

Copyright 2004, Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP

Este Trabalho Técnico Científico foi preparado para apresentação no 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, a ser realizado no período de 2 a 5 de outubro de 2005, em Salvador. Este Trabalho Técnico Científico foi selecionado e/ou revisado pela Comissão Científica, para apresentação no Evento. O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pelo IBP. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões do Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, Sócios e Representantes. É de conhecimento e aprovação do(s) autor (es) que este Trabalho será publicado nos Anais do 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás

Projeto Piloto de Ônibus Urbano “Ottolizado” para Medir Desempenho com uso do Combustível GNV

Vilson João Batista¹
Carlos Alberto Kern Thomas²
Serguei Nogueira da Silva³
Luiz Gustavo de Melo Freire⁴
Alexandre Nunes filho⁵

¹ Coordenador do Projeto e Professor Pesquisador da UFRGS / EE / PROMEC / DEMEC.

– Departamento de Engenharia Mecânica, Rua: Sarmento Leite, 425. Porto Alegre - RS. CEP. 90050-170.

² Eng. de Pesquisa UFRGS / EE / UFRGS, Rua: Sarmento Leite, 425. Porto Alegre - RS. CEP. 90050-170.

³ Mestrando do PROMEC / EE / UFRGS, Rua: Sarmento Leite, 425. Porto Alegre - RS. CEP. 90050-170.

⁴ Gerência de Tecnologia de Desenvolvimento de Mercado - TDM/MC - Coordenador de projetos Automotivos.

⁵ Área de Desenvolvimento Tecnológico de Materiais e Novos Fornecedores, DTMN – Petrobrás.

Resumo – Este Projeto Piloto tem como objetivo desenvolver um experimento de campo partindo de um ônibus comercial usado e opôs conversão do motor via “ottolização” operá-lo com o combustível GNV – Gás Natural Veicular. Além da conversão do motor, originalmente movido com diesel, fez-se à instalação de cinco cilindros de material compósito para o armazenamento do gás natural veicular comprimido. Também, para acompanhar o desempenho do veículo operando em linha comercial, fez-se o projeto e implementação de um sistema para monitoramento via instrumentação embarcada. Este sistema permite o registro das grandezas que caracterizam o desempenho do motor e outras avaliações do veículo de transporte urbano. Estes dados possibilitarão uma análise comparativa de desempenho entre dois ônibus: um movido a diesel e o outro, após a conversão, movido a gás natural veicular - GNV. Os dados característicos do motor serão obtidos a partir do monitoramento da temperatura da água de arrefecimento, do óleo e do ambiente, da pressão do ar no coletor de admissão, da posição do acelerador. Ainda, serão mensurados o deslocamento, a rotação do motor e a velocidade instantânea via utilização de um conversor frequência em tensão. Os dados serão armazenados em um “data logger”, com uma taxa de aquisição de dez pontos por segundo. Posteriormente, através da utilização de um dinamômetro de referência, serão levantadas as curvas de torque e potência do motor utilizado. O sistema de instrumentação será montado de maneira a não interferir no funcionamento normal do veículo.

Palavras-Chave: Conversão do diesel para GNV; Ônibus a GNV; Projeto Piloto com GNV.

Abstract – This Pilot Project has as objective to develop a field experiment leaving of an used commercial bus and it opposed conversion of the motor he/she saw "ottolization" to operate it with combustible GNV - Natural Gas to Transmit. Besides the conversion of the motor, originally moved with diesel, he/she made himself the installation of five cylinders of material composite for the storage of the natural gas to transmit tablet. Also, to accompany the acting of the vehicle operating in commercial line, he/she made himself the project and implement of a system for monitoring through embarked instrumentation. This system allows the registration of the greatness that you/they characterize the acting of the motor and other evaluations of the vehicle of urban transport. These data will facilitate a comparative analysis of acting among two buses: one moved to diesel and the other, after the conversion, moved to natural gas to transmit - GNV. The characteristic data of the motor will be obtained starting from the monitoring of the temperature of the cooling water, of the oil and of the atmosphere, of the pressure of the air in the admission collector, of the position of the accelerator. Still, they will be measurable the displacement, the rotation of the motor and the instantaneous speed saw use of a convert frequency in tension. The data will be stored in a "date logger", with a rate of acquisition of ten points a second. Later on, through the use of a reference dynamometer, they will be lifted up the toast curves and potency of the used motor. The instrumentation system will be set up in way to not to interfere in the normal operation of the vehicle.

Keywords: Conversion of the diesel for GNV; Bus GNV; Pilot project with GNV.

1. Introdução

A cada ano se elevam as restrições ambientais às emissões de veículos automotores, IBAMA - CONAMA (1998). Estas ações são direcionadas, principalmente, para os grandes centros urbanos, saturados de automóveis, ônibus e caminhões. As Regiões Metropolitanas já apresentam forte degradação da qualidade do ar, condição característica da maior parte dos grandes centros urbanos. Os poluentes presentes na atmosfera destas Regiões estão principalmente relacionados aos elevados níveis de emissões provenientes dos veículos automotores leves e pesados e secundariamente pelas emissões originadas em processos industriais. Com isso, a poluição do ar tem sido objeto de extensas pesquisas nas últimas décadas e caracteriza-se como um fator de relevante importância na busca da preservação do meio ambiente e na implementação de um desenvolvimento sustentável, pois seus efeitos afetam de diversas formas a saúde humana, os ecossistemas e os materiais, PARLAMENTO EUROPEU (1999) / DIRECTIVA da CE (2000).

