 4 cilindros em linha, duas válvulas por cilindro, um eixo de comando de válvulas no cabeçote, sistema de ignição/injeção eletrônica multiponto indireta e sistema de recirculação de gases do cárter. O conversor catalítico foi removido do veículo para a execução dos testes. Outras características do motor eram: razão de compressão 11,50, abertura/fechamento da válvula de admissão 9° APMS / 29,5° DPMS, abertura/fechamento da válvula de escape 38,5° APMS / 0° DPMS, abertura máxima das válvulas 8,5 mm e espaçamento entre os eletrodos da vela de ignição 0,7 mm.

O sistema de aquisição de dados utilizado nos testes possibilitou a aquisição dos parâmetros do sistema de injeção e ignição eletrônica durante toda a operação do motor. Os parâmetros do sistema de injeção/ignição eletrônica monitorados foram os seguintes: rotação do motor, posição da válvula borboleta do acelerador, tempo de injeção, temperatura do líquido de arrefecimento, temperatura do ar de admissão, ângulo de ignição, sinal da sonda lâmbda do sistema de injeção, posição do motor de passo. O motor de passo consiste de um atuador controlado pela central de injeção eletrônica que varia a seção de passagem de ar adicional através da borboleta. Foram monitorados ainda a diagnose dos sensores e atuadores dos sistemas de injeção e de ignição eletrônica, e a medição da razão de equivalência da mistura ar/combustível, com a inclusão de uma sonda lâmbda linear (sensor de oxigênio) que fornece de maneira mais precisa, em relação à sonda lâmbda do sistema de injeção, a razão de equivalência da mistura.

O dinamômetro de chassi utilizado, de marca Schenk, é de rolos duplos, com diâmetro nominal dos rolos igual a 502 mm, e potência de 75 kw.

O sistema de análise de gases usado é composto de um detetor por ionização de chama (DIC), para medição de hidrocarbonetos (HC), analisadores por absorção de raios infravermelhos não dispersivos (IND), para medição de monóxido e dióxido de carbono (CO e CO₂), e um analisador por luminescência química (LQ), para medição de óxidos de nitrogênio (NO_x).

Os aldeídos e as cetonas presentes no gás de escape emitidos pelo veículo durante cada uma das três fases do teste dinamométrico foram absorvidos em solução DNPH

(dinitrofenilidrazina – $C_6H_6N_4O_4H_2$) - ACN (acetronitrila), formando derivados carbonílicos. Os derivados carbonílicos foram separados, identificados e quantificados pelo processo HPLC (cromatografia líquida de alta eficiência). Antes de serem injetadas no cromatógrafo, as amostras correspondentes a cada uma das fases do ciclo de condução e o ar de diluição foram avolumadas com ACN em balões de 100 ml.

3.2 Metodologia Experimental

Todos os testes foram realizados segundo as normas NBR6601 e NBR12026 no Laboratório de Emissões da FIAT Automóveis S/A, certificado pela ISO 9002 e pelo INMETRO. Os testes para determinar as emissões de hidrocarbonetos, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e aldeídos simula uma viagem de duração média, em área urbana, de aproximadamente 18 km. O ciclo se define por um gráfico contínuo de velocidade em função do tempo, conhecido como teste “CVS 75” (Fig. 1). Consiste em sequências não repetidas dos regimes de marcha lenta, acelerações, velocidades de cruzeiro e desacelerações em magnitudes e combinações variadas. Para garantir esta simulação, a tolerância na velocidade, em qualquer instante no ciclo de condução, é definida por dois limites, um inferior e outro superior. O teste completo CVS 75 é composto por três fases : fase I - período transitório da partida a frio, fase II – período estabilizado, e fase III - período quente. Quando a fase III do teste completo CVS 75 é executada separadamente das demais fases, o ciclo é chamado de ciclo urbano “Hot” 505.

Neste trabalho na execução dos testes para avaliar o comportamento de emissão de aldeídos, foi utilizado o ciclo “Hot” 505 (fase III), devido a este representar uma fase quente estabilizada do veículo, possibilitando assim uma maior repetibilidade dos resultados.

