

As vantagens da utilização do gás natural em empilhadeiras

Fabrizio Teixeira de Freitas, ffft@bol.com.br¹
Eduardo Ferreira de Sousa, eng_edsousa@hotmail.com²
Laerte de Araújo Lima, llima35@yahoo.com³

¹ Xterren – Pós-Graduando em Engenharia de Gás Natural, Suzano/SP

² Unifacs - Mestrando em Regulação da Indústria da Energia, Salvador/BA

³ Msc. Energy and Sustainability, University of Vigo ETSEI – Campus Universitario 36210 Vigo, Spain

Resumo: Nos últimos anos, o uso do gás natural ganhou popularidade e passou a ser utilizado pelas empresas que possuem empilhadeiras e frotas de veículos (ônibus, táxis, vans, etc). No Brasil cerca de 30 empresas já estão se beneficiando do uso do GN em aproximadamente 500 empilhadeiras. Na Bahia, já é possível identificar um mercado potencial de empilhadeiras, através de consultas realizadas por clientes à Companhia distribuidora estadual com interesse em implantar um “pitstop” de abastecimento, seguindo a tendência nacional. Neste artigo, serão discutidos os benefícios do uso do gás natural (GN) como uma alternativa aos combustíveis tradicionalmente utilizados para empilhadeiras – gasolina e gás liquefeito de petróleo (GLP).

Palavras-chave: Gás Natural, Empilhadeiras, Vantagens do Gás Natural

1. INTRODUÇÃO

Este artigo tem a finalidade de discutir os benefícios do uso do gás natural (GN) como uma alternativa aos combustíveis tradicionalmente utilizados para empilhadeiras – gasolina e gás liquefeito de petróleo (GLP).

Nos últimos anos, o uso do gás natural ganhou popularidade e passou a ser utilizado pelas empresas que possuem empilhadeiras e frotas de veículos (ônibus, táxis, vans, etc). Este crescimento encorajou o desenvolvimento por parte dos fabricantes de compressores, de estações de reabastecimento mais compactas e com preços acessíveis.

O fato do preço do gás natural no mercado estar competitivo quando comparado com outros energéticos, além da segurança e dos benefícios ambientais do uso deste, favoreceu uma grande parceria entre os usuários e os fornecedores de empilhadeiras.

Existe hoje no Brasil cerca de 30 empresas que já estão se beneficiando do uso do GN em aproximadamente 500 empilhadeiras.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Empilhadeiras à Gás Natural no Brasil – Casos de Sucesso

1. Movitec Compressores:

Implantou um Pit Stop de empilhadeiras/Frota:

CTGÁS-RN, Copersurca-SP, Fiat-MG, LEF-Cerâmica-SP.

Atualmente, trabalha em parceria com a EBGN (empresa Baiana criada para atuar neste nicho de mercado).



CTGÁS: Natal-RN

	Copersurca-SP	O compressor é pioneiro no mercado nacional
<p>2. Galileo Compressores: Implantou um Pit Stop de empilhadeiras/Frota: Coca-Cola-RJ, Portobello, Rigesa, Pirelli e outras. Atua no RJ em parceria com a Sogás.</p>	 <p>Coca-Cola-RJ</p>	 <p>Coca-Cola-RJ</p>
<p>3. Sitec/Igás/Netgás: Implantou um Pit Stop de empilhadeiras/Frota: Belgo-MG, Stola do Brasil-MG e na CEMIG/GASMIG. A White Martins forneceu os Kits de conversão e os cilindros.</p>	 <p>GASMIG / CEMIG</p>	 <p>Belgo-MG</p>
<p>4. CompAir: A CompAir comercializa a Plataforma Compacta de Reabastecimento de Gás Natural (Pit Stop). Implantou um Pit Stop de empilhadeiras/Frota: Votorantin-SP, Embraer-SP, Clariant-SP e Toyota-SP.</p>	 <p>Plataforma Compacta de Reabastecimento de Gás Natural</p>	 <p>Estação Compacta Compair em uso</p>

Nos casos apresentados acima, existem basicamente 02 (duas) propostas de negócios:

- A empresa compra a unidade de compressão de um fabricante.
- A empresa aluga a unidade de compressão de uma empresa intermediária

2.2. Vantagens da Utilização do Gás Natural

2.2.1. Econômicas

No cenário competitivo atual, a oportunidade de redução dos custos operacionais sem perda da qualidade é uma opção muito inteligente. Na maioria dos casos, empresas que operam com empilhadeiras a gasolina ou GLP estão aptas a diminuir significativamente seus custos com combustíveis mudando para o GN.

