

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA: ÊNFASE EM  
TRANSPORTES**

**GNV – GÁS NATURAL VEICULAR  
PANORAMA GERAL DO COMBUSTÍVEL**

**CYBELLE RECCE ZARZUR**

Botucatu – SP  
Dezembro de 2005

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA: ÊNFASE EM  
TRANSPORTES**

**GNV – GÁS NATURAL VEICULAR  
PANORAMA GERAL DO COMBUSTÍVEL**

**CYBELLE RECCE ZARZUR**

**Orientador: Prof. Dr. João Alberto Borges de Araújo**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
FATEC - Faculdade de Tecnologia de Botucatu,  
para obtenção do título de Tecnólogo em  
Logística com ênfase em Transportes.

Botucatu - SP  
Dezembro de 2005

*Dedicatória*

*Este trabalho eu dedico a uma pessoa muito especial, que infelizmente por um trágico acidente nos deixou este ano. Esta pessoa se chama Déborah, uma grande amiga que estará sempre guardada em minha memória e em meu coração, pela grande pessoa que foi em sua curta passagem por esta vida.*

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Subsolo fonte de combustível .....	15
Figura 2. UPGN .....	16

**LISTA DE QUADROS**

Tabela 1. Gás Associado e Gás não associado .....	14
Tabela 2. Ciclo dos Motores .....	23

**SUMÁRIO**

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	IV
LISTA DE QUADROS.....	V
RESUMO .....	VIII
I. INTRODUÇÃO .....	9
1.1 Justificativa .....	10
1.2 Objetivos .....	10
II. REVISÃO DA LITERATURA .....	11
2.1. História do Gás Natural no Mundo.....	12
2.2. História do Gás Natural no Brasil .....	12
2.3. O Gás Natural .....	13
2.4. Exploração do GN.....	14
2.5. Produção do GN .....	15
2.6. Distribuição do GN .....	16
2.7. Gás Natural Veicular – GNV .....	17
2.8. Conversão do Motor .....	19

2.9. Ciclo dos Motores .....	22
2.10. Abastecimento .....	24
2.11. Instalação de postos de Abastecimento .....	25
2.12. Tecnologia .....	25
2.13. Transporte do GNV .....	26
2.13.1. Gasodutos .....	26
2.13.2. Gasodutos no Brasil .....	29
2.13.3. Transportadoras .....	35
2.13.4. Alternativa de Transporte .....	36
2.14. Armazenamento do GN .....	36
2.15. Vantagens .....	37
2.16. O GNV no Transporte Coletivo .....	38
2.17. O GNV no Transporte de Cargas .....	40
2.18. O GNV nos carros particulares e utilitários .....	40
III. CONCLUSÃO .....	43
IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	45
APÊNDICE .....	47

## RESUMO

O presente trabalho trata de um assunto atual que diz respeito à aplicação de alternativas de fontes de combustíveis.

O gás natural vem contemplar esta realidade, e deve tornar-se o substituto do petróleo. É dada ênfase ao GNV – Gás Natural Veicular, em que seu uso vem sendo difundido no mercado por suas vantagens que vão desde a economia até a preservação do meio ambiente em que está inserido, sendo apresentado resultados com o uso deste combustível tanto no transporte de cargas, passageiros e utilitários.



## **I. INTRODUÇÃO**

O estudo do Gás Natural nasceu de uma expectativa na consolidação de seu mercado que hoje corresponde a 7,5% da matriz energética brasileira, e até 2015 deverá chegar a 15%.

O mercado é amplo: Indústrias, comércio, termelétricas, uso doméstico e finalmente a ênfase deste trabalho, o gás natural usado como combustível para veículos, conhecido como GNV – Gás Natural Veicular.

O gás Natural pode ser visto como o combustível do século 21. É mais econômico e ecologicamente correto, por ser menos poluente. Além de influenciar nos custos logísticos de transporte por vários meios tais como para taxistas, para transportes de pequenas, médias e grandes cargas, no transporte coletivo urbano, nos carros utilitários e nos carros particulares.

Este combustível é fóssil e ainda que suas reservas tendam ao esgotamento, em décadas à frente o gás natural deve ser o principal combustível a substituir o petróleo.

Dar-se-á ênfase também a Logística para o transporte do Gás Natural Veicular, seja por gasoduto ou por transporte rodoviário e a importância do seu consumo para a diminuição de gastos com o transporte.

### **1.1. Justificativa**

O Objetivo deste trabalho é demonstrar as vantagens da utilização deste combustível com uma visão ampla de suas características e o seu uso nos diferentes tipos de veículos.

### **1.2. Objetivos**

A escolha deste tema surgiu a partir da visão da importância dos valores que um combustível pode ter para a formação de preços. Tanto para transportadoras, quanto para utilitários, a economia que o gás natural veicular pode trazer beneficia muito os usuários, sendo uma forma de redução de custos.

## **II. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. História do Gás Natural no Mundo**

Segundo Gás Energia (2005), registros antigos mostram que a descoberta do gás natural ocorreu no Irã entre 6000 e 2000 AC e que, na Pérsia, utilizavam o combustível para manter aceso o "fogo eterno", símbolo de adoração de uma das seitas locais. O GN já era conhecido na China desde 900 AC, mas foi em 211 AC que o país começou a extrair a matéria-prima com o objetivo de secar pedras de sal. Utilizavam varas de bambu para retirar o GN de poços com profundidade aproximada de 1000 metros.

Na Europa, o gás natural só foi descoberto em 1659, não despertando interesse por causa da grande aceitação do gás resultante do carvão carbonizado (*town gas*), que foi o primeiro combustível responsável pela iluminação de casas e ruas desde 1790. Já nos Estados Unidos, o primeiro gasoduto com fins comerciais entrou em operação na

cidade de *Fredonia*, no Estado de Nova York, em 1821, fornecendo energia aos consumidores para iluminação e preparação de alimentos.

O gás natural passou a ser utilizado em maior escala na Europa no final do século XIX, devido à invenção do queimador *Bunsen*, em 1885 (por *Robert Bunsen*) - que misturava ar com gás natural -, e a criação de um gasoduto à prova de vazamentos, em 1890. Mesmo assim, as técnicas de construção eram modestas e os gasodutos tinham no máximo 160 km de extensão, impedindo o transporte de grandes volumes a longas distâncias, e, conseqüentemente, reduzindo a participação do GN no desenvolvimento industrial, marcado pela presença de óleo e carvão.

## **2.2. História do Gás Natural no Brasil**

A utilização do Gás Natural no Brasil começou por volta de 1940, com as descobertas de óleo e gás na Bahia, atendendo a indústrias localizadas no Recôncavo Baiano. Depois de alguns anos, as bacias do Recôncavo, Sergipe e Alagoas eram destinadas quase em sua totalidade para a fabricação de insumos industriais e combustíveis para a refinaria Landulfo Alves e o Pólo Petroquímico de Camaçari.

O grande marco do GN ocorreu com a exploração da Bacia de Campos, no Estado do Rio de Janeiro, na década de 80. O desenvolvimento da bacia proporcionou um aumento no uso da matéria-prima, elevando em 2,7% a participação do GN na matriz energética nacional.

O Governo Federal tem como meta elevar a participação do GN dos atuais 3% para 12% até 2010. Para isso, diversos esforços estão sendo feitos, como a privatização do setor elétrico e a promulgação da lei 9.478, que, entre outras determinações, redefiniu a política energética nacional e instituiu o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e a Agência Nacional do Petróleo (ANP).