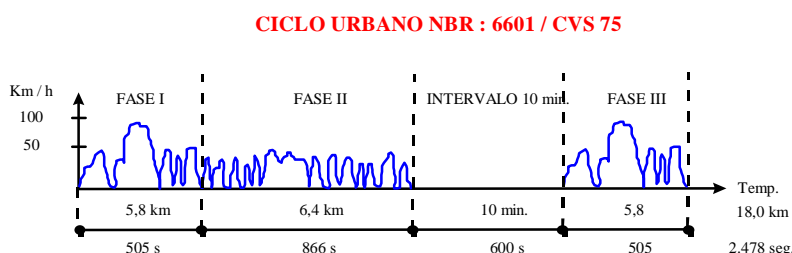


Figura 1 - Ciclo urbano de emissões - NBR6601 / CVS 75.

O gás coletado do veículo foi diluído em ar, de modo a se obter uma vazão total constante. Uma parte desta mistura foi coletada também em vazão constante e armazenada para análise. Os níveis de emissões foram determinados através das concentrações finais da amostra e do volume total da mistura obtido durante todas as fases do ciclo. Os aldeídos e as cetonas presentes no gás de escape durante cada uma das três fases do teste dinamométrico foram coletados através do sistema de amostragem de aldeídos e quantificados pelo processo de HPLC, segundo as normas NBR6601 e NBR12026.

Como o ciclo “Hot 505” é uma fase quente e estabilizada do veículo, todos os testes foram iniciados com o veículo já em operação, com a temperatura do líquido de arrefecimento entre $90^{\circ} C$ e $93^{\circ} C$, monitorada pelo sistema de aquisição de dados. Buscou-se, assim, eliminar os efeitos da partida do motor, que elevam os níveis das emissões. O condutor do veículo foi o mesmo em todos os testes realizados, para se evitar uma possível interferência do modo de condução do veículo nos resultados. Para todos os testes as trocas de marchas foram realizadas nas velocidades seguintes, exceto para os testes com o ajuste 2: de 1^a marcha

para 2ª marcha a 22 km/h; de 2ª marcha para 3ª marcha a 44 km/h; de 3ª marcha para 4ª marcha a 62 km/h; e de 4ª marcha para 5ª marcha a 82 km/h.

Foram realizados testes com 4 ajustes diferentes, além do ajuste original dos parâmetros de operação do motor:

- Ajuste 1- parâmetros originais de operação do motor;
- Ajuste 2- trocas de marchas sendo operadas em velocidades diferentes: de 1ª marcha para 2ª marcha a 20 km/h; de 2ª marcha para 3ª marcha a 35 km/h; de 3ª marcha para 4ª marcha a 50 km/h; e de 4ª marcha para 5ª marcha a 65 km/h.
- Ajuste 3- ajuste original do sistema de injeção e ignição eletrônica alterado no sentido de eliminar o ar adicional utilizado nas desacelerações para auxiliar a queima do combustível restante no coletor de admissão e melhorar a dirigibilidade (“dash pot”);
- Ajuste 4- ajuste do sistema de injeção e ignição eletrônica alterado no sentido de eliminar a interrupção do escoamento de combustível para o motor nas desacelerações com a borboleta do acelerador totalmente fechada (“cut off”);
- Ajuste 5- ajuste do sistema de injeção e ignição eletrônica modificado no sentido de enriquecer a mistura ar/combustível em 5% em relação ao ajuste original (MBT) e com a regulação da sonda lâmbda desligada.

Para cada um dos ajustes, três testes de emissões foram realizados. Os resultados apresentados representam a média obtida para os testes com cada ajuste.

4. RESULTADOS

Os resultados encontrados nos testes realizados são apresentados nas Figs. 2 a 8. As emissões apresentadas correspondem à média entre os três testes realizados para cada ajuste. Os níveis de emissões de aldeídos e seus componentes, acetaldeído e formaldeído, encontrados com o ajuste 3 não apresentaram diferenças significativas em relação ao ajuste 1 (Figs. 2 a 4). Este resultado é justificado porque, apesar da eliminação do ar adicional nas desacelerações (“dash pot”), foi mantida a interrupção do escoamento de combustível para o motor nas desacelerações com a borboleta do acelerador totalmente fechada (“cut off”), proporcionando ainda uma mistura muito pobre nas desacelerações.

As emissões de aldeídos e seus componentes, acetaldeído e formaldeído, encontradas no ajuste 4 apresentaram um aumento de 10,6%, 9,9% e 8,7%, respectivamente, em relação ao ajuste 1 (Fig. 2 a 4). Este aumento se explica devido ao incremento da quantidade de combustível nas desacelerações, resultando em uma maior concentração de combustível não queimado em relação ao ajuste 1, em condições de baixa pressão e baixa concentração de moléculas de oxigênio favoráveis a oxidação parcial do combustível, propiciando, assim, a formação de aldeídos.