Os índices permissíveis dos compostos nos escapamentos vão diminuindo, elevando as pesquisas por alternativas e ampliando o espaço para introdução dos chamados combustíveis limpos, Pelliza (2001). No Brasil, o GNV - gás natural veicular surge como alternativa já implantada com sucesso e crescente nos veículos leves; de passeio e táxis. Considerando as reservas nacionais recém descobertas no país, inicia-se oficialmente uma política de incentivos visando à substituição do diesel, utilizado como combustível na frota de veículos – ônibus, para o transporte coletivo de passageiros pelo GNV – gás natural veicular.

Neste contexto, têm-se ações de parcerias entre entidades de pesquisa – Universidades e Empresas, a saber: UFRGS, PETROBRAS – Rede Gás Energia, TGB, SulGás, Bee/Dynetek, Soul e Tomasetto Achille. Este desenvolvimento está sendo executado através do Projeto Piloto GASBUS, que conta com um ônibus urbano da Soul – veículo 7072, no qual se realizou a instalação de cinco cilindros de material compósito da Dynetek, “ottolização” do motor via “kit” Tomasetto Achille e, instrumentação embarcada para monitoramento e registros de dados operados pela UFRGS. Com este instrumental, foram propostos diversos conjuntos de testes que estão sendo executados em linha comercial com o transporte em regime normal de passageiros entre as cidades de Alvorada e Porto Alegre – que compõem a região metropolitana da capital gaúcha. O ônibus urbano – 7072 com o motor alimentado por GNV, está sendo operado em três linhas comerciais distintas, sendo uma classificada como de fácil acesso, a segunda como de médio grau de dificuldade devido a aclividade – declividade, e uma terceira considerada como trajeto difícil devido ao elevado grau de aclividade. Durante os deslocamentos do ônibus urbano – 7072 com o motor alimentado por GNV, são registrados via instrumentação embarcada os diversos parâmetros que resultam da operação do veículo. Estes registros são posteriormente analisados e comparados com outros ônibus de transporte coletivo urbano, também, operando nas mesmas linhas comerciais, e alimentados com o combustível diesel.

Também, pode-se salientar que o escopo do Projeto Piloto GASBUS, foi planejado com diversos pontos considerados diferenciais, justamente para gerar resultados repetitivos que sejam representativos de todo o conjunto do instrumental disponibilizado como:

- utilização de um ônibus usado – chassi de meia idade;
- motor convertido para o GNV – via kit de “ottolização”;
- cilindros leves de material compósito e adaptados ao chassi e carroceria já existentes;
- instrumentação embarcada para registros dos eventos;

Cada item proposto no planejamento do presente Projeto Piloto leva em conta aspectos dentro da realidade dos frotistas transportadores de passageiros em regiões metropolitanas que consideram; manutenção e operação da frota, período de vida útil do veículo, revenda dos ônibus usados para renovação da frota, valor dos novos chassis e custo operacional entre outros. Todos os itens citados são componentes econômicos que irão compor a planilha de custos e impactar no preço final da passagem, justificando, portanto, estudos experimentais com combustíveis que resultem em ganhos econômicos e ambientais.

2. Materiais e Métodos

Em relação a outras experiências no Brasil do uso do GNV em ônibus urbano, o Projeto Piloto GASBUS apresenta alguns diferenciais como; a utilização de um veículo usado, a adoção de cilindros de material composto para armazenamento do GNV, reduzindo assim o peso acrescido no veículo quando comparado aos tradicionais cilindros de aço, Estado da Arte - . Conversão do motor via kit de “ottolização”, e instrumentação embarcada para registro dos eventos.

2.1. Veículo Utilizado

O ônibus utilizado no Projeto Piloto GABUS é composto de um veículo urbano com chassi marca Mercedes-Benz, modelo 1721, e motor OH 366 LA – turboalimentado. A carroceria é fabricada pela Comil, modelo Svelto, e ano 1999, conforme mostra a figura 1.



Figura 1. Vista geral do veículo SOUL - 7072 utilizado para teste de utilização de GNV.

2.2. Cilindros Utilizados

Os cinco cilindros utilizados para armazenamento do GNV – Gás Natural Veicular, foram do tipo leve produzidos em material compósito com alma em liga de alumínio e reforçado com fibra de carbono e resina. Estes são fabricados pela empresa Canadense Dynetek, modelo V 176, e com as seguintes características técnicas nominais: volume interno de 176 litros, dimensões de 384 x 1890 mm, peso de 59 kg, capacidade de 45,6 m³ – diesel equivalente de 44,5 litros. A figura 2 apresenta uma vista geral do cilindro utilizado.



Figura 2. Vista geral do cilindro DYNETEK – V 176 utilizados para armazenagem de GNV.

2.3. Conversão do Motor

A partir do sistema propulsor original do ônibus utilizado no Projeto Piloto GASBUS com um motor marca Mercedes Benz, modelo OH 366 LA – turboalimentado, executou-se a conversão do ciclo Diesel original para o ciclo Otto, através da utilização de um “kit” desenvolvido pela empresa Tomasetto Achille. As figuras 3a e 3b apresentam uma vista geral do conjunto de peças que formam o kit de “ottolização”.