O término do gasoduto Bolívia-Brasil representa um grande avanço no fornecimento de gás natural no país, com capacidade máxima de transportar até 30 milhões m<sup>3</sup> diariamente. Além disso, alguns projetos já estão em estudo para a exploração da Bacia

do Solimões, na região Norte do país.

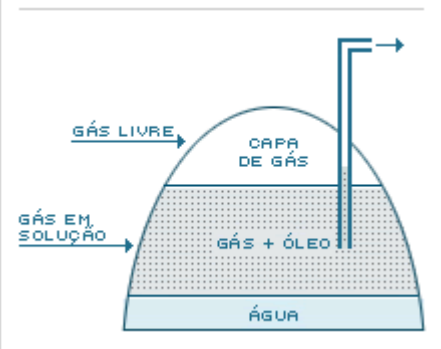
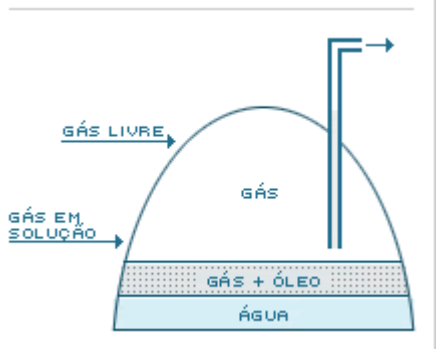
### **2.3. O Gás Natural**

De acordo com Abreu (2003), o Gás Natural – GN - é um combustível fóssil, encontrado na natureza normalmente em reservatórios subterrâneos, associados ou não ao petróleo. Ele resulta da degradação da matéria orgânica de forma anaeróbica – fora do contato com o ar – matéria esta oriunda de quantidades extraordinárias de microorganismos que, nos tempos pré-históricos, se acumulavam nas águas litorâneas dos mares da época. Devido aos movimentos de acomodação da crosta terrestre, esta matéria orgânica foi soterrada e por isto sua degradação se deu, normalmente, fora do contato com o ar, a altas temperaturas e sob fortes pressões.

O Gás Natural - GN - é definido como uma mistura de hidrocarbonetos (contém somente hidrogênio e carbono), parafínicos leves, contendo predominantemente metano, etano, propano e outros componentes de maior peso molecular (podendo chegar à faixa do C 12+, dependendo da sua origem), que à temperatura ambiente e pressão atmosférica permanece no estado gasoso. Apresenta normalmente baixos teores de contaminantes tais como nitrogênio, dióxido de carbono, água e compostos sulfurados, com raras ocorrências de gases nobres (hélio e argônio).

O gás natural encontra-se acumulado em rochas porosas no subsolo, acompanhado ou não por petróleo, quando acompanhado, é então chamado de gás associado, constituindo reservatórios naturais. O combustível possui qualidades excepcionais por ser pouco poluente e por apresentar boas condições de controlabilidade.

Quadro 1: Gás Associado e Gás não associado. Gás Energia, 2005.

<p align="center"><b>GÁS ASSOCIADO</b> Reservatório produtor de óleo</p>	<p align="center"><b>GÁS NÃO ASSOCIADO</b> Reservatório produtor de gás</p>
<p>É aquele que, no reservatório, está dissolvido no óleo ou sob a forma de capa de gás. Neste caso, a produção de gás é determinada diretamente pela produção do óleo. Caso não haja condições econômicas para a extração, o gás natural é reinjetado na jazida ou queimado, a fim de evitar o acúmulo de gases combustíveis próximos aos poços de petróleo. O gás natural não associado é mais interessante do ponto de vista econômico, devido ao grande acúmulo de propano e de hidrocarbonetos mais pesados.</p>	<p>É aquele que, no reservatório, está livre ou junto a pequenas quantidades de óleo. Neste caso, só se justifica comercialmente produzir o gás. As maiores ocorrências de gás natural no mundo são de gás não associado.</p>
	

Segundo Gás Energia (2005), o GN é mais leve que o ar, portanto, dissipa-se facilmente na atmosfera em caso de vazamento. Para que se inflame, é preciso que seja submetido a uma temperatura superior a 620°C. A título de comparação, vale lembrar que o álcool se inflama a 200°C e a gasolina a 300°C. Além disso, é incolor e inodoro.

## 2.4. Exploração do GN

O gás natural é encontrado no subsolo, por acumulações que ocorrem em rochas porosas, isoladas do exterior por rochas impermeáveis, associadas ou não a depósitos petrolíferos.

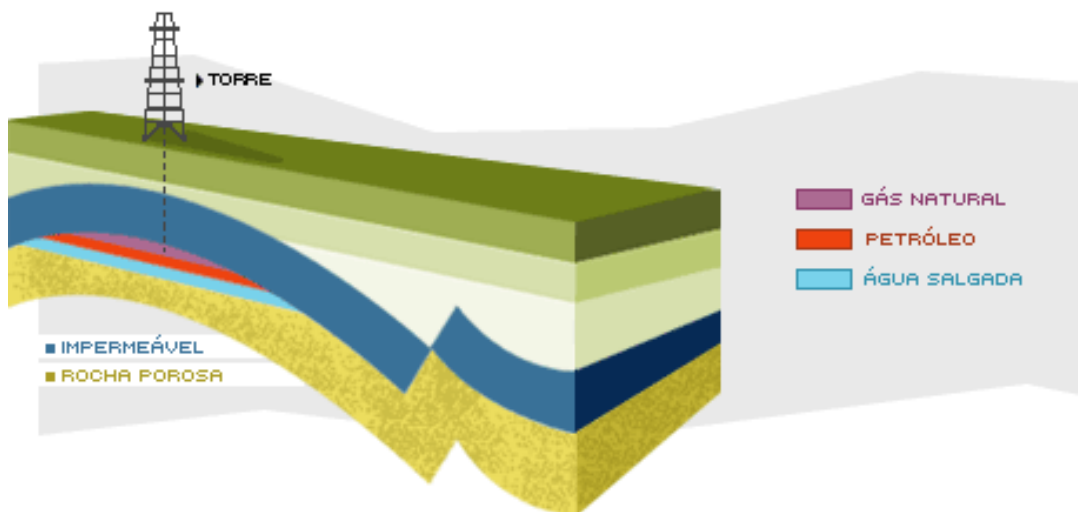


Figura 1. Subsolo fonte de combustível. Gás Energia (2005)

O primeiro passo para explorar o gás natural é verificar a existência de bacias sedimentares portadoras de rochas reservatórias ricas na acumulação de hidrocarbonetos, através de testes sísmicos. Caso o resultado das pesquisas seja positivo, dará início a perfuração de um poço pioneiro para comprovar o nível da acumulação. Em seguida, através de testes de formação e perfuração de poços de delimitação, será possível constatar a viabilidade da jazida para fins comerciais. A última etapa é mapeamento do reservatório, que será encaminhado para o setor de produção.

## 2.5. Produção de GN

Semelhante ao petróleo, o gás natural precisa ser tratado antes de sua comercialização. Com base nos mapas do reservatório, é definida a curva de produção e a infra-estrutura necessárias para a extração. Assim que o GN (Associado e Não Associado) é retirado de uma jazida, passa por vasos depuradores para separar as partículas líquidas (água e hidrocarbonetos líquidos) e sólidas (pó, produtos de corrosão). Se o nível de resíduos de enxofre estiver em excesso, o gás passa por Unidades de Dessulfurização. Depois, o gás é transferido para as Unidades de Processamento do Gás Natural (UPGN).