Figuras 2 a 4 indicam ainda uma redução de aldeídos totais e de seus componentes individuais para o ajuste 2 em relação ao ajuste 1. Para o ajuste 2, que caracterizava velocidades de rotação mais elevadas, menor quantidade de oxigênio era admitida no cilindro, propiciando menor formação de aldeídos. Deve-se ressaltar que, para o ajuste 2, a troca de marchas imposta ao veículo não permitiu que o mesmo acompanhasse o ciclo de emissões.

O valor encontrado para as emissões de aldeídos e de seus componentes, acetaldeído e formaldeído, no ajuste 5 apresentou uma diminuição de 10,7%, 12,5% e 7,0% respectivamente em relação ao ajuste 1 (Fig. 2 a 4) Esta diminuição deu-se provavelmente devido ao enriquecimento em 5% da mistura ar-combustível e à eliminação do controle da sonda lâmbda. Esta medida pode ter resultado em um aumento da temperatura do gás de escape, em consequência da reação de oxidação exotérmica, levando a uma maior oxidação dos aldeídos durante a exaustão. Ainda, a diminuição pode ser atribuída a uma maior

tendência a se trabalhar neste ajuste com uma razão ar-combustível média menos favorável à formação de aldeídos que no ajuste 1.

Observa-se na Fig. 5 um aumento de HC no ajuste 2, para troca de marchas a velocidades mais curtas, justificado pela menor quantidade de ar admitido devido às rotações mais elevadas, representando misturas mais ricas e menor taxa de oxidação do combustível não queimado. As emissões de HC encontradas com o ajuste 3 apresentaram um aumento de 14,1% em relação ao ajuste 1. Este aumento é explicado devido à eliminação do ar adicional nas desacelerações ter proporcionado uma depressão maior no coletor de admissão nas desacelerações, arrastando para a câmara de combustão uma maior quantidade de gases residuais do ciclo anterior, prejudicando a combustão e, conseqüentemente, aumentando a quantidade de hidrocarbonetos. As emissões de HC encontradas com o ajuste 4 apresentaram um aumento de 21,9 % em relação ao ajuste 1. Este aumento foi devido à eliminação do “cut off”, que tornou a mistura ar-combustível mais rica nas desacelerações. Para o ajuste 5, as emissões de HC não sofreram alteração significativa em relação ao ajuste 1. Apesar do enriquecimento da mistura ar-combustível em 5% no ajuste 5 em relação ao ajuste 1, durante as desacelerações a mistura se manteve pobre devido à utilização da interrupção do combustível nas desacelerações (“cut off”).

Nenhum dos ajustes provocou uma alteração significativa nas emissões de NO_x , exceto o ajuste 2, como se observa na Fig. 6. Para o ajuste 2, pode-se afirmar que uma mistura ligeiramente mais rica em relação à condição estequiométrica proporcionou menor emissões de NO_x . A concentração de NO_x depende principalmente dos valores máximos de temperatura dos gases na zona de reação da frente de chama e do conteúdo de oxigênio da mistura ar-combustível. Deduz-se, assim, que os ajustes 3, 4 e 5 não influenciaram nestes fatores.

Da Fig. 7, o aumento das emissões de CO para o ajuste 2 em relação ao ajuste original confirma que para este ajuste o motor trabalhou com misturas mais ricas. Apesar das emissões de CO ser muito sensível a alterações da razão ar-combustível, a eliminação do “dash pot” (ar adicional nas desacelerações) não implicou em um aumento significativo dos níveis de CO no ajuste 3. Isto se explica porque durante as desacelerações foi mantido o “cut off” (interrupção do combustível nas desacelerações), que torna a razão ar-combustível nas desacelerações muito pobre, mesmo sem o ar adicional. A eliminação do “cut off” no ajuste 4 implicou em um enriquecimento da mistura ar-combustível nas desacelerações. Este enriquecimento da mistura não provocou um aumento significativo das emissões de CO no ciclo, o que indica que a parcela das emissões de CO nas desacelerações é pequena. Devido às emissões de CO serem muito sensíveis à razão ar-combustível, o enriquecimento da mistura ar-combustível em 5% e a eliminação do controle da sonda lâmbda, efetuado no ajuste 5 em relação ao ajuste 1, implicaram em um aumento de 67% nas emissões de CO.