A principal vantagem do GN é o seu preço. É praticamente mais barato que qualquer outro combustível (perdendo apenas para o óleo diesel quando considerado o preço para uso veicular).

A substituição do GLP pelo Gás Natural é uma simples questão de matemática, todavia vale lembrar que a economia não chega ao percentual do GN automotivo (aproximadamente 70%), pois existem os custos operacionais envolvidos e custos com pessoal qualificado, ficando em torno de 25% (varia de acordo com o preço do gás e a proposta de negócio). Abaixo segue um exemplo de estudo de viabilidade, onde foram admitidas as seguintes premissas:

- O consumo de gás das empilhadeiras é somado ao consumo de gás da fábrica (anexo 1);
- A tarifa do GN foi calculada pela aplicação do volume total (item 1 acima) na tabela tarifária da Companhia Distribuidora de Gás Natural do Estado da Bahia para gás Industrial.

Obs.: A CEG criou uma tabela tarifária específica para esta aplicação, já a COMGÁS para o caso da Copersucar - Açúcar União, concedeu desconto de 33,0105% sob a tarifa teto como incentivo ao projeto e considerou também o volume consumido planta da fábrica.

- Um consumo de GLP de 20.000 kg/mês a um custo de R\$ 2,00/kg (anexo 1);
- Um consumo de gás da fábrica de 850.000m³/mês (anexo 1);
- A energia elétrica para o sistema de compressão a um custo de R\$ 0,20/kW (anexo 1);
- PCI do GN de 8.600 kcal/m³ e do GLP de 11.100kcal/kg;
- A tarifa de locação do compressor obtida a partir de aplicação do volume de GN para as empilhadeiras em tabela tarifária específica – modelo aplicado atualmente pela Sogás-RJ (anexo 2);
- Custo operacional com a contratação de um colaborador especializado (anexo 3);

Resultado Comparativo			
GLP			
	Kg	R\$/Kg	R\$
Consumo Mensal GLP	20.000	2,0000	40.000,00
GN			
	Nm3	R\$/Nm3	R\$
Consumo Mensal GN	25.814	0,5478	14.141,47
Compressão	25.814	0,5645	14.572,11
Energia Elétrica	25.814	0,0384	991,26
Operação	25.814	0,1108	2.860,65
Total	25.814	1,2615	32.565,49
Resultado Favorável Mensal			7.434,51
Resultado Favorável Anual			89.214,18
Redução nos Gastos de			18,59%

Tabela 1 – Resumo Comparativo – GLP e GN.

Observações importantes:

- Os usos do GN para empilhadeiras têm-se mostrado viável para as empresas que possuem em torno de 15 empilhadeiras (ou mais) na frota, o que equivale a um consumo mensal de 15-20 t de GLP/mês.
- Para a conversão das empilhadeiras para GN existe a opção de renegociação do Contrato de Locação, quando for o caso.
- É necessário implantar Infra-estrutura para o ponto de abastecimento.
- Plano de contingência: é recomendado o uso alternativo de gasolina, mas dependendo da demanda existe a possibilidade de alocação de um sistema de compressão duplo.

2.2.2. Ambientais

Em geral, o GN apresenta um teor de hidrocarbonetos superior a 90%. É composto basicamente por metano, enquanto o GLP é composto basicamente por butano e propano. 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.

A queima do GN é mais completa do que a dos outros combustíveis fósseis, por isso libera menor quantidade de resíduos poluentes, favorecendo a proteção do meio ambiente. O GN propicia uma redução considerável da emissão de monóxido de carbono (se comparado com outros combustíveis), não emite particulados e é praticamente isento de enxofre.

Testes realizados pelo Gas Research Institute- USA mostraram que empilhadeiras que operam com GN produzem reduções significativas nas emissões de poluentes prejudiciais quando comparados com empilhadeiras que são abastecidas por gasolina ou por GLP. Os resultados destes testes são mostrados na tabela abaixo.