Parte do gás natural pode ser aproveitado para estimular a recuperação do petróleo através dos métodos de reinjeção de gás.



Figura 2. UPGN. Mundo GNV (2005)

Nas UPGN's, o gás natural passa por algumas etapas até estar pronto para comercialização. Inicialmente, é desidratado para retirar o vapor d'água existente, e em seguida, sofre um processo de absorção com refrigeração ou de turbo expansão, com a finalidade de separar as frações pesadas, atendendo às exigências do mercado e do meio ambiente. O resultado final é a produção de gás natural residual (metano e etano), gás natural liquefeito (propano e butano - também conhecido como gás de cozinha) e C5+ (gasolina natural - transportada para as refinarias para futuro processamento).

## 2.6. Distribuição do GN

A distribuição é a etapa final do sistema, quando o gás chega ao consumidor,



que pode ser residencial, comercial, industrial (como matéria-prima, combustível e redutor siderúrgico) ou automotivo.

Nesta fase, o gás já deve estar atendendo a padrões rígidos de especificação e praticamente isento de contaminantes, para não causar problemas aos equipamentos onde será utilizado como combustível ou matéria-prima. Quando necessário, deverá também estar odorizado, para ser detectado facilmente em caso de vazamentos.

## **2.7. Gás Natural Veicular – GNV**

Gás Natural Veicular (GNV) é um combustível “limpo”, composto por uma mistura de gases extremamente leve, com aproximadamente 90% de metano (CH<sub>4</sub>). É econômico, pois proporciona um rendimento maior para o veículo – um carro abastecido com R\$50 de gás natural anda uma distância maior do que um outro com o mesmo valor com gasolina. É seguro, por ser inflamado apenas quando submetido a uma temperatura de 620° C (o álcool se inflama a 200°C e a gasolina a 300°C). É ecológico, pelo fato de não emitir poluentes como óxidos nitrogenosos (NOX), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e, principalmente, monóxido de carbono.

Os veículos podem ser adaptados em oficinas devidamente credenciadas pelo INMETRO, que os tornam bi-combustíveis. Isto é, o motorista pode escolher entre o uso do gás natural e o combustível original de seu veículo. Para isso, basta um clique em uma chave comutadora no painel. Algumas montadoras já disponibilizam para compra carros estruturados para o uso do gás natural com garantia de fábrica.

Adotado em diversos países como: Argentina, Austrália, Canadá e vários países da Comunidade Européia, o GNV tem passado por muitas inovações tecnológicas em diversas montadoras, principalmente na Europa. Vale lembrar que o GNV nada mais é do que o mesmo gás natural usado também nos setores industrial, comercial, residencial e de geração de energia. Atualmente, o Brasil conta com gás natural produzido em algumas regiões e com gás importado.

Antes de ser distribuído por gasodutos, o gás natural passa por uma unidade

industrial denominada Unidade de Processamento de Gás Natural (UPGN). O resultado desse processamento é um combustível seco, limpo e com excelentes qualidades energéticas para o consumo em diversos segmentos.

O Gás Natural Veicular teve uma expansão em seu mercado de 34% em 2003 e não parou de crescer. A estimativa é que a frota, de 2003, de 718 mil automóveis movidos a gás natural, chegue a um milhão em 2006, e a quantidade de postos de GNV vem aumentando significativamente.

O GNV reduz a emissão de poluentes, melhorando a qualidade do ar das cidades, é mais confortável por gerar menor ruído na combustão dos motores, não requer estocagem, impossibilita adulteração e desvio de combustível, e é mais econômico do que o óleo diesel, a gasolina e o álcool.

Segundo Abreu (2003), o uso do gás natural como combustível em motores de combustão interna é bastante difundido principalmente em veículos leves (táxis e veículos pequenos). A utilização, em substituição ao óleo diesel, pelas frotas de transporte coletivo, veículos de grande porte e na distribuição de cargas nas regiões de maior concentração populacional pode ser um fator de melhoria substancial da sua qualidade ambiental, em face da pureza das emissões resultantes.

Nos veículos automotivos, o gás armazenado em cilindros que são muito pesados e limitam a quantidade armazenável, restringindo um pouco a autonomia do veículo, mas sem prejuízo para a maioria dos seus usos. As condições de segurança são preservadas, se a instalação for feita obedecendo-se técnicas adequadas.

A taxa anual de crescimento do uso do gás natural veicular em função das outras áreas de atuação do gás natural foi o que apresentou o maior crescimento: 77%, em função da grande aceitação pelo mercado da conversão das frotas urbanas para o novo combustível.

Esta oferta de gás natural para uso em veículos automotores se iniciou em 1996, na cidade do Rio de Janeiro. O gás colocado à disposição do mercado trazia consigo um forte apelo de redução do custo para o usuário do combustível, o que foi entendido e ainda hoje, em recente pesquisa, aparece como o primeiro atributo do GNV a ser lembrado pelos consumidores. A frequência com que o menor custo é lembrado é mais do que cinco vezes maior do que o atributo seguinte, o do seu melhor desempenho do ponto de vista

ambiental. Estudos mostram, para as mesmas condições de uso de um automóvel, um custo do combustível de 100 para a gasolina, contra custos de cerca de 60 para álcool hidratado e de 30 para gás natural veicular.

## 2.8. Conversão do Motor

A facilidade de instalação do kit de conversão (de 3 a 6 horas de trabalho) e o seu custo relativamente baixo contribuíram para a rápida difusão da nova alternativa. O kit de conversão tem como componentes:

- **redutor:** É responsável pela redução da pressão do GNV de modo a ajustá-la ao desempenho do veículo. Localizado no compartimento do motor, o redutor recebe o gás do cilindro em alta pressão, e o reduz em três etapas, até que o gás alcance a pressão atmosférica. Dentro do redutor, válvulas de regulagem de marcha lenta, intermediária e solenóide interrompem a passagem de gás natural quando o motor não está ligado ou acionado para funcionar com combustível líquido.
- **Misturador/mesclador:** Faz a injeção de gás no sistema de alimentação, tornando a mistura de ar e GNV homogênea.
- **Regulador:** Permite a entrada de gás natural no sistema de injeção ou carburação.
- **Válvula de abastecimento:** É uma multi-válvula com dispositivo de abastecimento para reter o gás natural armazenado nos cilindros.
- **Eletroválvula:** Bloqueia o fluxo do combustível original do veículo quando o GNV é utilizado. Esta peça é recomendada para veículos carburados.
- **Válvula de cilindro:** Bloqueia a passagem de gás natural para o motor e funciona também como válvula de segurança caso a pressão do cilindro ultrapasse 300kgf.cm<sup>2</sup>.
- **Cilindro:** Reservatório de armazenagem de GNV. É fabricado a partir de

tubos de aço sem costura ou pelo processo de embutidura em chapa plana feita de aço médio manganês ou aço cromo molibidênio.