Figura 8 mostra as emissões de dióxido de carbono para os ajustes testados com a configuração A. Observa-se pouca variação na concentração de dióxido de carbono emitido pelos ajustes, exceto para o ajuste 2, onde obteve-se o menor valor, justificado pela mistura ligeiramente rica. A julgar pela pequena variação de CO_2 para os outros ajustes, é provável que a razão de equivalência da mistura esteve sempre próxima da estequiométrica. Nesta situação, a curva de variação de CO_2 com a razão de equivalência da mistura atinge seu valor máximo, e a variação é pequena nas imediações. Utilizando os resultados obtidos para as emissões de monóxido de carbono, Fig. 7, verifica-se que a mistura mais rica é a do ajuste 5, e a mais pobre a do ajuste 1. Da Fig. 8, a mistura para o ajuste 4 é a que mais se aproxima da estequiométrica. Considerando a predominante influência da razão de equivalência da mistura nas emissões de CO_2 , e comparando as Figs. 8 e 2, confirma-se esta influência também nas emissões de aldeídos.

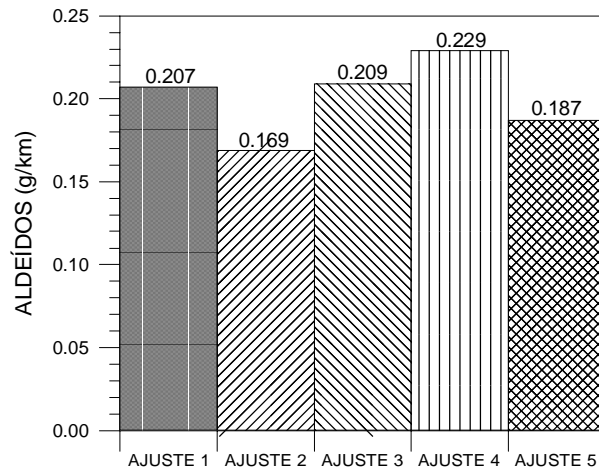


Figura 2 - Gráfico comparativo das emissões de aldeídos entre os ajustes.

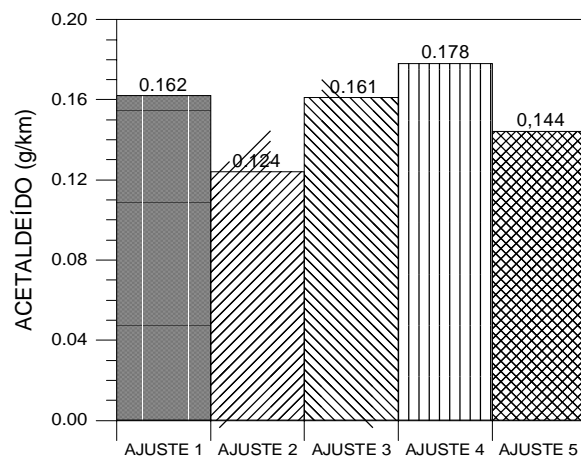


Figura 3 - Gráfico comparativo das emissões de acetaldeído entre os ajustes.

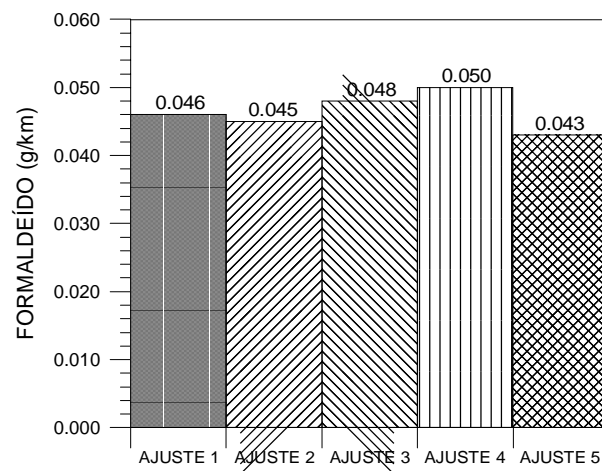


Figura 4 - Gráfico comparativo das emissões de formaldeído entre os ajustes.

