

## Ônibus a GN - Um estudo de caso

Eduardo Ferreira de Sousa, [eng\\_edsousa@hotmail.com](mailto:eng_edsousa@hotmail.com)<sup>1</sup>  
Yonne da Silva Lopes, [edsousa@bol.com.br](mailto:edsousa@bol.com.br)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Unifacs - Mestrando em Regulação da Indústria da Energia, Salvador/BA

<sup>2</sup> Ufba – Pós-Graduada em Engenharia de Gás Natural, Salvador/BA

***Resumo:** Este artigo visa de uma forma objetiva e sucinta mostrar que a substituição do diesel pelo gás natural como combustível para transportes coletivos, na Bahia, resultaria numa diminuição significativa da emissão de poluentes na atmosfera, e conseqüente redução do impacto ambiental gerado pela queima do diesel. A utilização de gás natural veicular em transportes coletivos é uma alternativa de grande apelo ambiental, contudo será preciso apoio na esfera governamental para que seja iniciado o processo de conversão dos ônibus. Adicionalmente serão apresentados cases de outros Estados.*

***Palavras-chave:** Gás Natural, Ônibus, Transporte Público*

### 1. INTRODUÇÃO

Este artigo visa de uma forma objetiva e sucinta mostrar que a substituição do diesel pelo gás natural como combustível para transportes coletivos, na Bahia, resultaria numa diminuição significativa da emissão de poluentes na atmosfera, e conseqüente redução do impacto ambiental gerado pela queima do diesel. A utilização de gás natural veicular em transportes coletivos é uma alternativa de grande apelo ambiental, contudo será preciso apoio na esfera governamental para que seja iniciado o processo de conversão dos ônibus.

### 2. DESENVOLVIMENTO

#### 2.1 O PRODUTO

O gás natural é a fração do petróleo que ocorre na natureza em estado gasoso. Encontrado em rochas porosas no subsolo, isoladamente ou associado ao óleo, tem composição química variada, de acordo com as condições de pressão e temperatura, das características do reservatório e da forma como foi gerado. Em geral, o gás natural apresenta um teor de hidrocarbonetos superior a 90%. É composto basicamente por metano e, em proporções menores, de etano, propano e outros hidrocarbonetos de peso molecular maior. O gás natural muitas vezes é confundido com o gás liquefeito de petróleo (GLP), produzido por destilação nas refinarias de petróleo e distribuído em botijões e a granel. Mas são gases diferentes, não só na composição como também nas propriedades físico-químicas, como densidade e poder calorífico. O GLP é composto basicamente por gás butano e propano, enquanto o gás natural por gás metano, essencialmente, e em menor quantidade por etano. Ambos são incolores e inodoros, mas, adquirem o mesmo cheiro característico porque são odorizados por compostos de enxofre para que sejam percebidos no caso de vazamentos.

#### 2.2 UTILIZAÇÃO

De mero coadjuvante do petróleo, o gás natural assume crescente participação como combustível primário na matriz energética mundial. Esta tendência é alimentada não só pela melhor distribuição das reservas e pela crescente viabilidade técnica e econômica do transporte do gás, mas principalmente por ser uma fonte de energia mais limpa, com expressiva redução do impacto ambiental. A utilização do gás natural atinge hoje um espectro bastante variado. É eficaz para o consumo industrial, comercial e residencial como combustível, para a geração de calor, de frio e de eletricidade. Também é utilizado como substituto de tradicionais combustíveis em veículos

leves e pesados e como matéria-prima na indústria de transformação. Como a troca dos derivados de petróleo pelo gás natural praticamente elimina a emissão de compostos poluentes pesados na atmosfera, o apelo ambientalista pela sua utilização tende a aumentar ainda mais em todo o planeta. Esta crescente opção pelo gás natural é facilitada pela abundância de suas reservas, as quais são equivalentes às de petróleo. A proximidade das jazidas é também um dos fatores essenciais para a viabilidade econômica da utilização do gás. Neste aspecto, a Bahia é privilegiada pelas reservas históricas situadas no Recôncavo e, mais recentemente, com as descobertas de novas jazidas no litoral sul, em Camamu, Almada e Cumuruxatiba.