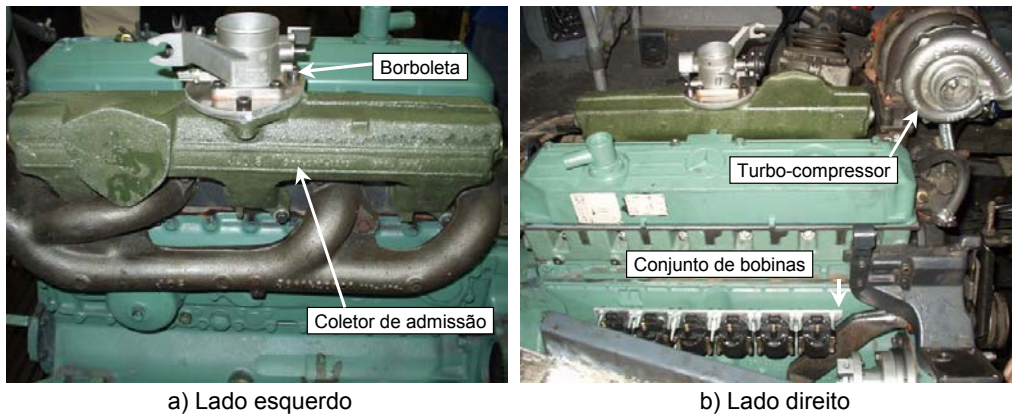


Figura 3. Vista geral do “kit” Tomasetto Achille utilizado para conversão de motor para o uso do GNV.

2.4. Sistema de Instrumentação Embarcada

Conforme escopo do Projeto e, para viabilizar uma análise comparativa de desempenho entre os veículos originalmente operado a diesel e operado a GNV, foi necessário à utilização de um sistema de instrumentação embarcada. Este sistema faria o registro dos dados gerados em tempo real, através do monitoramento das grandezas que caracterizam o desempenho do veículo testado. Assim, neste estudo foram definidas as grandezas de interesse para a análise de desempenho como: consumo de combustível, posição do pedal do acelerador, massa de ar no coletor de entrada, temperatura da água de arrefecimento, temperatura do óleo do motor, temperatura ambiente, rotação do motor, velocidade instantânea. Numa segunda fase do Projeto GASBUS, também será executado a aquisição, via analisador de gases do tipo portátil, para de forma sincronizada com os parâmetros de interesse registrar os gases de emissão.

3. Resultados e Discussões

Por uma questão estratégica, todas as etapas foram executadas nas dependências da Empresa SOUL, com envolvimento das equipes técnicas atuando, sempre que possível, de forma conjunta nas atividades previstas de montagens dos cilindros, conversão do motor e instalação da instrumentação embarcada.

3.1. Modificações Executadas no Veículo Utilizado

Para adequação as necessidades do Projeto Piloto GASBUS o veículo 7072 – SOUL foi submetido a um conjunto de modificações como:

- **motor**, consistiu em ajustes para as medidas nominais em seu sistema mecânico – camisas / biela – manivela / casquilhos e munhões, visto que se tratava de um motor com mais de 300.000 km rodados. Também, executou-se recuperação na bomba d’água e modificação no cano de descarga;
- **carroceria**, análise com a engenharia da COMIL sobre as modificações na caixa de baterias, retirada do tanque do combustível diesel e deslocamento de barras e tirantes – fixadores da “saia da carroceria” para liberar espaço aos cinco cilindros para o armazenamento do GNV. A figura 4 mostra os espaços disponíveis e as modificações implementadas;

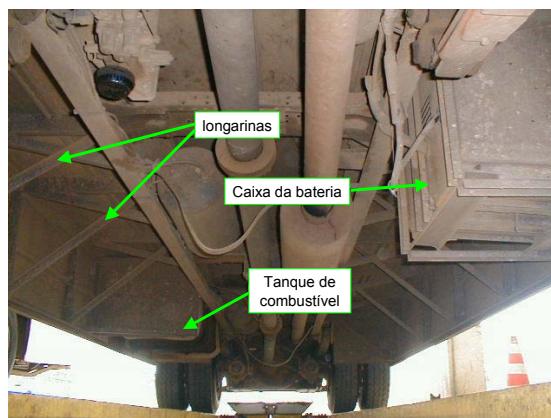


Figura 4. Vista geral inferior do chassi para instalar os cilindros DYNETEK – V 176, armazenagem de GNV.

- **sistema elétrico**, revisão geral dos chicotes elétricos e adequação de espaço físico para instalação das caixas da centralina – eletrônica do ciclo Otto. Também, para a instrumentação embarcada foi instalado sensores eletrônicos, sistema de aquisição de dados, placas A/D, “data logger” e fontes e conversores de tensão;

- **estação de trabalho**, a alavanca de marchas teve sua posição alterada em função do lay out modificado e, o cofre do motor sofreu modificações em seu volume visto a nova posição do tubo compressor do motor.

3.2. Instalação dos Cilindros para o GNV

Em atendimento as normas da SOUL, de autonomia de 420 km para o veículo 7072 – operando em linhas comerciais, executou-se um lay out possível pelo espaço permitido abaixo da carroceria do ônibus e junto ao chassi 1721, conforme mostra a figura 5.