- **Suporte para cilindro:** Sustenta o(s) cilindro(s) de GNV no chassi ou na carroçaria do veículo. Esta estrutura é constituída de cintas abraçadeiras, que envolvem o cilindro para fixá-lo, cintas ou batentes limitadores, que evitam o deslocamento do cilindro de GNV, berço, que acomoda o cilindro e travessas, que fixam o berço e as abraçadeiras ao veículo.
- **Tubo de alta pressão:** Mantém o GNV em alta pressão.
- **Chave Comutadora com Indic. de Carga e Feixe Eletrônico:** Comanda as eletro-válvulas para efetuar as mudanças de combustível líquido para gasoso e vice-versa.
- **Emulador de Injeção:** Usado em motores de injeção eletrônica, o emulador é responsável pela regulagem do motor mesmo após a troca de combustível. Interrompe o funcionamento dos bicos, evitando a entrada dos dois combustíveis. Pode dispor de cabos originais que evitam o corte do chicote, mantendo a originalidade sem adaptação de relês.
- **Emulador de Sonda Lambda:** Dispositivo eletrônico instalado na linha de comunicação da central de injeção de combustível líquido juntamente com a sonda lambda (sensor de oxigênio) e visa simular o sinal de frequência para os parâmetros de funcionamento a gás natural. Este componente é importante para otimizar os parâmetros de funcionamento do veículo, no que concerne a mistura ar e GNV, ou seja, ajusta a queima da mistura para a estequiométrica, através do sensor de oxigênio, melhorando a performance do veículo.
- **Variador de Avanço:** Dispositivo eletrônico projetado para modificar o ponto de ignição original (calculados para um correto funcionamento à gasolina) para adaptá-lo à carburante do veículo no funcionamento a GNV. A instalação deste equipamento permite que o centelhamento ocorra adiantado em relação ao ponto original, visto que o tempo de combustão é mais lento que o da gasolina.

Com a instalação dos variadores de avanço de ponto de ignição, se obtém

um melhor funcionamento do veículo em fase de aceleração e menor consumo de combustível. O variador de avanço só é ativado quando o veículo funciona a GNV. Ao funcionar a gasolina/álcool o valor original de avanço se restabelece eletronicamente. A variação de avanço é controlada por um microprocessador que elabora a curva original seguindo parâmetros presentes na memória e outros modificáveis externamente. Os ajustes são efetuados por meio de interruptores.

A conversão pode ser feita em motores do ciclo Otto e do ciclo Diesel. Os de ciclo Otto passam a ter condições de bicomcombustível, isto é, usam alternativamente GNV ou o seu combustível original. Nos motores de ciclo Diesel convertidos são utilizados em conjunto o GNV e o combustível original, este reduzido entre 15 a 20% do seu volume anterior.

Quando corretamente executada, a conversão resulta em vantagens, que vão além do menor custo do combustível. O GNV queima sem depositar resíduos no interior do motor, diminuindo custos de manutenção e aumentando o intervalo entre trocas de óleo. Além disso, reduz as emissões, sendo nesse aspecto o melhor combustível disponível: a emissão de CO<sub>2</sub> pode ser até 70% menor do que em motor a gasolina; gás carbônico 20% menor, e quase eliminação de óxidos de nitrogênio e de hidrocarbonetos não queimados. Em contrapartida, a conversão conduz a uma redução na potência do veículo, entre 5 a 10% quando operando com GNV. Essa redução de potência pode ser minimizada em um motor construído para uso exclusivo de GNV.

Com a instalação do kit gás, o veículo originalmente projetado para rodar com gasolina ou álcool se torna bi-combustível, ou seja, fica apto a operar com os dois combustíveis isoladamente. Basta acionar a chave comutadora no painel do veículo para escolher o combustível desejado.

A conversão custa entre R\$ 2.500,00 e R\$ 4.500,00 e só pode ser realizada por [oficinas credenciadas pelo INMETRO](#), que oferecem o "Certificado de Homologação de Montagem" do kit gás. Este documento atesta que todas as normas técnicas estabelecidas pela ABNT foram cumpridas, legalizando o veículo perante o Departamento

de Trânsito (DETRAN) local.

O decreto n.1.787, de 12 de janeiro de 1996, autorizou a utilização do GNV para todos os tipos de veículo:

- Frotas de ônibus urbanos e interurbanos
- Veículos de carga e transporte
- Frotas cativas de empresas
- Frotas de serviços públicos
- Táxi
- Veículos particulares

## **2.9. Ciclo dos Motores**

O motor é um equipamento que transforma alguma forma de energia (térmica, hidráulica, elétrica, nuclear etc) em energia mecânica. Conforme o tipo de energia que transforma, ele é classificado em motor de combustão, hidráulico, elétrico ou atômico.

Os motores ciclo Diesel ou ciclo Otto aproveitam a energia da queima do combustível dentro de uma série de câmaras e por isso classificados como motores de combustão interna.

A principal diferença dos motores do ciclo Diesel para os do ciclo Otto (a gasolina ou álcool) consiste na queima do combustível por pressão e não por ignição. Esses motores não possuem velas ou sistema de ignição, logo não há emissão de centelha (faísca). O óleo diesel -- que de fato tem esse nome por causa do criador do motor - *Rudolf Diesel* - se inflama por causa do calor gerado pela pressão, que varia entre 65 e 130 kgf/cm<sup>2</sup>, contra 60 a 80 kgf/cm<sup>2</sup> dos motores Otto.

Quadro 2. Ciclo dos Motores

<b>Ciclos de funcionamento</b>	<b>Ciclo Otto (gasolina ou álcool)</b>	<b>Ciclo Diesel</b>
1 - admissão	aspiração da mistura ar-combustível	aspiração e enchimento dos cilindros apenas com ar
2 - compressão	compressão da mistura numa taxa em torno de 9:1 (gasolina) ou 12:1 (álcool)	compressão do ar puro, numa taxa acima de 20:1
3 - combustão	ignição por centelha da vela e explosão da mistura	injeção de óleo diesel, auto-inflamação pelo calor da compressão, combustão à medida em que é injetado
4 - escapamento	saída dos gases queimados	saída dos gases queimados

Pela elevada taxa de compressão e pelas características do combustível, o motor a diesel obtém rendimento muito elevado, o que se reflete no baixo consumo. Entretanto, a alta taxa exige que seus componentes sejam mais reforçados, daí seu maior peso e menor potência que um motor do ciclo Otto de tamanho equivalente. O nível de ruído e vibrações também é mais elevado, embora este inconveniente venha se reduzindo bastante nos projetos mais modernos.

## **2.10. Abastecimento**

Segundo Abreu (2003), há, no início, uma certa dificuldade, até que se implante uma rede de postos de abastecimento dispersa na malha urbana, suficiente para evitar que os veículos percam tempo no reabastecimento. Ao longo das rodovias é ainda mais difícil, mas vai se tornando realidade nos eixos de maior fluxo rodoviário.

Os consumidores valorizam as vantagens da conversão e os 4.800 veículos convertidos em 1996 (quase todos no Rio de Janeiro) se multiplicaram e a frota convertida atinge em 2003, 550.000 veículos, constituindo-se na terceira do mundo, somente atrás da Argentina e Itália.

Nos primeiros anos a rede de postos de abastecimento evoluiu lentamente, o que chegou a provocar uma desaceleração no crescimento da frota convertida. Nos últimos anos, o número de postos de serviço foi crescendo, apesar de requerer investimento de U\$350.000,00/posto, já é superior a 530 distribuídos em 15 estados (313 em São Paulo e Rio de Janeiro).

Com o crescimento acelerado da demanda e em função do tempo necessário para a construção de um posto de GNV ser de aproximadamente 1 ano (entre identificação da rede de gasoduto, do posto, negociações, projetos, aprovações e obras), a oferta ainda se revela insuficiente.