### **3. PANORAMA HISTÓRICO – ÔNIBUS À GÁS NATURAL NO BRASIL**

#### **Primeira Fase: de 1980 ao final de 1991:**

- ⇒ Início das discussões para utilização do GNV (Gás Natural Veicular) como combustível;
- ⇒ Criação das Comissões Governamentais para o estudo da substituição do óleo diesel pelo GNV no transporte de cargas e passageiros;
- ⇒ Dificuldades iniciais com a pouca disponibilidade do produto e a pequena diferença entre os preços do óleo diesel e do GNV, tornando a conversão de frotas inviável;
- ⇒ Criou-se o impasse: não se investia em conversão de frotas, nem na construção de Postos de Serviço.

#### **Segunda Fase: de 1992 a meados de 1994:**

- ⇒ Liberação do uso de GNV para taxistas e frotas de empresas;
- ⇒ Inauguração do primeiro Posto de Serviços para venda de GNV para o público;
- ⇒ Os volumes de GNV demandados cresceram bastante em função da viabilidade econômica do seu uso em táxis, acarretando falta de produto para abastecimento.

#### **Terceira Fase: meados de 1994 ao final de 1996:**

- ⇒ O Plano Real propicia uma estabilização do preço dos combustíveis e a sensação para o usuário de que a economia feita pelo uso de GNV diminuíra;
- ⇒ Concessão de isenção de impostos para os taxistas que optassem pelo uso do GNV, acarretando uma grande renovação da frota de veículos, principalmente em São Paulo;
- ⇒ As montadoras não mantinham a garantia para veículos novos convertidos para o uso de GNV.

#### **Quarta Fase: de 1997 até os dias de hoje:**

- ⇒ Liberação do uso de GNV para veículos particulares;
- ⇒ Há uma maior percepção por parte dos usuários quanto às vantagens do uso do GNV como substituto de combustíveis automotivos tradicionais;
- ⇒ Uma maior conscientização dos benefícios que o GNV trás para o meio ambiente;
- ⇒ O crescimento do mercado de transportes autônomos e de frotistas alavanca a demanda de GNV;
- ⇒ Um maior número de Postos de Serviços é oferecido ao público.

Na Bahia, a perspectiva atual e futura é de aumento na disponibilidade de gás natural, através da expansão dos sistemas de distribuição estaduais, e conseqüentemente maior capilaridade das redes de gasodutos, contínuo crescimento da utilização de GNV em veículos leves e médios, e finalmente a consolidação na conversão para GNV das frotas de transporte coletivo e veículos de carga.

### **4. VANTAGENS DA CONVERSÃO**

#### **4.1 AMBIENTAIS**

A substituição do Diesel nos ônibus metropolitanos contribuiria para a melhoria das condições ambientais das grandes cidades do Estado da Bahia, refletindo na redução dos gastos públicos com saúde. Somente na cidade de

Salvador, a frota de ônibus já ultrapassou a marca de 7.155 veículos, e no Estado da Bahia, 18.464 veículos, de acordo com Estatísticas, do Detran-BA ([www.detran.ba.gov.br](http://www.detran.ba.gov.br)).

As emissões oriundas dos veículos liberam substâncias tóxicas que podem produzir vários efeitos nocivos sobre a saúde. São gases como monóxido de carbono (CO), óxido de nitrogênio (NO), hidrocarbonetos (HC), óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>) e material particulado.

CO: Combina-se com a hemoglobina reduzindo a quantidade de O<sub>2</sub> no sangue (causa asfixia)

NO<sub>x</sub>: Causa irritação nos olhos, nariz, garganta e pulmão. É inibidor da fotossíntese. Pode exercer ação oxidante sobre tintas e é precursor da chuva ácida.