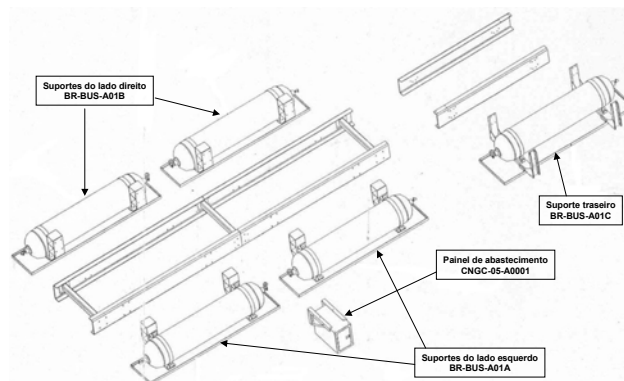


Figura 4. Vista esquemática do lay out de montagem dos cilindros DYNETEK para o GNV.

Assim, com a configuração e instalação de cinco cilindros, respectivas tubulações, suportes e estruturas de fixação, e caixa da central de abastecimento, totalizou-se um volume nominal de $5 \times 45,6 \text{ m}^3 = 228 \text{ m}^3$ de GNV armazenado, e que propiciará uma autonomia estimada de 450 km. Considerando que o GASBUS fará uma média de 2 km por m^3 de GNV, ficam atendidas as exigências de logística da empresa. As configurações de montagem, bem como aquelas que foram executadas podem ser visualizadas nos conjuntos das figuras 5 e 6 apresentados a seguir.

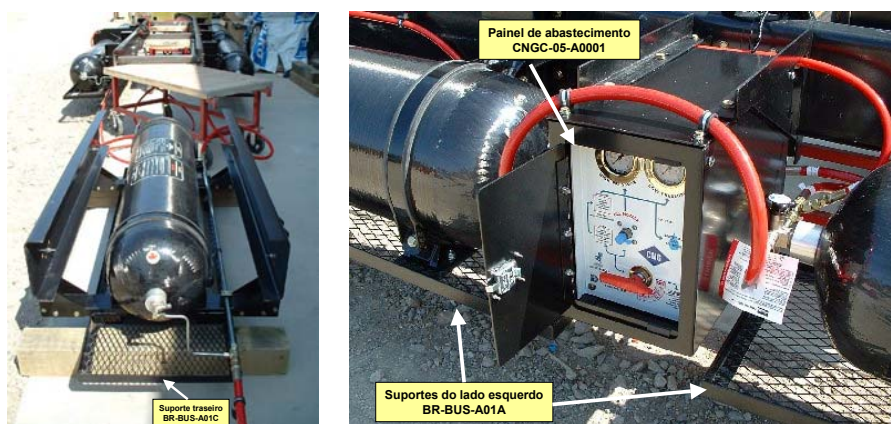


Figura 5. Vista dos testes de montagem dos cilindros DYNETEK para armazenamento do GNV.

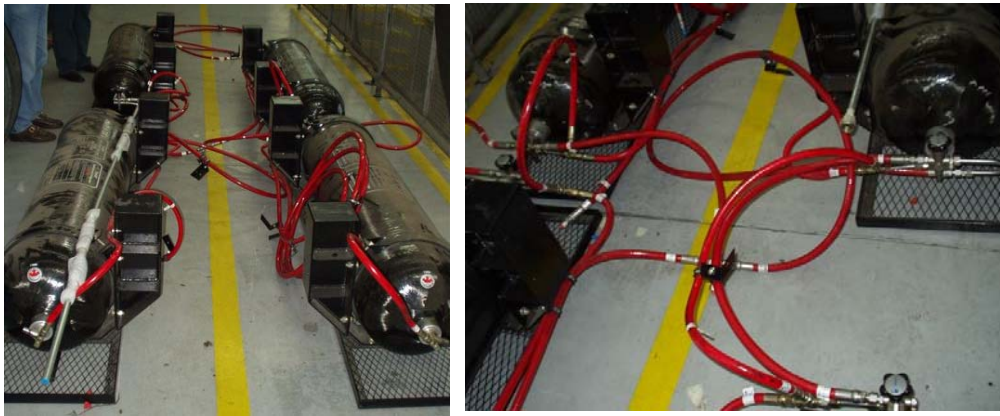


Figura 6. Vista geral dos testes de montagem dos cilindros DYNETEK com tubulações para o GNV.

Em relação aos requisitos de segurança a montagem final foi considerada tecnicamente conveniente dada à compatibilidade do espaço disponível aos cilindros Dynetek V 176 e suas características técnicas com: volume interno de 176 litros, dimensões de 384 x 1890 mm, peso de 59 kg, capacidade de 45,6 m³ – diesel equivalente de 44,5 litros. Uma proteção física adicional foi utilizada como mostra a figura 7.