Excetuando o Rio de Janeiro, que possui a maior rede do Brasil (encerrou o ano de 2000 com 62 postos), em algumas cidades ainda se leva mais de uma hora para o abastecimento. Todavia, a economia gerada compensa este tempo de espera e o número de conversões continua crescendo (No Rio de Janeiro gira em torno de 2,3 mil por mês).

Através de investimentos das distribuidoras de combustíveis (para implantar o GNV em cada posto de abastecimento já existente custa aproximadamente US\$ 350.000 dólares), foi criada uma ampla rede de postos, passando de 2 no final de 2001 para aproximadamente 100 em 2003.

## **2.11. Instalação de postos de Abastecimento**

O posto de abastecimento de GNV, pode ser alimentado por gasoduto ou conjunto móvel de GNV, e é composto das seguintes instalações:

- Estação de medição e totalização de gás (para postos alimentados por



gasoduto) e equipada com indicadores de pressão, válvulas de fechamento rápido, filtros para retenção de impurezas e medidores;

- Conjunto de filtragem e secagem do gás, para retenção de impurezas e retirada de umidade;

- Área de compressão, composta de um ou mais compressores, conforme a capacidade do posto;

- Estocagem de abastecimento rápido, por equalização;

- Tubulação para condução do gás às diversas instalações;

- Instalações Elétricas;

- Área de Abastecimento;

O local a ser utilizado para instalação de um posto de abastecimento de GNV deve ser submetido aos órgãos competentes para aprovação (CTGÁS, 2005).

## 2.12. Tecnologia

Existem desenvolvimentos de tecnologias pela Petrobrás, onde se estuda a possibilidade de transformação química do gás natural em combustíveis líquidos, o GTL (*gás to liquid*). Este processo permite produzir diesel, nafta e gás liquefeito de petróleo (GLP), e ainda gasolina ou lubrificantes sintéticos, todos a partir do gás natural. A tecnologia GTL tem se tornado cada vez mais viável comercialmente, diante da redução de seu custo e do constante aumento do custo do petróleo.

Como é sintetizado a partir do gás natural, o diesel obtido por meio do GTL é de elevada qualidade, apresentando níveis de enxofre e de componentes aromáticos próximos de zero, além do alto índice de cetano. Como as normas ambientais nacionais e internacionais vêm restringindo cada vez mais as taxas de enxofre nos combustíveis, este é um grande ganho em comparação ao diesel comum.

### **2.13. Transporte do GNV**

No estado gasoso, o transporte do gás natural é feito por meio de dutos ou, em casos muito específicos, em cilindros de alta pressão (como GNC - gás natural comprimido). No estado líquido (como GNL - gás natural liquefeito), pode ser transportado por meio de navios, barcas e caminhões criogênicos, a  $-160^{\circ}\text{C}$ , e seu volume é reduzido em cerca de 600 vezes, facilitando o armazenamento. Nesse caso, para ser utilizado, o gás deve ser revaporizado em equipamentos apropriados.

#### **2.13.1. Gasodutos**

De acordo com Abreu (2003), um dos aspectos que mais caracteriza o gás natural é a possibilidade de se poder adequar o seu estado físico às condições de transporte desde a zona onde é produzido até a região onde será consumido (frequentemente distantes uma da outra).

O transporte por gasoduto é a solução mais amplamente utilizada. Gasoduto é um duto (tubulação) para conduzir o gás natural, que nele é introduzido sob pressão por meio de compressores. No mundo, existem hoje mais de um milhão de quilômetros de dutos de transporte, além de quatro vezes mais dutos de distribuição, atendendo a centenas de milhões de clientes.

Por força do fluxo, há uma perda de energia por atrito, e a pressão vai caindo ao longo da tubulação, sendo necessárias estações de compressão intermediárias para elevar a pressão e permitir a continuidade do fluxo do produto, mas deve-se levar em consideração que o transporte é feito 24hs por dia e sete dias por semana (único transporte que permite esta continuidade), por isso perda de energia e a lentidão não devem ser consideradas desvantagens.

A Figura mostra esquematicamente esta operação. Na parte superior, está indicada a variação da pressão: ela vai caindo ao longo da tubulação, tornando necessária uma estação de compressão para elevá-la e assim sucessivamente até o ponto de destino.

Nos dutos de transporte de longa distância, as pressões usuais podem atingir de 100 a 150 kgf/cm<sup>2</sup> logo após a estação de compressão, caindo, ao longo do duto, até cerca de 30 a 40 kgf/cm<sup>2</sup>, quando haverá uma outra estação de compressão. Este ciclo pode se repetir várias vezes, permitindo atingir distâncias muito grandes.

A operação do gasoduto é moderadamente feita a distância, sendo monitorada por instrumentos ao longo da tubulação, seja com a utilização de comunicação por satélites, seja com fibras óticas na faixa de domínio do gasoduto. Esta instrumentação acompanha a evolução da pressão na tubulação e também mede o fluxo que passa ao longo dela, inclusive as saídas nas estações de entrega aos distribuidores (*citygates*), para fins de faturamento.

O custo da implantação do duto depende fundamentalmente da ocupação humana das áreas atravessadas, das dificuldades impostas pelo relevo, de eventuais obras especiais exigidas (travessias de grandes rios, de auto-estradas, etc.). Na definição do traçado dos gasodutos, procura-se evitar as áreas de maior concentração populacional, bem como minimizar as movimentações de terra e, reduzir o seu eventual arraste pelas águas das chuvas.

É usual se referir ao custo do duto como um produto do comprimento da tubulação (expresso em metros lineares) pelo seu diâmetro (expresso em polegadas), sendo uma boa referencia, atualmente, um valor de US\$ 15 a 25/metropol, ou seja, o custo por metro do duto é de US\$ 15 a US\$ 25 multiplicados pelo número de polegadas de seu diâmetro nominal. (PETROBRÁS, 2004)

O Brasil terá um investimento de US\$ 3 bilhões no período 2004-2010 para integrar e ampliar a malha de gasodutos. A rede total será ampliada em 4.160 quilômetros, aumentando consideravelmente a atual capacidade de transporte de gás dos 8.860 quilômetros de gasodutos em operação.

A maior parte dos gasodutos é operada pela Transpetro, subsidiária da Petrobrás, e se interliga em conjuntos regionais denominados “malhas”. Compreendem atualmente uma extensão de cerca de 3.000 quilômetros de dutos, com 71 pontos de entrega, e transportam cerca de 33 milhões de metros cúbicos diários de gás. Com os novos projetos, a extensão da malha de gasodutos da Transpetro aumentará para cerca de 4.300 quilômetros até o final de 2005.

Essas linhas irão escoar o combustível de Urucu, na Amazônia; dos pequenos campos do Nordeste; da Bacia de Campos; dos campos do Espírito Santo; e, futuramente, da Bacia de Santos, oferecendo gás Natural para a costa litorânea e para as cidades do interior.

Os projetos de gasodutos atualmente em estudos, planejamento e construção terão desdobramentos no futuro. Numa visão dos próximos 10, 20, e 30 anos, as metas são ainda mais ambiciosas. A Petrobrás planeja ampliar a rede básica de gás natural, integrando o Brasil de norte a sul por meio de gasodutos, incluindo a expansão para Venezuela e Peru.