HC: Causa irritação nos olhos, nariz, pele e trato respiratório superior, podendo causar câncer.

SO<sub>2</sub>: Causa inflamação da mucosa, redução do movimento ciliar no trato respiratório, diminuição da resistência orgânica às infecções, constrição das vias respiratórias, ataca árvores e plantas, pedras calcáreas empregadas em construção, reduz a visibilidade, causa danos a lagos e mortandade de peixes. Principal componente da chuva ácida.

Material Particulado: Pode carregar para dentro do sistema respiratório materiais tóxicos e cancerígenos. Diminui a visibilidade, acelera reações atmosféricas, deterioração de estruturas, corrosão de materiais como tintas e contatos elétricos.

O gás natural é praticamente isento de enxofre, sendo esta sua característica uma vantagem indiscutível sobre os seus demais concorrentes fósseis, e não provoca o surgimento da chamada “chuva ácida”. Aliás, entre os efeitos comprovados dos óxidos de enxofre na saúde humana, destacam-se a asma, a bronquite e o enfisema pulmonar.

Já em relação ao CO, a vantagem competitiva do gás natural começa do seu próprio estado gasoso que facilita sobremodo o controle da sua combustão, inibindo a formação do CO, que é resultante principalmente de processos de combustão incompletos realizados sem a quantidade de oxigênio necessária (ar estequiométrico), além da asfixia e da redução do oxigênio no sangue, outros efeitos do CO são dor de cabeça, náusea, perda de visão e falta de coordenação motora. A exposição prolongada a concentrações superiores a 400 ppm, pode levar à morte.

Em decorrência do processo de industrialização registra-se a ocorrência de um fenômeno quase imperceptível: minúsculas moléculas de base carbônica, invisíveis ao olho nu, ficam suspensas no ar e constituem um perigo para a saúde. Elas aparecem em todos os lugares onde energéticos como o carvão e os óleos Diesel e combustível são queimados. Provêm de usinas termoelétricas, indústrias, do escapamento de veículos, de sistemas de aquecimento, etc. São os chamados Materiais Particulados. Muitas destas partículas contêm metais pesados tais como chumbo, cádmio e mercúrio. O câncer do pulmão tem sido o efeito mais freqüente registrado.

O gás natural, pelas suas características físico-químicas, não produz Particulados, e não contém metais pesados ou outros elementos nocivos, sendo bastante vantajosa a sua aplicação como substituto de energéticos como o carvão e os óleos Diesel e combustível, especialmente nas grandes concentrações urbanas e nos centros industriais.

Já em relação aos óxidos de nitrogênio, o gás natural, embora produza na sua combustão alguma quantidade de NO<sub>x</sub>, é igualmente um energético que emite menor quantidade deste poluente (dependendo, naturalmente, das condições de operação do sistema de combustão, que influenciam a emissão de NO<sub>x</sub> térmico) pois trabalha normalmente com baixos excessos de ar, fonte principal de nitrogênio o que implica índices insignificantes de emissão de NO<sub>x</sub> químico. Dentre os seus efeitos podem ser destacados: danos aos brônquios e pulmões, redução da capacidade sanguínea de transportar oxigênio, edema pulmonar agudo e infecções respiratórias. Para o gás natural, registra-se uma emissão de NO<sub>x</sub> de 1,5 a duas vezes menor do que a do carvão mineral, em indústrias e unidades de geração de energia elétrica.

Apesar de não ter sido citado, por não ser considerado um poluente de ação direta, não podemos deixar de salientar a representativa redução na emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) quando optamos pelo gás natural em contrapartida ao diesel. O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), ao absorver uma parte da energia térmica irradiada pela superfície terrestre, é o maior responsável, a longo prazo, pelo chamado agravamento do efeito estufa natural, por sua vez responsável pelo aumento progressivo da temperatura da superfície do nosso planeta.