Emission % Reduction CNG vs LPG	
Carbon monoxide	50% to 97%
Reactive hydrocarbons (NMHC)	70% to 92%
Oxides of nitrogen	50%
Carbon dioxide	10%
<i>Source: Gas Research Institute (USA) 1996</i>	

Tabela 2 – Tabela comparativa de emissões – GLP e GN.

Numa situação em que as empilhadeiras são utilizadas em armazéns (ambiente com menor ventilação) os níveis de emissão de monóxido de carbono (CO) são de grande interesse, pois produzem efeitos adversos contra a saúde e na segurança do trabalhador. Os resultados apresentados acima na tabela mostram que a utilização do GN reduz de 50% a 97% a emissão de monóxido de carbono quando comparada ao GLP.

Além disso, o uso do GN também reduz a emissão de dióxido de carbono (CO₂). Isto fornece um benefício adicional, pois o dióxido de carbono é considerado como o principal gás responsável pelo efeito estufa.

O uso do GN também reduz a emissão de hidrocarbonetos não-metanos (NMHC). Estes hidrocarbonetos são altamente reativos quando exposta à luz solar e contribuem para a formação do smog urbano.

Uma vantagem secundária do uso do GN é que o produto chega ao cliente através de gasodutos. Por não precisarem de carretas para transporte, a poluição provocada por estes veículos é eliminada.

2.2.3. Segurança

Os itens associados à segurança mais comumente relatados pelas empresas que possuem empilhadeira a GN são os seguintes:

2.2.3.1. Características de segurança próprias do GN

O GN, ao contrário de outros combustíveis (diesel, gasolina, álcool ou GLP), por ser menos denso, dissipa-se com facilidade 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 GN também apresenta uma alta temperatura de ignição (620°C) comparada com outros combustíveis e sua faixa de inflamabilidade está entre 5 e 15% em mistura com o ar. Estes fatores: alta temperatura de ignição e uma faixa de inflamabilidade reduzida e baixa massa específica tornam muito difícil qualquer ignição ou combustão acidental.

2.2.3.2. Redução dos perigos no reabastecimento

O processo de reabastecimento do GN é seguro, limpo e simples, não requerendo o uso de equipamentos de proteção individual, no máximo luvas de proteção.

O procedimento é conectar a mangueira de reabastecimento, que é de engate rápido ("quick connect"), permitindo a passagem do fluxo de gás apenas quando a mangueira estiver totalmente acoplada à válvula de abastecimento do veículo. Isto elimina a possibilidade de escapar gás para a atmosfera. No caso do operador deslocar a empilhadeira com a mangueira de reabastecimento ainda conectada, um acoplamento de segurança é ativado permitindo que a mangueira seja separada da estação de reabastecimento, sem danos para a estação ou veículo e o fluxo de gás é automaticamente interrompido evitando a perda de gás da estação e do veículo.

2.2.3.3. Não necessita de armazenamento

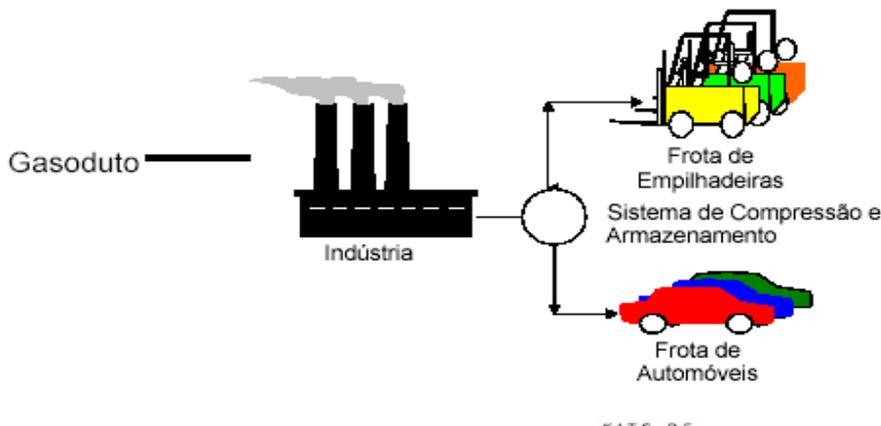


Figura 1 – Ilustração de distribuição do GN

Os usuários de empilhadeiras estão acostumados com a idéia de armazenar gasolina, diesel ou GLP na área industrial. Todavia o armazenamento requer cuidados especiais em relação à segurança patrimonial.