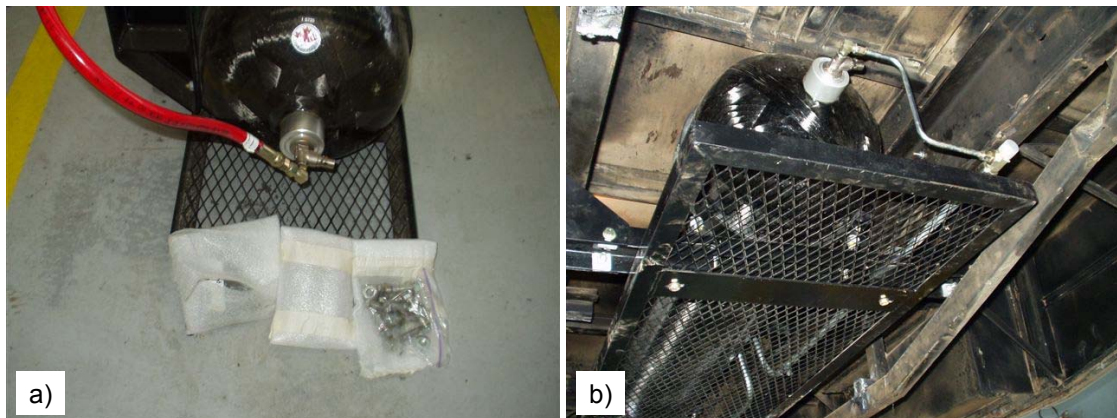


Figura 7. a – b) Detalhe das grades de proteção adicional para serem montadas junto ao chassi.

Pode-se verificar a estrutura compatível e de fácil montagem dado o baixo peso dos cilindros de material compósito utilizados no Projeto GASBUS, com peso de 59 kg para cada cilindro. Desta forma, o peso dos cinco cilindros instalados no chassi do ônibus totalizou 295 kg, que somado as proteções, estrutura de fixação, tubulação e central de abastecimento chegam aos 600 kg, ou o peso de nove passageiros. Nas figuras 8 e 9 podem-se visualizar os detalhes das montagens finais.

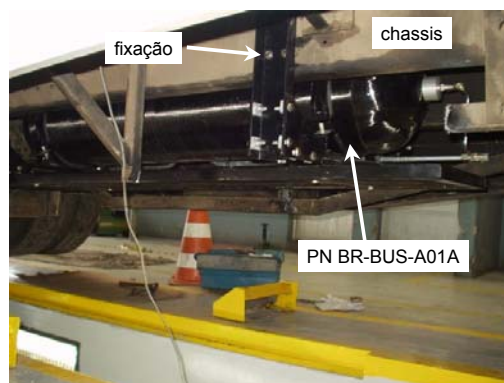


Figura 2. Detalhes de fixação de um subconjunto da lateral esquerda montada no chassi.



Figura 9. Vista geral da montagem com grades de proteção incorporada a estrutura de fixação.

Finalmente, apresenta-se o resultado final da composição do lay out que considerou, inclusive, aspectos operacionais e ergonômicos com o posicionamento da central de abastecimento na lateral do veículo 7072, facilitando o controle de volume e pressão de trabalho conforme apresentado na figura 10.



Figura 10. Central de abastecimento do GASBUS, facilidade ergonômica de operação dos instrumentos.

3.3. Conversão do Motor do ciclo Diesel para o ciclo Otto

Esta Rota Tecnológica - Conversão do Motor do ciclo Diesel para o ciclo Otto, foi executado com um sistema desenvolvido pela empresa Tomasetto Achile. O conjunto de componentes utilizados substitui o cabeçote do motor, os pistões, a bomba injetora por uma ignição eletrônica que ligada a uma centralina controla a centelha sincronizada ao fornecimento de GNV via motor de passo e válvula borboleta do misturador. Operacionalmente, pode-se afirmar que o conjunto propulsor apresenta robustez de potência e torque, e que permite “muito boa” dirigibilidade em linhas comerciais, segundo seus condutores; motoristas da SOUL. Na figura 11 pode ser visto aspectos gerais que foram modificados dando a nova configuração do motor após conversão via kit da Tomasetto Achille, no que se refere as características do ciclo Otto – cabeçote e velas.

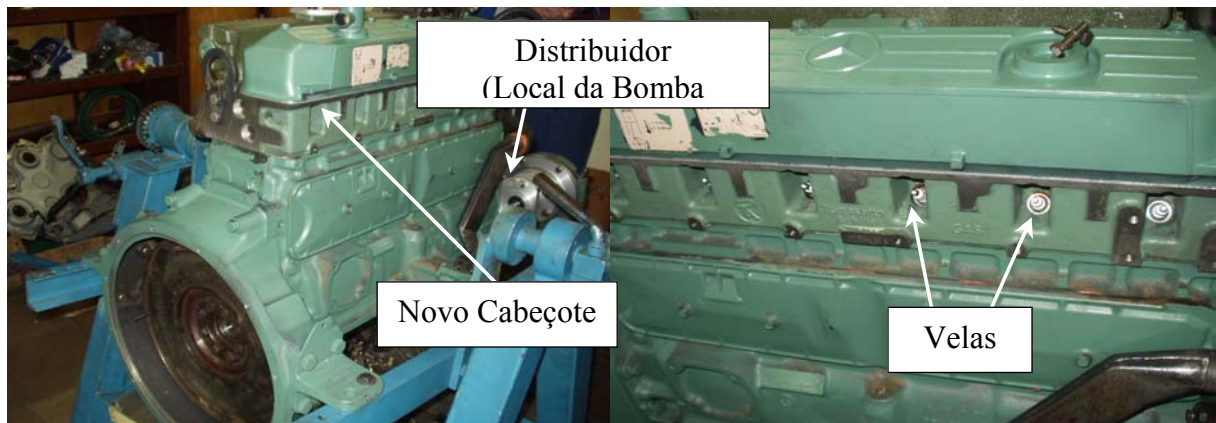


Figura 31. Aspectos gerais da configuração do motor após conversão via kit da Tomasetto Achilles.