Em dez anos, o Gasoduto da Unificação cortaria o centro do Brasil, ligando o Rio Grande do Sul ao Pará e Maranhão, integrando o Gasoduto Bolívia-Brasil (Gasbol) com o norte do País. Num prazo de 20 anos, outros gasodutos ligariam a rede básica do Amazonas a Goiás, Pará e Amapá. Por fim, em 30 anos, uma linha uniria as cidades de Porto Velho (RO) e Camisea, no Peru; e outra linha ligaria Manaus (AM) à Venezuela, passando por Roraima.

### **2.13.2. Gasodutos no Brasil**

#### **Malha RJ – MG – SP**

#### **Cabiúnas-REDUC**

O gasoduto Cabiúnas-REDUC iniciou suas atividades em 1982 com o objetivo de transportar o gás natural da Bacia de Campos para abastecer o Estado do Rio de Janeiro. O trecho completo, com 183 km de extensão, começa em Cabiúnas, no município

de Macaé, e segue até Duque de Caxias. Operando na capacidade máxima, pode movimentar até 1.551.250.000m<sup>3</sup> por ano.

### **REDUC-REGAP**

Também conhecido como GASBEL, o gasoduto REDUC-REGAP entrou em operação em 1996, para transportar o gás natural proveniente da Bacia de Campos e processado na Refinaria de Duque de Caxias até o Estado de Minas Gerais. Passando pelos municípios mineiros de Juiz de Fora e Betim, o trecho completo possui ao todo 357 km e está apto a transportar até 712.477.956m<sup>3</sup> por ano.

### **REDUC-ESVOL**

O gasoduto REDUC-ESVOL, conhecido também como GASVOL, foi implementado para conduzir o gás natural de Duque de Caxias, no Rio de Janeiro, ao gasoduto GASPAL (interliga Volta Redonda a São Paulo) e aos municípios de Japerí, Pirai e Volta Redonda. Operando desde 1986, a extensão completa do duto é de 95,2km, sendo capaz de transportar até 1.538.477.628m<sup>3</sup> por ano.

### **ESVOL-SÃO PAULO**

O gasoduto ESVOL-São Paulo entrou em atividade em 1988 para levar o gás natural da Bacia de Campos a diversas localidades situadas no trajeto entre Volta Redonda e Capuava, em São Paulo. O trecho completo possui 325,7km de extensão, possuindo pontos de entrega nos municípios de Barra Mansa, Resende, Lorena, Pindamonhangaba, Taubaté, São José dos Campos Guararema, Suzano, Cruzeiro, e Capuava. Operando com capacidade máxima, o duto pode transportar até 1.538.477.628m<sup>3</sup> por ano.

### **ESVOL-TEVOL**

Com apenas 5,5km de extensão, o gasoduto ESVOL-TEVOL entrou em operação em 1986 com a finalidade de transportar o gás natural do GASVOL ao mercado de Volta Redonda, no Rio de Janeiro, até São Paulo. Operando com capacidade máxima, o trecho pode transportar até 1.538.477.628m<sup>3</sup> por ano.

### **RPBC-Capuava**

O gasoduto RPBC-Capuava é o responsável pelo transporte de gás natural proveniente de Merluza, na Bacia de Santos, entre as cidades paulistas de Cubatão e Capuava. Operando desde 1993, o trecho de 37km de extensão possui uma capacidade de 350.400.000m<sup>3</sup> por ano.

### **RPBC-Comgás**

O gasoduto RPBC-Comgás começou suas atividades em 1993 com o objetivo de transportar o gás natural até o ponto de entrega da Comgás, na Baixada Santista. O trecho possui 1,5km de extensão e pode fornecer até 565.600.000m<sup>3</sup> por ano.

### **Malha Espírito Santo**

#### **Lagoa Parda-Vitória**

Concluído em 1984, o gasoduto Lagoa Parda-Aracruz é o responsável pelo transporte de gás natural desde Lagoa Parda até os municípios capixabas de Aracruz, Serra e Vitória. O trecho completo, com 100km, está apto a conduzir até 365.000.000m<sup>3</sup> por ano.

**Serra-Viana**

Também conhecido como GASVIT, o gasoduto Serra-Viana opera desde 1997 para suprir os pontos de entrega dos municípios capixabas de Cariacica e Viana. Com 46km de extensão, o trecho pode transportar até 240.680.000m<sup>3</sup> por ano.

**Malha SE - BA (Nordeste Meridional)****Atalaia-Catu**

Conhecido também como GASEB, o gasoduto Atalaia-Catu foi implementado, em 1974, com a finalidade de transportar o gás natural de Aracaju, no Sergipe, até os municípios baianos de Estância, Esplanada, Araçás e Pojuca. O trecho completo tem 230km de extensão e pode conduzir até 402.461.404m<sup>3</sup> por ano.

**Santiago-Camaçari 14"**

Implementado em 1975, o gasoduto Santiago-Camaçari 14" transporta o gás natural de Santiago a Camaçari, beneficiando também o município de Mata de São João. O trecho possui 32km de extensão e pode conduzir até 365.008.000m<sup>3</sup> por ano.

**Santiado-Camaçari 18"**

Com 32km de extensão, o gasoduto Santiago-Camaçari 18" é o responsável pelo transporte do gás natural de Santiago, em Pojuca, até Camaçari. Em atividade desde 1992, o trecho está apto a conduzir até 657.000.000m<sup>3</sup> por ano.

### **Candeias-Camaçari**

O gasoduto Candeias-Camaçari foi implementado em 1981 com o objetivo de conduzir o gás natural de Candeias e Lamarão até os municípios de São Sebastião do Passé e Camaçari. O trecho completo possui 37km e pode transportar até 365.000.000m<sup>3</sup> por ano.

### **Aratu-Camaçari**

Em operação desde 1970, o gasoduto Aratu-Camaçari é o mais antigo do Brasil. É utilizado para transportar o gás natural do município de Simões Filho até Camaçari. O trecho, com 20km, está apto a transportar até 255.500.000m<sup>3</sup> por ano.

### **Malha CE-RN-PB-PE-AL (Nordeste Setentrional)**

#### **Guamaré-Pecem**

Com 383km de extensão, o gasoduto Guamaré-Pecem é o responsável pelo transporte de gás natural desde Guamaré, no Rio Grande do Norte, até os municípios cearenses de Icapuí, Horizonte, Maracanaú, e futuramente a São Gonçalo do Amarante. O trecho pode conduzir até 292.000.000m<sup>3</sup> por ano.

#### **Guamaré-Cabo**

Conhecido também como Nordestão, o gasoduto Guamaré-Cabo começou suas atividades em 1986 com a finalidade de transportar o gás natural processado em Guamaré aos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, com pontos de entrega em 11 municípios. Com 424km de extensão, o maior gasoduto da região Nordeste pode conduzir até 313.900.000m<sup>3</sup> por dia.



## **Alagoas-Pernambuco**

Também denominado GASALP e com 204km de extensão, o gasoduto Alagoas-Pernambuco tem o objetivo de transportar o gás natural do município de Pilar até Cabo.

## **Gasoduto Bolívia-Brasil**

O gasoduto Bolívia-Brasil foi um importante passo para o campo industrial brasileiro, gerando um aumento considerável de oferta de gás natural no país. Operado pela Transportadora Brasileira Gasoduto Bolívia-Brasil S/A - TBG, este gasoduto tem 2593 km de extensão em território nacional e 557 km na Bolívia, e custo total aproximado de US\$ 2 bilhões. A rede de dutos atravessa os estados de Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul e beneficia indiretamente Rio de Janeiro e Minas Gerais.

