

Efeito do número de cetano e nas emissões de hidrocarbonetos voláteis e material particulado nos motores Diesel

Marina Calcagnotto Mascarello¹, Renato Cataluña Veses², Rosangela da Silva³

¹Engenharia de Energia UFRGS (marinacmascarello@gmail.com)

²UFRGS – Instituto de Química (rcv@ufrgs.br)

³PUCRS – Faculdade de Química (rosangela@iq.ufrgs.br)

Introdução

Nos motores Diesel os hidrocarbonetos voláteis são provenientes de dois processos: a combustão incompleta e as reações de craqueamento. A combustão incompleta ocorre nas partes frias do motor onde o processo de combustão é limitado, como nas paredes do motor e regiões onde a mistura de ar e combustível está muito dissolvida. A reação de craqueamento consiste basicamente na quebra de ligações entre carbonos e, portanto, produz hidrocarbonetos reativos precursores do material particulado (MP). O MP é formado por uma série de reações bastante complexas e, devido ao seu pequeno tamanho, é facilmente inalado através das vias respiratórias. Para relacionar as emissões com a qualidade do diesel, existe a medida chamada número de cetano (NC), que indica a tendência de autoignição do combustível. Essa grandeza se relaciona inversamente com o chamado “tempo de retardo”, que se refere ao tempo entre a injeção do combustível e o início da combustão. Um alto número de cetano representa menor atraso de ignição e conseqüentemente melhor desempenho se comparado a um diesel com baixo NC.

Objetivos

O trabalho tem como objetivo analisar as emissões de hidrocarbonetos voláteis e material particulado do diesel em um motor de injeção mecânica. Busca relacionar os diversos parâmetros que determinam a qualidade do combustível e comparar com os padrões determinados pela legislação.

Metodologia

Foram conduzidos ensaios em um motor Diesel mono cilindro Toyama 7,0 Hp, 250 cm³ e injeção mecânica, que operou com 80% da potência máxima. Foram utilizados quatro combustíveis com número de cetano estabelecido e a partir desses foram feitas quatro formulações adicionando um padrão secundário para aumentar ou diminuir o NC. Esses dados seguem na tabela abaixo.

| Combustível | S10 | S1800 | S500 | M500 |
|------------------------|------|--------|-------|-------|
| Número de Cetano | 50 | 51 | 45 | 46 |
| Combustível modificado | S10m | S1800m | S500m | M500m |
| Número de Cetano | 45 | 45 | 50 | 50 |

Tabela 1: Combustíveis e formulações utilizadas.

Foi desenvolvido um procedimento específico de amostragem que consiste na filtragem do gás de descarga para retenção do material particulado e condensação da parcela volátil através do resfriamento dos gases. Os hidrocarbonetos voláteis foram determinados através da oxidação em fluxo da fração líquida condensada em atmosfera de oxigênio. A coleta do PM nos gases de descarga foi realizada em fluxo utilizando um diferencial de pressão inicial de 300 mbar através de um filtro de microfibras de vidro com 47 mm de diâmetro. O tempo de retardo foi avaliado a partir dos sinais de pressão obtidos com a utilização de sensores de pressão indutiva e auxílio de um osciloscópio. Os perfis de pressão, como o apresentado na figura abaixo, na qual o azul corresponde à pressão da tubulação de combustível antes do bico injetor e a amarela à do interior da câmara de combustão, possibilitaram a obtenção de uma estimativa bastante precisa do retardo da ignição para cada combustível analisado. O tempo de retardo corresponde à diferença entre o ponto P2 - início da combustão- e o P1 - abertura do bico injetor.