Também, nas figuras 12 e 13, podem ser visualizados diversos detalhes dos novos conjuntos montados para operar o no ciclo Otto com o combustível GNV, como válvula borboleta, coletores de admissão do gás natural veicular, e de escape dos gases de exaustão – 12a. Ao lado pode-se conferir a nova posição do turbo e o conjunto de bobinas de ignição – 12b.

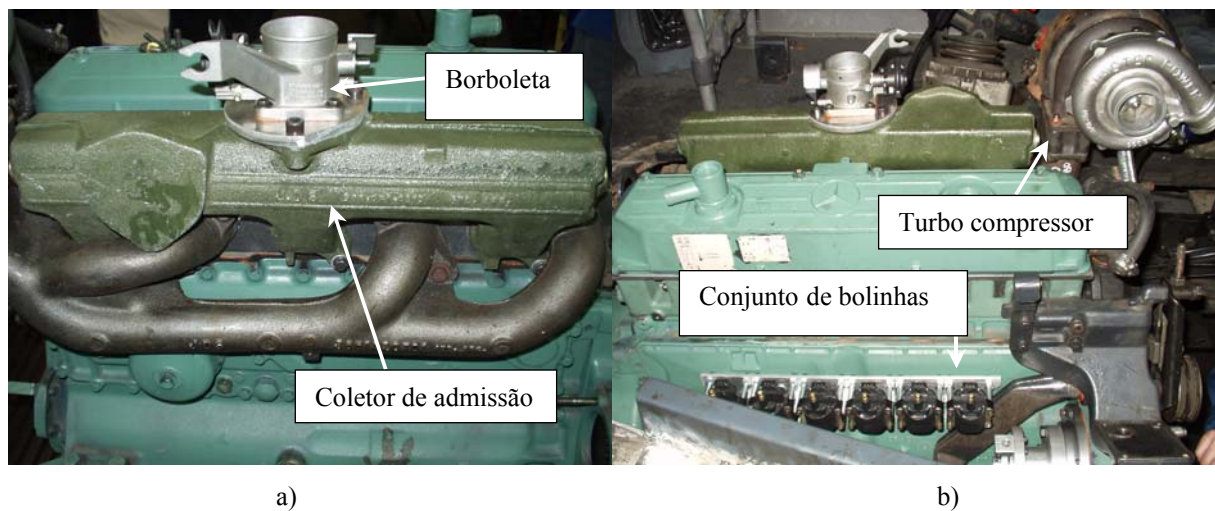
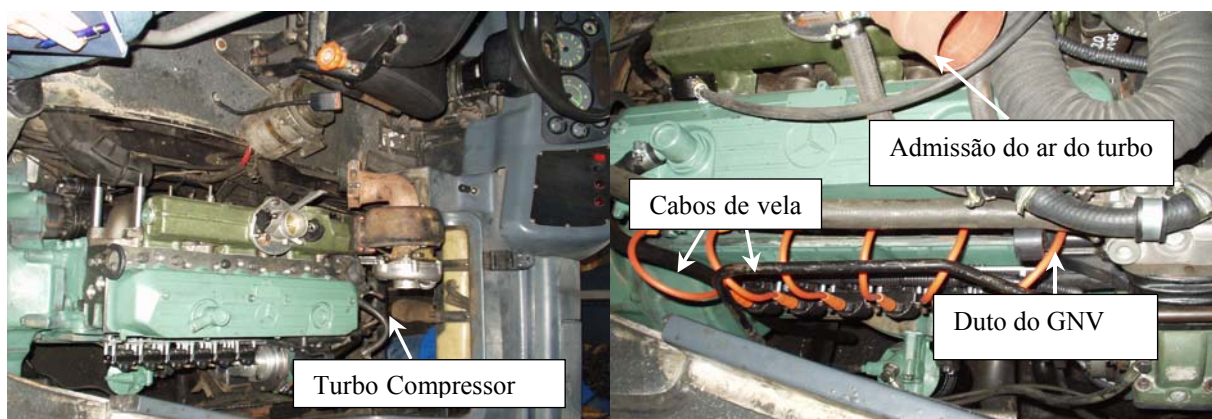


Figura 12. a) Válvula borboleta, coletores de admissão e descarga; b) Bobinas de ignição e turbo compressor.

Também, na figura 13 podem-se visualizar as etapas finais realizadas no motor para os trabalhos de montagem e ajustes do kit de conversão composto dos sistemas de ignição e dutos de alimentação do GNV.



a) Motor posicionado no chassi

b) Montagem e ajustes final do Kit

Figura 13. Montagem do motor no chassi e ajustes do kit.