O empreendimento foi construído em duas etapas. O Trecho Norte foi inaugurado em 9/02/1999 e entrou em operação em 1/06/1999. Este trecho começa no Rio Grande, na Bolívia, chega ao Brasil pela cidade de Corumbá (Mato Grosso) e se estende até Campinas, em São Paulo. O Trecho Sul foi concluído em 31/03/2000, ligando São Paulo até Canoas, no Rio Grande do Sul.

O traçado do gasoduto foi amplamente estudado, inclusive por meio de satélites, e segundo as orientações do Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), do Ibama, zelando rigorosamente pela preservação do meio ambiente. Sua construção exigiu avançadas técnicas de engenharia, possibilitando a passagem sob rios, fazendas e estradas, totalizando a travessia de 135 municípios brasileiros. Além disso, a Petrobrás investiu R\$ 30 milhões em programas de compensação ambiental e se preocupou com a preservação dos 617 sítios arqueológicos encontrados.

Em 1998, a participação do gás natural na economia brasileira era de apenas 3%. Mas o objetivo final é aumentar o uso do combustível para 10%, em 2005, e 12%, em 2010. A meta é que o gasoduto Bolívia-Brasil esteja operando com capacidade máxima, em 2007, gerando diariamente 30 milhões de m<sup>3</sup>, metade da necessidade nacional. O resultado

possibilitará a implantação de novas usinas termelétricas em diversas localidades. Somente o Estado de São Paulo deverá absorver metade da capacidade total do gasoduto. O contrato com a Bolívia é de 20 anos, renovável.

### **Gasoduto Uruguaiana-Porto Alegre**

O Gasoduto Uruguaiana-Porto Alegre foi criado pela TSB para fornecer gás natural ao Estado do Rio Grande do Sul, que importa 70% do seu consumo de eletricidade, e interligar as principais bacias gasíferas do Brasil, da Argentina e da Bolívia. O empreendimento exigirá investimentos na ordem de US\$350 milhões e, com capacidade máxima, poderá transportar 15 milhões de m<sup>3</sup>/dia.

Com 615 km de extensão, o empreendimento beneficia 23 municípios dentro da sua área de influência e irá garantir o fornecimento de um combustível econômico e com baixa emissão de poluentes nas regiões Sul e Sudeste do país.

A iniciativa foi idealizada em duas etapas. A primeira já foi concluída em 01/06/2000, com a construção de dois trechos. O primeiro liga a fronteira Argentina/Brasil até o "city gate" de Uruguaiana, abastecendo uma usina termelétrica com capacidade de produção aproximada de 600MW. O segundo interliga o município de Canoas até o Pólo Petroquímico de Triunfo, garantindo o fornecimento de gás natural ao pólo industrial, onde se inclui a Companhia Petroquímica do sul - Copesul. A última etapa será a interligação desses dois trechos, tendo 565 km de extensão e abastecerá Porto Alegre com o gás natural Argentino.

### **2.13.3. Transportadoras**

#### **Transpetro**

Criada em 12 de junho de 1998, a TRANSPETRO - Petrobrás Transporte

S.A. atua nas áreas de transporte marítimo, dutoviário e na operação de terminais de petróleo e derivados. Entre as atividades previstas estão os serviços de transporte e armazenamento de combustíveis através de dutos, terminais e embarcações, bem como a construção e operação destas instalações.

### **TSB**

Criada em 23 de março de 1999, a TSB - Transportadora Sulbrasileira de Gás é o consórcio responsável pela construção e administração do Gasoduto Uruguaiana-Porto Alegre, com 615 km de extensão. O principal objetivo é suprir a necessidade de gás natural do Estado do Rio Grande do Sul e interligar os sistemas de gasoduto do Brasil, Argentina e Bolívia, beneficiando também as regiões Sul e Sudeste do território nacional.

### **TBG**

Constituída em 18 de abril de 1997, a TBG - Transportadora Brasileira Gasoduto Bolívia-Brasil S/A é a responsável pela administração nacional do Gasoduto Bolívia-Brasil, o maior da América Latina, com 2.593 km de extensão em solo brasileiro e 557km, na Bolívia. O principal objetivo é transportar o gás natural da Bolívia para os Estados do Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, beneficiando indiretamente Rio de Janeiro e Minas Gerais.

#### **2.13.4. Alternativa de Transporte**

Nos lugares onde a construção de gasodutos não é compensatória, o abastecimento de gás natural é feito por carretas, que funcionam como gasodutos móveis. O avanço da tecnologia permite que o Gás Natural Comprimido (GNC) e o Gás Natural Liquefeito (GNL) alcancem mercados em localidades sem infra-estrutura de transporte e distribuição. (PETROBRÁS, 2004)

Os caminhões podem levar GNC a 200 quilômetros de distancia dos *citygates* (pontos de distribuição de gás ao longo de um gasoduto) ou a até 600 quilômetros no caso do GNL, abastecendo principalmente grandes consumidores comerciais ou industriais, posto de gás natural veicular (GNV) e distribuidoras de gás canalizado. Outra vantagem é a antecipação de receitas como a venda do gás natural onde gasodutos ainda estão em construção.

De acordo com a ANP - Agência Nacional do Petróleo, o transporte de gás natural canalizado só pode ser realizado por empresas que não comercializam o produto, ou seja, que não podem comprar ou vender GN, com exceção dos volumes necessários ao consumo próprio. Desta forma, as transportadoras se responsabilizam exclusivamente pelos serviços de transporte até os pontos de entrega.

Além dos gasodutos de transporte, existem os de transferência e de distribuição. Os gasodutos de transferência são de uso particular do proprietário ou explorador das facilidades, conduzindo a matéria-prima até o local de processamento ou utilização. De forma semelhante, os gasodutos de distribuição levam o gás canalizado recebido das transportadoras até os usuários finais.

#### **2.14. Armazenamento do GN**

No caso de dutos de grande diâmetro e bastante longos, o conteúdo de gás natural no seu interior se constitui num estoque, de grande importância na regularidade do fluxo de entrega do combustível ao mercado. A variação da pressão média na tubulação permite a variabilidade do fornecimento.

Em mercados sujeitos a forte sazonalidade, o armazenamento de volumes adicionais junto aos grandes centros de consumo é uma imperiosa necessidade técnica e econômica. Para isto se utiliza armazenamento subterrâneo, sendo as principais formas: a utilização de jazidas que já se esgotaram (de gás ou de petróleo), a dissolução em aquíferos profundos (capeados por rochas impermeáveis) e cavidades em minas de sal.

No Brasil, começam a ser desenvolvidos os primeiros estudos a respeito da viabilidade da armazenagem do gás natural.

## 2.15. Vantagens

De acordo com Abreu (2003), o gás natural como combustível é dominante, em substituição a praticamente todos os combustíveis. Essa preferência decorre da facilidade do seu manuseio e pelo limitado efeito ambiental da sua queimada.

A oferta de gás natural é ampla e crescente, e tem uma dispersão geográfica maior do que o petróleo (cujas reservas se concentram fortemente no Oriente Médio). Ademais, as trocas internacionais estão crescendo de importância dia-a-dia, facilitando o acesso a este combustível para um número cada vez maior de países, em face da redução progressiva dos custos do transporte.