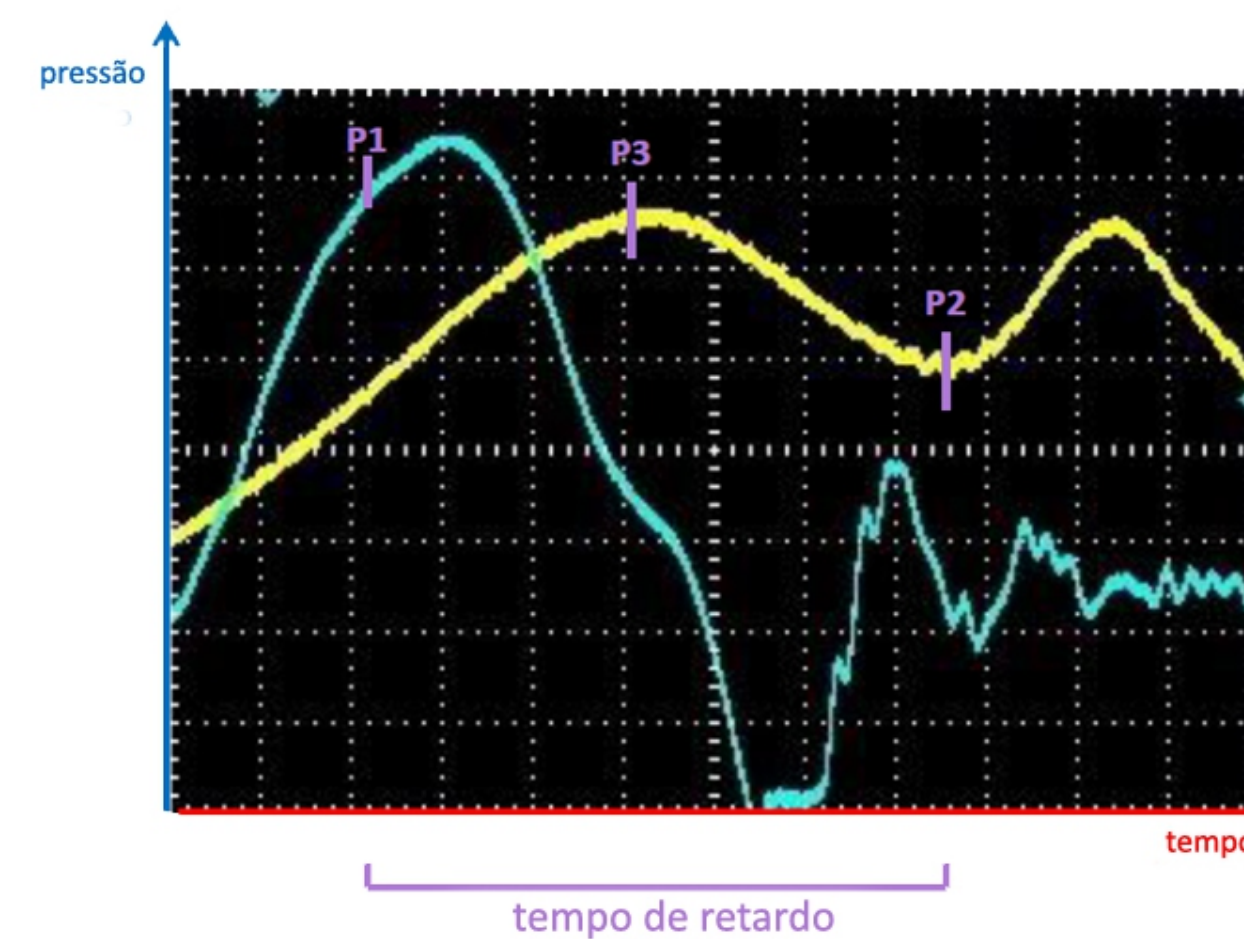


Figura 1: Perfis de pressão antes do bico injetor (azul) e no interior da câmara de combustão (amarelo) obtidos no osciloscópio.

Resultados

| Combustível | Tempo retardo (ms) | MP (mg/m ³) | HCs (mg/m ³) |
|-------------|--------------------|-------------------------|--------------------------|
| M500 | 1.44 | 16 | 130 |
| M500m | 1.26 | 27 | 110 |
| S10 | 1.24 | 30 | 105 |
| S10m | 1.34 | 21 | 115 |
| S500 | 1.38 | 17 | 130 |
| S500m | 1.28 | 29 | 105 |
| S1800 | 1.26 | 33 | 130 |
| S1800m | 1.34 | 22 | 160 |

Tabela 2: Resultado das análises.

Através dos resultados obtidos, primeiramente comprova-se a relação inversa da medida do número de cetano com o tempo de retardo da ignição para motores de injeção mecânica. Nos combustíveis com maior NC, observamos menor tempo de retardo e o inverso também é válido.

Analisando a quantidade de material particulado retido no elemento filtrante, nota-se que em um combustível com menor NC a formação do mesmo é maior. Isso se deve ao fato de que durante o tempo de atraso da ignição não há combustão efetiva, o que justifica também a maior quantidade de hidrocarbonetos voláteis formados. Em combustíveis com alto NC, como o tempo de retardo da ignição é menor, ocorre um aumento da temperatura dentro da câmara de combustão rapidamente, queimando mais combustível e gerando maior quantidade de MP, o que aumenta a área disponível para a condensação dos HC's e diminui, portanto, sua quantidade na fração líquida. Comparando os combustíveis modificados com os originais, o S1800m, cujo NC foi diminuído, apresentou diminuição de aproximadamente 40% de acúmulo de MP e aumento de 20% de HC's em relação ao S1800. Já no S10m observou-se 20% de diminuição na emissão de MP e aumento de 10% na emissão de HC's. Já os não modificados S500 e M500 emitiram 50% a mais de MP e em torno de 20% a menos de HC's que seus modificados (S500m e M500m).

Conclusão

A análise dos dados disponíveis vieram a confirmar o que era lógico pelas relações feitas entre número de cetano e retardo de ignição com a formação de material particulado e hidrocarbonetos voláteis para motores de injeção mecânica. Os resultados obtidos mostraram que a quantidade de hidrocarbonetos emitidos foi de 0,54 a 0,69 g/kWh. De acordo com a regulamentação da PROCONVE P-6 os hidrocarbonetos totais emitidos não devem ultrapassar de 0,46 g/kWh. Estes resultados demonstram que para atingir estes níveis de emissões é necessário algum tipo de tratamento pós-combustão. Combustíveis com baixo número de cetano em motores de injeção mecânica emitem menos quando comparado com a utilização dos combustíveis recomendados para os motores com injeção em altas pressões e controle eletrônico.

Referências

- CARDOSO, Gabriel; CATALUÑA, Renato; DA SILVA, Rosangela; RUSCHEL, Roberta; SILVA, Elias. O efeito do Número de Cetano nas emissões de Material particulado em veículos ciclo Diesel; 2012.
OWEN, K.; COLEY, T. Automotive Fuels Reference Book. 2th ed, Society of Automotive Engineers, In: U.S.A, 1995.
BRAUN, S.; APPEL, L.G.; SCHMAL, M; The Pollution from Diesel engines – the particulate matter current experiences and future needs, Química Nova 27 (2003).
RESOLUÇÃO CONAMA nº. 403 de 2008.