Os tanques de gasolina, diesel ou GLP comportam milhares de litros do combustível. Em caso de acidentes os danos causados pela liberação desta quantidade de energia seriam devastadores.

Embora o GN necessite de compressão e seja armazenado na alta pressão (aprox. 25 MPa) a quantidade real do gás natural comprimido (GNC) e conseqüentemente a energia que é armazenada no local é relativamente pequena quando comparado à grande quantidade de gasolina, diesel ou GLP.

2.2.3.4. Alta confiabilidade dos cilindros para armazenamento de GN

Apesar da alta pressão do GN o histórico do desempenho dos cilindros em torno do mundo confirma seu registro impecável em termos da segurança.

Para que os cilindros de GN sejam aprovados para o uso, estes passam por rigorosos testes de qualidade citados abaixo:

- Gunfire (arma de fogo);
- Bonfire (fogueira);
- Ruptura Hidráulica: acima de 500 bar (fator de segurança de 2,5 vezes a pressão de serviço);
- Teste cíclico (fadiga): acima de 80.000 ciclos de enchimento a pressão de serviço.

2.2.4. Operacionais

Segundo os usuários de empilhadeiras a GN as vantagens operacionais levantadas são: o desempenho do equipamento, o regime operacional e a facilidade no reabastecimento do veículo.

2.2.4.1. Desempenho do equipamento

A maior parte das empilhadeiras é fornecida originalmente com motores de ignição projetados para funcionar com gasolina. Quando os motores são convertidos para GLP ou GN existe perda de potência. A principal causa desta perda se deve ao fato do projeto original do motor ter sido criado e otimizado para operar com gasolina. Outro fator são as propriedades intrínsecas do combustível serem diferentes, tais como: octanagem, a velocidade da chama, densidade, temperatura da ignição.

Entretanto, na maioria dos casos, ao se utilizar um kit de conversão de GN certificado pelo Inmetro, instalado e ajustado corretamente à redução da potência tem-se um efeito insignificante na operação das empilhadeiras.

Em relação às empilhadeiras que usam diesel, a conversão ainda não é utilizada, pois a tecnologia atualmente disponível é precária.

2.2.4.2. Regime operacional

A quantidade de GN que pode ser armazenada no cilindro é limitada pela quantidade de gás que pode "ser espremida" no cilindro. A densidade do gás comprimido é menor do que a densidade de um combustível líquido.

Um cilindro típico de GLP para empilhadeira tem uma capacidade de 48 litros (20 Kg). Entretanto, o cilindro somente pode ser cheio à capacidade de 80%. E nesse caso conterá aproximadamente 38,5 litros de GLP líquido.

O tamanho mais comum do cilindro de GN para empilhadeira de 2 a 3 toneladas é o de 60 litros (16m³ a 20°C e 1atm). Em resumo, se uma empilhadeira que utiliza um botijão de GLP puder operar por 6 horas seguidas, a versão com um cilindro de GN terá um regime operacional de aproximadamente 4 horas.

O tamanho do cilindro a ser instalado é determinado pelo espaço físico que está disponível na empilhadeira e em alguns casos, outro(s) cilindro(s) pode(m) ser instalado(s) na parte superior da gaiola aumentando a autonomia igualando ou superando a do GLP.

2.2.4.3. Reabastecimento

O procedimento para reabastecimento de empilhadeiras com GN é rápido, seguro, limpo e conveniente. Os principais benefícios relacionados ao reabastecimento são:

- O gás natural é conduzido diretamente ao local do operador. Isto fornece uma fonte contínua do combustível e elimina a necessidade de monitoramento dos níveis de combustível em estoque e requisitá-los novamente.
- Não é necessária a troca de cilindros pelos operadores das empilhadeiras, como acontece com o GLP, evitando lesões corporais (acidentes de trabalho) e permitido que colaboradores com maior idade ou até ou até mulheres às operem.
- Ao contrário de outros combustíveis que são tipicamente pagos no ato da entrega, (antes do uso do combustível) os usuários do gás natural só pagam as faturas após o seu uso.
- O sistema de abastecimento de GN, tanto na estação quanto no veículo é um sistema completamente selado. Isto elimina a necessidade de ventilação especial no ambiente durante o reabastecimento.
- O reabastecimento é finalizado automaticamente quando o cilindro do veículo está cheio. Isto elimina a possibilidade vazamentos.
- O gás natural é mais leve do que o ar, ao contrário de outros combustíveis que tendem a se acumular no nível do solo produzindo situações perigosas. Em caso de vazamentos, o gás natural dissipar-se-á prontamente.
- As estações de reabastecimento fornecem o enchimento rápido do cilindro da empilhadeira. O tempo médio de abastecimento é de aproximadamente 3 minutos.

2.3. Desvantagens da utilização do Gás Natural

- Investimento inicial é significativo. (estação de compressão e conversão)
- A empresa deve estar localizada numa área onde exista fornecimento de GN - gasoduto ou carreta-feixe
- Requer serviço de manutenção especializado.
- Na falta de energia elétrica, o sistema não funciona sendo necessário acionar plano de contingência – Carreta-feixe, utilizar gasolina, ou sistema de emergência de abastecimento de energia elétrica (motogeradores).

3. CONCLUSÕES

Como conclusão do trabalho verifica-se que o uso do GN em empilhadeiras agrega todos os benefícios do gás natural além da vantagem adicional da melhoria significativa da qualidade do ar "indoor" e da segurança no reabastecimento, mas a maior vantagem no uso do GN como combustível para empilhadeiras ainda é a redução dos custos operacionais.

Existe a necessidade de se estabelecer uma política tarifária e comercial clara afim de não inviabilizar o uso de GN nas empilhadeiras assim como foi feito na CEG e na COMGÁS.

4. REFERÊNCIAS

ARMSTRONG, J. – Health & Safety benefits of Pollution Prevention. Canadian Pollution Prevention Roundtable. Calgary, June 13, 2002.

COMPAIR BRASIL, Plataforma Compacta de Reabastecimento GNV, Pit Stop de Abastecimento. Material disponível no site da empresa.

GNV NEWS - Informativo do Comitê do Gás Natural Veicular do Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (IBP). Ano 1, nº 5, Junho de 2005.

GRUPO GALILEO, Ficha técnica do Nanobox. Material Institucional

JESUS, R. S. Utilização de Gás Natural Veicular na Frota de Ônibus Baiana. Monografia apresentada ao Curso: Especialização em Engenharia de Gás Natural. Salvador, BA, maio de 2004

KHOURY, J. Why CNG for Forklifts? - Natural Gas Vehicles Conference 1999. Sydney Convention & Exhibition Centre Darling Harbour Sydney, Austrália. 12 - 14 April 1999

MENDES, H. Movitech Compressores - Substituição de GLP ou Gasolina pelo Gás Natural. Projeto SiscompGNV. 2004.

SOGÁS PARTICIPAÇÕES LTDA, Estudo Resumido de Uso do Gás Natural X Gás Liquefeito do Petróleo. Material Institucional.

WHITE MARTINS, Apresentação sobre ofertas de Gás Natural. Material Institucional.

PROPANE EDUCACION & RESEARCH COUNCIL, Forklift – It's a Beautiful Day at work, not a cloud in the warehouse. The reasons for choosing propane forklifts and for converting existing gasoline forklifts to operate on propane.

ANEXO 1

Dados GLP x GN

	Consumo GLP	GLP R\$/Kg	GLP R\$ Total
Média Mensal	20.000	2,00	40.000,00

Consumo GN Empilhadeiras	GN R\$/Nm3	GN R\$ Total Empilhadeiras	Consumo GN Fábrica
25.814	0,5478	14.141,47	850.000,00

TARIFA DA COMPANHIA DE GÁS (INDUSTRIAL)

		40.000,00
1	a 450 Nm3	1,1016
451	a 1.500 Nm3	0,6522
1.501	a 4.500 Nm3	0,6141
4.501	a 15.000 Nm3	0,5829
15.001	a 30.000 Nm3	0,5821
30.001	a 180.000 Nm3	0,5669
180.001	a 360.000 Nm3	0,5567
360.001	a 600.000 Nm3	0,5418
600.001	a 1.050.000 Nm3	0,5317
1.050.001	a 1.800.000 Nm3	0,5228