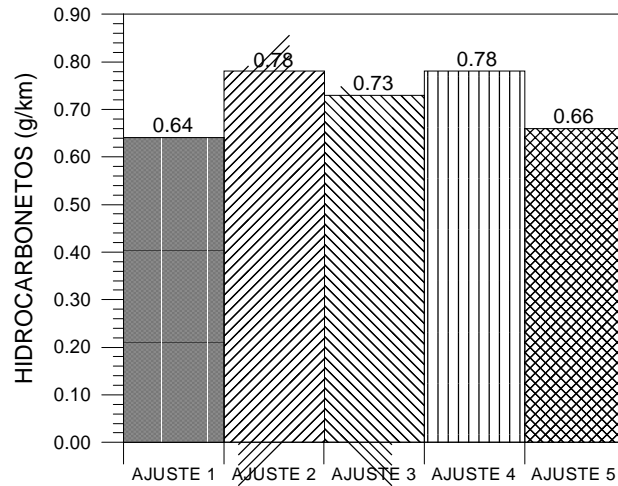


Figura 5 - Gráfico comparativo das emissões de hidrocarbonetos entre os ajustes.

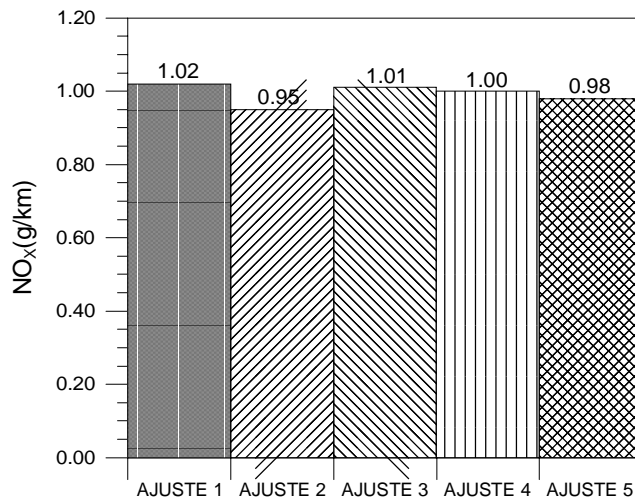


Figura 6 - Gráfico comparativo das emissões de óxidos de nitrogênio entre os ajustes.

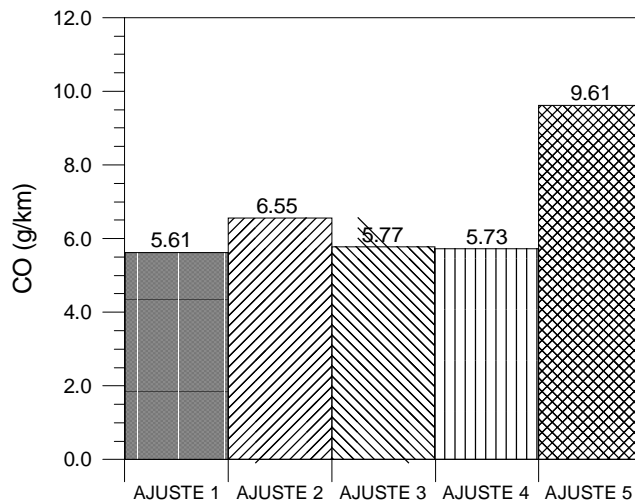


Figura 7 - Gráfico comparativo das emissões de monóxido de carbono entre os ajustes.

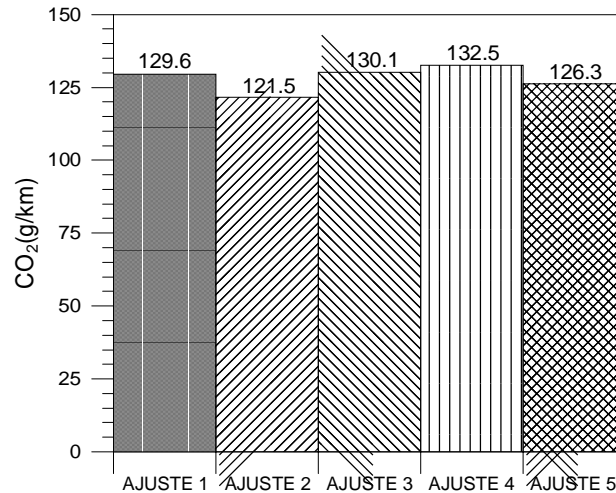


Figura 8 - Gráfico comparativo das emissões de dióxido de carbono entre os ajustes.