3.4. Instalação do Sistema de Instrumentação Embarcada

O sistema de instrumentação embarcado tem como objetivo o registro em tempo real dos dados gerados na operação do ônibus GASBUS para posterior análise comparativa de desempenho entre veículos de transporte coletivo que utilizam como combustíveis o gás natural veicular e o diesel. Na primeira etapa do projeto, foi executado um estudo das possíveis características dinâmicas do veículo que se alteram com a conversão de diesel para GNV. Neste estudo, foram determinadas as grandezas de interesse para mensurar uma análise de desempenho que são:

- Consumo de combustível;
- Posição do pedal do acelerador;
- Massa de ar no coletor de entrada;
- Temperatura da água de arrefecimento;
- Temperatura ambiente;
- Temperatura do óleo do motor;
- Rotação do motor;
- Velocidade instantânea;
- Emissão de gases;

Na sequência faz-se uma apresentação descritivas dos sensores utilizados, e os respectivos circuitos para condicionamento dos sinais.

Posição do Acelerador é a interface entre o veículo e o motorista, é determinado quanto de potência o motorista requer do veículo. Para medir a posição do acelerador foi fixado junto ao cabo do mesmo um transdutor resistivo linear, onde, com a utilização de um circuito condicionador de sinal disponibilizo-se um sinal saída proporcional de 0 e 5V.

Consumo de combustível Para a medição de fluxo de combustível foi utilizado um medidor de vazão tipo turbina, fabricado pela Level Control, modelo VTG 025, com uma faixa de medição de 4,2 a 81,5 m³/h, conforme figura 14. Acoplado ao medidor de vazão está instalado um totalizador de vazão, série MEV3000, da Incontrol, sendo utilizado como indicador de consumo com possibilidade de registro via saída de 4 a 20 mA.



Figura 14. Medidor de fluxo tipo turbina VTG 025 para monitorar o consumo do GNV.

Temperaturas Estas grandezas são utilizadas para o cálculo da eficiência do sistema e, também, como indicador de funcionamento, visto que superaquecimento do motor é um ponto crítico nos veículos, em especial os convertidos para GNV. Para monitorar a temperatura do fluido de arrefecimento foi utilizado um resistor de platina -

PT100, inserido na mangueira entre a saída do motor e o radiador. Para a temperatura do óleo foi utilizado um termopar tipo J inserido no lugar da vareta de óleo do motor.

Vazão de ar A medição é realizada de maneira indireta, onde se registra a pressão no coletor de entrada do motor, juntamente com a temperatura do ar e, através de uma tabela de correlação obtida por meio de calibração do sistema, é obtido a vazão do ar atmosférico. Com estas medidas é possível estimar o consumo de combustível, através da relação entre ar/combustível utilizada no motor. Como o motor utilizado no Projeto GASBUS é turboalimentado, com pressão máxima prevista no coletor de entrada de 2,5 atm, utilizou-se o sensor de pressão da Huba Control - com fundo de escala de 5 atm, vide figura 15, conectado ao coletor de entrada.



Figura 15. Sensor de pressão, Huba Control para 5 atm.

Velocidade do ônibus Para determinação da velocidade instantânea do veículo é utilizando um detector de rotação na roda. Este que gera uma frequência de pulsos proporcionais a rotação da roda e, consecutivamente, a velocidade de deslocamento do veículo. Através do condicionamento de sinal executado via conversor de frequência / tensão, registra-se o sinal da tensão de saída com fundo de escala de até 5V. Ainda, a calibração do circuito para medir velocidade é realizada com a utilização de uma pista com distância conhecida, e estabelecendo uma relação de pulsos por metro de deslocamento.

Rotação do motor Para medir a rotação do motor que equipa o veículo a GNV foi utilizado um circuito ligado ao sinal de tensão na bobina que gera uma frequência proporcional à rotação do motor. Com um conversor frequência/tensão, condiciona-se o sinal para registro com fundo de escala de até 5V.

Registro das emissões Para posterior análises dos dados, estão sendo executados diversos experimentos de campo com as medidas dos gases de emissões como o CO, CO₂, NO_x, HC e O₂. Todos estes registros estão compondo um banco de dados para serem confrontados com os resultados que serão aferidos a partir do motor em banco dinamométrico de referência.

Registro dos dados Para registro de todos os dados gerados nos testes de campo, ou seja, durante o deslocamento do ônibus GASBUS em linha comercial, tem-se instalado a bordo um Server WS10, Field Logger, conforme figura 16, com as seguintes características: 4 canais de entrada de tensão 0-5V, 8 canais de entrada de tensão 0-50mV, corrente 4-20mA, termopar ou PT100, 12 bits de resolução, Porta serial, padrão RS232 e RS485, Taxa de aquisição máxima 10 kHz, e duas saídas via relé.

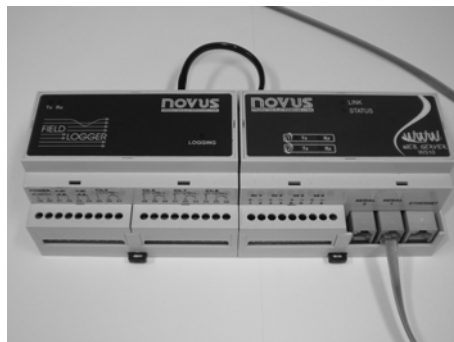


Figura 16. Conjunto WS10 e Field Logger utilizado para registro e transmissão de dados.

3.5. Projeto de Experimento

Finalmente, para garantir a consistência dos dados, diariamente faz-se a transferência dos dados coletados no “field logger” via interface de uma placa de aquisição de dados com um microcomputador portátil. Todas as variáveis estão sendo geradas com testes de campo com a operação do veículo Soul 7072 – ônibus GASBUS, em linhas comerciais no transporte de passageiros e registradas em um banco de dados para posterior análises. Também, pode-se ver na figura 17 um diagrama de bloco esquemático que compõe o Projeto Piloto GASBUS com seus vários sistemas.

