

## P07, “Otimização da Calibração de Sistema Dual-Fuel (Diesel-Gás) e Validação de Catalisador”, Ciclo 2017/2018

Alexandre F. Schoubek<sup>1</sup>, Celso R. Bertinotti<sup>2</sup>, Antonio Bermudo<sup>3</sup> & Lucas Squaiella<sup>4</sup>

1,2, Gas Brasileiro Distribuidora

3, Convergás Fuel Systems

4, MAHLE Metal Leve – Centro Tecnológico Jundiaí / SP

**Resumo** – Projeto de P&D – visou desenvolver uma nova calibração do sistema diesel-gás aplicado a veículo pesado com a meta de aumentar a taxa de substituição de diesel por gás natural e adicionalmente, validar um catalisador para tratar as emissões de metano presentes na exaustão do sistema.

**Palavras-chave:** diesel-gás; dual-fuel; motor de combustão interna e catalisador.

### Introdução

O mercado sucroenergético é considerado promissor em termos de expansão no uso do gás natural na região noroeste do Estado de São Paulo, seja no uso em frotas (caminhão e colhedoras), seja na otimização do uso da biomassa na geração de energia elétrica excedente por meio da introdução de uma pequena quantidade de gás natural aplicada no ciclo de vapor da usina.

Sendo assim, iniciativas de C&R e P&D que contribuam para o desenvolvimento e amadurecimento das aplicações são fundamentais para que esse potencial se concretize o de forma sustentável o mais breve possível.

O projeto P-04 realizado no ciclo 2016/2017 permitiu avaliar o desempenho da tecnologia diesel-gás, onde obtivemos taxa de substituição média de 30%. É necessário aumentar a taxa de substituição a fim de garantir a viabilidade econômica de projetos de substituição parcial do diesel, assim como dispor de um catalisador que possa regularizar as emissões atmosféricas da solução, principalmente reduzindo a emissão em termos de g / kwh.

Foto 1: Caminhão Diesel-Gás



### Desenvolvimento

A escolha do laboratório de testes se baseou na sua capacidade técnica para testes de motor de acordo com a ABNT NBR 15634:2012, a qual tem como requisito a execução de ciclos ETC (European Transiente Cycle), ESC (European Stationary Cycle) e ELR (European Load Response - emissões gasosas e material particulado), 3 repetições. O laboratório da Mahle Power Train localizado em Jundiaí / SP é referência nacional e internacional na homologação de motores de combustão, tendo inclusive reconhecimento pelo Inmetro no que fiz respeito a ABNT NBR ISO/IEC 17025 – laboratório de ensaio e calibração.

Com relação ao catalisador, a Umicore, empresa nacionalmente conhecida como provedora de soluções de emissões para o mercado automobilístico, preparou 3 amostras com cargas de metais preciosos distintos para validação em bancada.

Foto 2: Bancada de Testes



A seguir, detalhamento de atividades planejadas e executadas:

**A-) Set Up da bancada de testes e disponibilização de GNC:** Procedimentos de instalação do motor em bancada, instalação dos dispositivos de medição e controle. Preparação do sistema de gás natural comprimido e medidor de vazão;

**B-) Rodagem do baseline no modo diesel:** (i) rodagem de dois (2) ciclos baseados na Norma NBR 1585 para determinação da potência líquida efetiva com diesel S10 (ii) medição de emissões com a rodagem de 6 (seis) ciclos baseados na Norma NBR 15634 somente com diesel S10 dividido em regime estacionário e transiente (iii) medição de emissões: rodagem de seis (06) ciclos baseados na norma NBR 15634 somente com diesel S10 dividido entre regime estacionário e transiente;

**C-) Calibração do motor diesel-gás:** Procedimento a ser realizado pelo fabricante do kit dual-fuel (Convergás) engloba a instalação do kit dual-fuel e calibração de forma garantir que os resultados obtidos estejam baseados no regime de operação informado pela Usina.

**D-) Rodagem do motor no modo diesel-gás:** (i) rodagem de dois (02) ciclos baseado na norma NBR 1585 para determinação de potência líquida efetiva com diesel e gás natural (ii) medição de emissões, rodagem de seis (06) ciclos baseados na norma NBR 15634 com diesel S10 e gás natural dividido entre regime estacionário e transiente (iii) medição de emissões: rodagem de seis (06) ciclos baseados na norma NBR 15634 diesel-gás em regime estacionário e transiente;

**E-) Análise da eficácia do catalisador:** A empresa parceira fabricante de catalisador disponibilizará 3 versões de catalisador, que serão instalados sequencialmente até a

identificação da condição ideal em termos de desempenho x custo.

**F-) Tratamento de dados:** Interpretação das medições e validação dos ensaios;

**G-) Elaboração e entrega do relatório final e apresentação de resultados.**

## Resultados

O aumento na taxa média de substituição de diesel com a nova calibração do sistema diesel-gás foi atingido, contudo houve um incremento nas emissões de CO2 equivalente em relação a calibração anterior.

### • Taxa de Substituição de Diesel

Obteve-se taxa de substituição média de 49%, conforme potência e rotação ensaiado.

Com relação a emissões atmosféricas, observamos um aumento significativo nas emissões de metano, já as emissões de CO2 e NOx foram reduzidas.

### • Emissões Atmosféricas

Com relação a emissões atmosféricas, observamos um aumento significativo nas emissões de metano, já as emissões de CO2 e NOx foram reduzidas em relação a calibração da fase I.

### • Catalisador

A validação do catalisador ficou comprometida devido parâmetros desfavoráveis para sua ação efetiva: baixa temperatura na exaustão, deficiência de oxigênio e baixa carga de material precioso.

**Tabela 1: Emissões Diesel Gás x Solução Convencional**

NOx	-20,1%
CO2	-10,5%
CH4	19 g/kWh

## Conclusões e Contribuições

Observa-se que o kit diesel-gás possui uma restrição em termos de rendimento na

substituição, lembrando que o objetivo inicial foi garantir a performance de torque e potência do caminhão.

O aumento na taxa de substituição: de 35% para 49% foi expressiva, contudo impactou na presença de mais metano na exaustão.

A oxidação de metano é um grande desafio considerando a estabilidade da molécula e baixa temperatura presente na exaustão. Por isso as amostras catalíticas testadas não foram eficientes e pouco impactaram no resultado final. Também identificamos que a presença de oxigênio foi afetada, o que reduz ainda mais a ação do elemento catalisador.

Será necessário um projeto de desenvolvimento de produto para regularizar as emissões de metano.

O Brasil não possui legislação específica para os casos de “retrofit” de caminhões a diesel, ou seja, não há obrigatoriedade neste quesito, contudo a *GasBrasiliano* entende que a solução diesel-gás deve reduzir os níveis de emissões de gases de efeito estufa e fará a proposição de uma nova fase do projeto.

## Referência

Squaiella, Lucas, Relatório de Testes  
RMST18/0361-02, Mahle Metal Leve – 2018.