Emissões específicas dependem de diferentes fatores, no entanto, podem ser esperadas reduções, comparando-se ônibus a Diesel com a Gás Natural, conforme abaixo:

NO <sub>x</sub> :	Redução de 80%
HC:	Redução de 66%
CO:	Redução de 50%
Material Particulado:	Redução de 80%

**Fonte: MAN Veículos Industriais – Departamento Técnico do Produto. Utilização do Gás Natural em Veículos Pesados de Passageiros. 2001**

## 4.2 SEGURANÇA

Os veículos a gás natural geram uma certa desconfiança em parte devido a uma imagem, infundada, de serem veículos pouco seguros. No entanto, a experiência e as características físico-químicas do combustível demonstram que o gás natural é inclusive mais seguro que o diesel e outros combustíveis comumente usados.

O gás natural, ao contrário de outros combustíveis (diesel, gasolina, álcool ou GLP), por ser menos denso, dissipa-se no ar em caso de vazamentos. Na ocorrência de um acidente não há derramamento de combustível para o solo, não havendo assim risco de incêndio. O gás natural também apresenta uma alta temperatura de ignição (620oC) comparada com outros combustíveis. Estes dois fatos, alta temperatura de ignição e uma amplitude de inflamabilidade reduzida, tornam muito improvável qualquer ignição ou combustão acidental.

## 5. DESVANTAGENS

Contudo, existem quatro fatores que ainda dificultam a conversão:

- ⇒ Os elevados custos de implantação da infra-estrutura necessária ao abastecimento do gás – compressão do gás, cilindros de armazenamento nas estações de suprimento – e sua utilização nos veículos, como os custos de conversão da frota ou dos motores especialmente desenhados para consumir gás;
- ⇒ A dificuldade de comercialização dos ônibus de segunda mão no mercado, prática comum no setor;
- ⇒ As limitações das redes de distribuição de gás natural (pouca capilaridade);

⇒ A relação de preços entre o gás natural e o óleo diesel, conforme mostrado na planilha abaixo;

### COMPARATIVO DE CONSUMO FORNECIDO PELA MERCEDES-BENZ

Consumo		Custo		R\$/km		RELAÇÃO R\$/km
0,5880	m3/km	1,029	R\$/m3	0,61	<b>Gás Natural</b>	10,49%
0,4000	l/km	1,369	R\$/L	0,55	<b>Óleo Diesel</b>	

Dados Fornecidos pela Mercedes

Fonte: www.anp.gov.br - Preço médio combustíveis em Salvador

Para que o custo do diesel seja igual ao do gás natural, o preço deste último deve ser:

Consumo		Custo		R\$/km		RELAÇÃO R\$/km
0,588	m3/km	0,931	R\$/m3	0,55	<b>Gás Natural</b>	0,00%
0,400	l/km	1,369	R\$/L	0,55	<b>Óleo Diesel</b>	

### COMPARATIVO DE CONSUMO FORNECIDO POR CURITIBA

Consumo		Custo		R\$/km		RELAÇÃO R\$/km
0,3922	m3/km	1,029	R\$/m3	0,40	<b>Gás Natural</b>	17,31%
0,2513	l/km	1,369	R\$/L	0,34	<b>Óleo Diesel</b>	

Dados Curitiba - Experimental

Fonte: www.anp.gov.br - Preço médio combustíveis em Salvador

Para que o custo do diesel seja igual ao do gás natural, o preço deste último deve ser:

Consumo		Custo		R\$/km		RELAÇÃO R\$/km
0,3922	m3/km	0,877	R\$/m3	0,34	<b>Gás Natural</b>	0,00%
0,2513	l/km	1,369	R\$/L	0,34	<b>Óleo Diesel</b>	

De acordo com levantamento da ANP, de 20/07 a 26/07, o preço médio do Diesel em São Paulo era de R\$1,408/L, enquanto do Gás Natural Veicular R\$0,972/m<sup>3</sup>. Nesse mesmo período, e ainda de acordo com a ANP, em Salvador, o preço médio do Diesel era de R\$1,369/L, enquanto do Gás Natural Veicular R\$1,029/m<sup>3</sup>. Em São Paulo em termos de custo de combustível, ou seja, R\$/km percorrido, o Gás Natural Veicular é mais vantajoso do que o Diesel. Em Salvador, a situação fica invertida, sendo necessário avaliarmos a possibilidade de redução do preço final (no *dispenser*) do Gás Natural Veicular para tornar viável economicamente sua utilização em ônibus.