5. CONCLUSÕES

- Apesar de não serem conclusivos os resultados obtidos com a alteração das velocidades de troca de marchas, devido ao veículo não ter conseguido acompanhar o ciclo de emissões nos testes, verificou-se uma tendência à redução das emissões de aldeídos e óxidos de nitrogênio com velocidades de troca de marchas mais baixas, enquanto um aumento foi verificado para as emissões de CO e HC.
- Com a eliminação do sistema de fornecimento de ar adicional ao motor nas desacelerações (“dash pot”), ocorreu um aumento nas emissões de HC, enquanto CO, NO_x e aldeídos permaneceram inalterados.
- Com a eliminação do sistema de interrupção de combustível nas desacelerações (“cut off”), as emissões de hidrocarbonetos e aldeídos aumentaram, enquanto as emissões de CO e NO_x permaneceram constantes.
- Com o enriquecimento da mistura ar-combustível, houve um aumento de 67% nas emissões de CO, as emissões de aldeídos tenderam a diminuir e os níveis de emissões de HC e NO_x permaneceram constantes.

Agradecimentos

Os autores agradecem a FIAT Automóveis S.A., pelo suporte financeiro a este projeto.

REFERÊNCIAS

- Ayyasamy, R., Nagalingam, B., Ganasan, V., Gopalakrishnan, K.V., and Murthy, B.S., 1981, Formation and Control of Aldehydes in Alcohol Fueled Engines, SAE Paper No. 811220.
- Browning, L.H. and Pefley, R.K., 1977a, Computer Predicted Compression Ratio Effects on No Emissions from a Methanol Fueled S.I. Engines, SAE Paper 779006.

- Browning, L.H. and Pefley, R.K., 1977b, Predicted Methanol-Water Fueled S.I. Engine Performance and Emissions, Second International Symposium on Alcohol Fuel Technology, Wolfsburg Germany.
- Browning, L.H. and Pefley, R.K., 1979a, Kinetic Wall Quenching of Methanol Flames with Applications to Spark Ignition Engines, Paper No. CSS/CI-79-22 Spring Meeting Central State Sect. On. The Combustion Institute Columbus, Indiana.
- Browning, L.H. and Pefley, R.K., 1979b, Kinetic wall-quenching of Methanol flames with application to Spark Ignition Engines, SAE Paper No. 790676.
- Browning, L.H. and Pefley, R.K., 1980, An Analytical Study of Aldehyde Formation during the Exhaust Stroke of a Methanol-Fueled S.I. Engine, Proceedings of the IV International Symposium of an Alcohol Fuel Technology. Vol. II.
- Kim, Y.K., Tsuruga, T., Kibayashi, S., Yoshida, M., Iwai, N., Suto, H., and Ito, T., 1976, Behaviour off Unevaporated Fuel in Combustion Chamber, Automobile Engine for Methanol Fuel, JARI Technical Report No. 27.
- NBR6601 - Veículos Rodoviários Automotores Leves - Determinação de hidrocarbonetos, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e dióxido de carbono no gás de escapamento.
- NBR12026 - Veículos Rodoviários Leves - Determinação da emissão de aldeídos e cetonas contidas no gás de escapamento, por cromatografia líquida - Método DNPH.
- U.R., 1953, The High Speed Internal Combustion Engines , Ricardo Blackie and Sons Limited.
- Withrow, L., and Rasswuller, G.M., 1934, Formaldehyde Formation, Industrial and Engineering Chemistry, Vol. 26, No. 12.

THE INFLUENCE OF ENGINE OPERATING PARAMETERS ON ALDEHYDE EMISSIONS FROM AN ETHANOL-FUELLED VEHICLE

Abstract. *This work presents results and analysis of experiments on aldehyde emissions and on the regulated pollutants (CO, HC and NO_x) emissions, with varying engine operational parameters in an ethanol-fuelled vehicle during a standard urban test cycle. The test cycle was carried out with the vehicle in a chassis dynamometer, and simulates an average urban trip of approximately 5,8 km, under steady state conditions. The varied parameters were fuel/air equivalence ratio, dash pot function, cut off function and gear change speed. The results found showed lower aldehyde emissions for gear change at lower speeds and for richer mixtures.*

Keywords: *Aldehyde Emissions, Ethanol Fuel, Internal Combustion Engine*