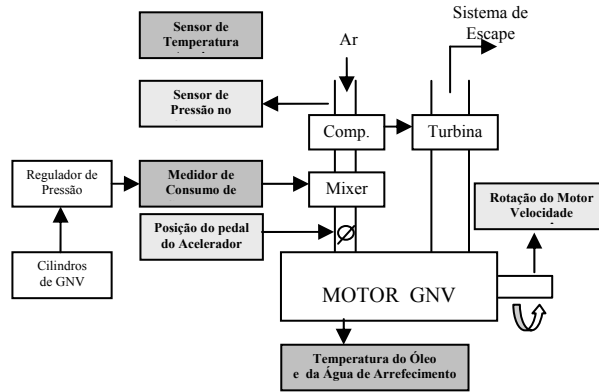


Figura 17. Diagrama de blocos do sistema de instrumentação do motor convertido para utilização de GNV.

4. Comentários Finais & Encaminhamentos

Concluído os mais de seis meses de operação, podem-se comentar os seguintes fatos:

- O veículo tem operado em linha comercial no transporte de passageiros ultrapassando a marca dos 36.000 km, apresentando robustez nos trajetos propostos e, sendo elogiado pelos passageiros e condutores que resulta do: baixo nível de ruído do motor, redução da vibração mecânica, ausência de fumaça negra e emissão de enxofre;
- A média geral está em 2,37 km por m³ de GNV – gás natural veicular, contra a média histórica do diesel que é de 2,5 km por litro;
- Foi realizado neste mês de abril de 2005 a instalação de atualização do sistema de conversão fornecido pela Tomasetto Achile – Up Grade tecnológico; composto da centralin e unidade de ignição, do cabeçote, realocação do turbocompressor com novos coletores de admissão e descarga;
- Verifica-se a cessação de emissões de enxofre e de particulados, através da limpeza do tubo de escape;
- Nas reuniões de avaliação do presente Projeto Piloto GASBUS, existe total apoio e aceitação visto seus resultados operacionais, impactos resultantes na mídia com visita técnica ao Projeto do Ilmo. Sr. Luiz Inácio Lula da Silva, Presidente da República Federativa do Brasil na data de 27 de janeiro de 2005 na cidade de Porto Alegre. Também, a presença do ônibus GASBUS para ser apresentado no FORUM de Prefeitos na cidade de Brasília, durante o mês de março de 2005;
- Dos encaminhamentos pode-se afirmar a evolução no desenvolvimento da metodologia para medidas de campo das emissões realizadas a bordo em deslocamentos comerciais. Está sendo construído um banco de dados para robustecer a repetibilidade via testes sistemáticos, para na sequência compará-los aos testes normalizados de 13 pontos realizados em banco dinâmométrico;

5. Agradecimentos

Pessoas – Na condição de Coordenador deste Projeto Piloto GASBUS, agradecemos aos Coautores deste trabalho, bem como as equipes técnicas envolvidas diariamente na execução do presente TEMA.

Empresas & Dirigentes– Elevados agradecimentos a Rede Gás Energia – Petrobrás pelos recursos financeiros, bem como as Empresas Parceiras envolvidas e citadas no texto. Agradecimentos especiais a Gerencia de Tecnologia de Desenvolvimento de Mercado – TDM, em nome do Ilmo. Sr Antônio Luiz Fernandez Santos, pelo apoio incondicional ao presente TEMA; suas brasilidades revigoraram diversas ações do presente Projeto Piloto.

6. Referências & Bibliografia Consultada

Pelliza, G. ,**Análise de Veículos Convertidos Para uso do Combustível Gás Natural**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul , PROMEC, 2001.

Ribeiro, S. K., **Emissões e Consumo de Veículo Convencional e VHE: Resultados Medidos**. Disponível na internet via http://www.inee.org.br/down_loads/veh/Emissoes_Hibrido1_SuzanaKahn.PDF, arquivo obtido dia 18/06/2004.

Jurgen, R. K., **Sensor and Transducer Automotive Eletronics Series**, Society of Automotive Engineers, USA, 1997;

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Resolução CONAMA nº 242/98

Jornal Oficial das Comunidades Européias – 16.2.2000 PT – (*Actos cuja publicação é uma condição da sua amplitude*) – DIRECTIVA 1999/96/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 13 de Dezembro de 1999.

Relatório Interno UFRGS/PETROBRAS – PRODUTO 1: Relatório Sobre o Levantamento do ESTADO-DA-ARTE Sobre Aplicação de GNV e Cilindros de Material Composto em Transporte Coletivo Urbanos, setembro de 2004.

Relatório Interno UFRGS/PETROBRAS – PRODUTO: Relatório Sobre Instalação dos Cilindros de Material Compósito, setembro de 2004.

Relatório Interno UFRGS/PETROBRAS – PRODUTO 3: Relatório Sobre Instalação do Motor Convertido no Chassi 1721 para Uso em Transporte Coletivo Urbanos, outubro de 2004.

Relatório Interno UFRGS/PETROBRAS – PRODUTO 4: Relatório Sobre Instrumentação Embarcada, novembro de 2004.