ICMS de 12%

Consumo GN	875.814	Fábrica + Empilhadeiras
Tarifa c/ IPOSTOS	0,5478	

Energia Elétrica

Preço R\$/kW	0,2000
--------------	--------

Consumo KW/Nm3	0,1920
Consumo R\$/Nm3	0,0384

ANEXO 2

Dados de Compressão

Take-or-Pay	30.000
-------------	--------

Tarifas Locação - Em Cascata

de 0	a 10.000 Nm3	0,5750
de 10.001	a 20.000 Nm3	0,5625
de 20.001	a 30.000 Nm3	0,5500
de 30.001	a 40.000 Nm3	0,5375
de 40.001	a 50.000 Nm3	0,5125
de 50.001	a 60.000 Nm3	0,4750
de 60.001	a 70.000 Nm3	0,4250
de 70.001	acima	0,3750

Consumo GN	25.814
Tarifa Final	0,5645
Valor Locação R\$	14.572,11

Manutenção Inclusa com Reposição de Peças

OBS. modelo aplicado atualmente pela Sogás-RJ;

ANEXO 3

OPERAÇÃO PIT STOP

S A L A R I O S	QUANT	FUNÇÃO	VALOR UNITARIO	TOTAL MÊS	CONTEÚDO ESPECÍFICO
	0	Frentistas Diurnos	585,00	0,00	
	0	Frentista Noturno	731,25	0,00	
	1	Técnico Mecânico Residente Especializado (opcional)	1.300,00	1.300,00	
				0,00	
				0,00	
	1				
SUBTOTAL A				1.300,00	
E N C A R G O S				260,00	20,00%
				104,00	8,00%
				0,00	0,00%
				0,00	0,00%
				0,00	0,00%
				32,50	2,50%
				26,00	2,00%
				0,00	0,00%
				6,50	0,50%
SUBTOTAL B				429,00	33,00%
P R O V .				108,29	8,33%
				144,43	11,11%
				0,00	0,00%
				0,00	0,00%
				0,00	0,00%
				35,75	2,75%
SUBTOTAL C				288,47	22,19%
B E N E F I C .				187,20	
				260,00	
				44,50	
				26,50	
				6,70	
				2,27	
				0,00	
SUBTOTAL D				527,17	
E Q U I					
SUBTOTAL E				2.544,64	
B D I				0,00	
				0,00	
SUBTOTAL F1				0,00	
SUBTOTAL F				2.544,64	
I M P O S T O S				14,53	5,00%
				290,61	10,25%
				10,87	0,38%
SUBTOTAL G1					
SUBTOTAL G				316,01	
TOTAL				2.860,65	

Cálculos Considerando fornecimento de Vale Transporte no valor de R\$ 7,20 e Alimentação no Local Seg a Sábado.
Uniforme/Epi's: 2 Conjuntos, Bota de Biqueira, Luva de Vaqueta e Óculos.

5. 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.

The benefits of the use of natural gas in trucks

Fabrcio Teixeira de Freitas, fft@bol.com.br¹

Eduardo Ferreira de Sousa, eng_edsousa@hotmail.com²

Laerte de Araújo Lima, llima35@yahoo.com³

¹ Xterren – Graduate student in Engineering of Natural Gas, Suzano/SP

² Unifacs - Setting the Master in Energy Industry, Salvador/BA

³ Msc. Energy and Sustainability, University of Vigo ETSEI – Campus Universitario 36210 Vigo, Spain

Resumo: *In recent years, the use of natural gas has gained popularity and is now used by companies that have trucks and fleets of vehicles (buses, taxis, vans, etc.). In Brazil, about 30 companies are already benefiting from the use of natural gas in approximately 500 trucks. In Bahia, it is possible to identify a potential market of trucks, through consultations held by the Company's distributor customers with state interest in implementing a "pit stop" supply, following the national trend. In this article we will discuss the benefits of using natural gas (NG) as an alternative to traditionally used to fuel trucks - gasoline and liquefied petroleum gas (LPG).*

Palavras-chave: *Natural Gas, Trucks, Advantages of Natural Gas*