## 6. CONCLUSÕES

Conforme já comentado, a conversão para gás natural da frota de ônibus baiana, em especial a soteropolitana, é uma proposta tecnicamente viável, comprovada por testes de bancada e operação em campo. No que tange o aspecto ambiental, o gás natural é abissalmente menos nocivo do que o diesel, o que representa menor custo nos gastos com a saúde pública, além de apresentar elevado nível de segurança na sua utilização, em função das propriedades físico-químicas do gás natural se comparadas às do diesel.

Para viabilizar a conversão e efetiva utilização do gás natural nos ônibus são necessários incentivos financeiros para compensar a elevação do custo, como financiamentos com prazos maiores e taxas de juros

menores para compensar o maior valor de aquisição desses veículos, depreciação dos veículos utilizando um valor residual menor para compensar a falta do mercado de revenda, ajuste dos coeficientes de consumos e custos nas planilhas tarifárias. Na Bahia também seria necessário tornar o preço do combustível gás natural mais atrativo do que o diesel, dessa forma deve ser feito um estudo da cadeia de tributos governamentais que incidem na comercialização desses dois combustíveis e projetar os incentivos necessários de modo a tornar viável a utilização do gás natural na frota de ônibus baiana.

## 7. AGRADECIMENTOS

Na época, também contribuíram para execução deste estudo Érica Torre Villalba, Gustavo L. M. Gonçalves e Ramon Santos Jesus.

## 8. REFERÊNCIAS

- NOGUEIRA, E. M. ROCHA, A.L.N. VALENÇA JR, J.A.P. O uso de energéticos como combustíveis em veículos automotores e sua influência sobre a qualidade do ar. Estudo de caso em Salvador. Escola Politécnica. Salvador, UFBA.1992
- NETO, J. R.. Parecer Técnico: Impactos ambientais do gás natural. Salvador, Escola de Administração – UFBA, 1998.
- ROCHA, N. M. C.. Utilização do gás natural em veículos pesados de passageiros – Autocarros MAN NL 233 CNG. Departamento Técnico do Produto. Portugal. 2001.

## 9. DIREITOS AUTORAIS

Pela presente e na melhor forma de Direito, o(s) autor(es) autoriza(m) o CONEM 2010, a publicar, em idioma português, inglês ou espanhol nos anais do Congresso/Seminário/Encontro, a ser por este organizado, o trabalho técnico acima especificado, sem qualquer remuneração ou ônus para a organização.

### Bus NG - A case study

Eduardo Ferreira de Sousa, [eng\\_edsousa@hotmail.com](mailto:eng_edsousa@hotmail.com)<sup>1</sup>  
Yonne da Silva Lopes, [edsousa@bol.com.br](mailto:edsousa@bol.com.br)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Unifacs - Master in Regulation of Energy Industry, Salvador/BA

<sup>2</sup> Ufba –Post-Graduate in Engineering Gas Natural Salvador/BA

**Resumo:** *This article aims in an objective and concise show that the replacement of diesel by natural gas as fuel for public transport, in Bahia, resulting in significantly lower emission of pollutants into the atmosphere, and consequent reduction of environmental impact generated by burning diesel. The use of natural gas vehicles in public transport is a great alternative to the environmental appeal, but will need support in the government so that it starts the process of converting the bus. Addition will be presented cases of other states.*

**Palavras-chave:** *Natural Gas, Bus, Public Transportation*