Os grandes gasodutos permitem um desafogo aos sistemas de transporte de superfície, ao reduzir a circulação dos combustíveis líquidos ou sólidos através da rede viária, permitindo a melhoria do seu fluxo, da sua conservação e reduzindo a necessidade de investimentos na sua ampliação.

Em face da baixíssima presença de contaminantes, eliminados no tratamento inicial, a combustão do gás natural é mais limpa, em comparação com os demais combustíveis usados. A combustão completa do gás natural produz apenas água e gás carbônico, contribuindo de forma significativa para a melhoria da qualidade do ambiente, especialmente nas regiões onde ocorre grande concentração humana e, conseqüentemente, alta densidade de uso energético.

Como todos os combustíveis fósseis, o gás natural também libera  $\text{CO}_2$ , não sendo, sob este aspecto, totalmente neutro ambientalmente ainda que a proporção de gás carbônico liberado, por unidade de energia produzida, seja menor do que para os demais combustíveis fósseis. Não emite particulados, nem óxido de enxofre, dispensando tratamento dos gases da combustão. É um combustível bastante conveniente do ponto de vista ecológico.

O gás natural é muito seguro no uso, pois por sua baixa densidade em

relação ao ar não se acumula ao nível do solo.

As redes de distribuição apresentam alta confiabilidade e, havendo dupla alimentação como normalmente ocorre, o risco de descontinuidade do suprimento é mínimo. No Rio de Janeiro e São Paulo, onde até 1998 havia uma única fonte de suprimento (Bacia de Campos), foi muito difícil manter a continuidade desejável, o que traumatizou alguns consumidores. Com a chegada do gás da Bolívia, este problema foi superado.

No mundo inteiro, o preço do gás natural é competitivo com o dos outros combustíveis convencionais. Há então, forte redução dos custos de implantação, de manutenção e de operação, o que fundamenta a penetração do gás natural nos mercados em que ele é disponível.

Outra vantagem do uso do gás natural é a preservação do meio ambiente. Além dos benefícios econômicos, o GN é um combustível não-polvente. Sua combustão é limpa, razão pela qual dispensa tratamento dos produtos lançados na atmosfera.

## **2.16. O GNV no Transporte Coletivo Urbano**

As atividades comerciais, industriais, educacionais, recreativas, etc., que são essenciais à vida nas cidades, somente são possíveis com o deslocamento de pessoas e produtos. Assim, o transporte urbano é tão importante quanto outras funções como saneamento básico, iluminação entre outros.

A mobilidade é, sem dúvidas, o elemento balizador do desenvolvimento urbano. Proporcionar uma adequada mobilidade para todas as classes sociais constitui uma ação essencial no processo de desenvolvimento econômico e social das cidades.

De fundamental importância nas cidades é o transporte coletivo urbano, no qual várias pessoas são transportadas juntas em um mesmo veículo. Em primeiro lugar, por seu aspecto social e democrático, uma vez que o transporte coletivo representa o único modo motorizado seguro e cômodo acessível às pessoas de baixa renda, bem como uma importante alternativa para quem não pode dirigir (crianças, adolescentes, idosos, deficientes, doentes, etc.), ou prefere não dirigir.

Estimativas indicam que circulam hoje, nas cidades brasileiras, por volta de 115 mil ônibus, transportando cerca de 94% do total diário de passageiros.

A partir de experiências de sucesso com a utilização de Gás Natural Veicular (GNV) em ônibus nas cidades de Porto Alegre e Rio de Janeiro, a Petrobrás trabalha para ampliar o uso deste combustível em outras localidades, oferecendo inicialmente duas alternativas (rotas tecnológicas) já testadas que atendem as necessidades específicas de cada região. São elas: Ottolizada, (motor diesel transformado para ciclo Otto funcionando 100% a gás natural) e “Dedicada”(motor movido a GNV original de fábrica). Há também uma terceira rota “Diesel-gás” (motores que funcionam com os dois combustíveis simultaneamente) que ficaram disponíveis a partir do segundo semestre de 2004.

Os resultados iniciais dos projetos com GNV são satisfatórios e promissores do ponto de vista ambiental e econômico, apresentado redução do ruído interno do veículo, e conseqüentemente proporcionando maior conforto aos passageiros, bem como diminuição do consumo de combustível.

A maioria dos ônibus é constituída de veículos de grande porte (cerca de 45 passageiros sentados). A partir dos anos 80, ônibus articulados também passaram a compor frotas urbanas, sendo que, nos anos 90, ônibus bi-articulados foram adotados por alguns operadores brasileiros. Mais recentemente, como reflexo das mudanças no mercado de transporte, foram introduzidos os microônibus, cuja circulação antes estava restrita a serviços especiais.

Nesse contexto, a estimativa do consumo potencial de gás natural em transporte coletivo urbano é da ordem  $10.5 \text{ m}^3/\text{dia}$  – considerando as rotas tecnológicas de Ottolização, Diesel-gás (consumo simultâneo dos dois combustíveis) e motores ciclo Otto a gás natural originais de fábrica para uma frota de 37.894 ônibus (33% da frota localizada em cidades já atendidas por redes de distribuição de gás natural).(PETROBRÁS 2005)

## **2.17. O GNV no Transporte de Cargas**

De acordo com Ballou (1993), o transporte representa dois terços dos gastos

logísticos de uma empresa. No Brasil, o transporte de cargas é basicamente feito por rodovias, em caminhões que utilizam como combustível o Óleo Diesel, em rotas curtas e com a vantagem de ser porta a porta para basicamente todos os tipos de cargas, podendo ainda integrar-se com outros tipos de modais, como hidroviário, ferroviário, aéreo e dutoviário. O transporte de cargas tem grande importância na economia de uma empresa, à medida que serviços de transportes vão ficando mais baratos, os custos repassados aos produtos transportados diminuem, aumentando o seu poder de competição no mercado.

Tecnologias vêm sendo desenvolvidas para a utilização do GNV nos motores ciclo Diesel. Assim como nos ônibus, a tecnologia também pode ser adotada em caminhões. O custo do GNV pode ser até 55% do custo do diesel, que garante uma economia e conseqüentemente uma diminuição na formação do preço do frete nas transportadoras, que também utilizam na maioria dos casos não somente carros de grande porte, mas também em sua frota, existem peruas, utilitários entre outros tipos de veículos (ciclo Otto).

## **2.18. GNV nos carros particulares e utilitários**

A conversão de motores ciclo Otto é a mais difundida no Brasil. Os carros de passeio, utilitários e principalmente os taxistas têm grandes vantagens com a conversão, além da economia, pois como já dito, o GNV é bem mais barato que os outros combustíveis (gasolina e álcool), da comodidade e facilidade, ainda podem contar com o apoio do Governo, como em alguns Estados do Brasil, onde carros movidos a gás têm isenção de recolhimento do IPVA, ou em outros onde existem descontos do mesmo imposto.

Existem também montadoras que estão incentivando o uso do GNV, como a *General Motors* (GM), que lançou em setembro do ano de 2004 o Astra *Multipower*, que é o primeiro carro no mundo inteiro movido a gasolina, álcool e gás natural. De acordo com a montadora, “o retorno em matéria de vendas é satisfatório, apesar de ser um nicho de mercado diferente”.

A GM ressalta ainda que “estão programados novos lançamentos para



breve”.

Já a *Volkswagen* percebeu o contínuo desenvolvimento do segmento e antes mesmo de lançar um veículo com essas características, possibilitou que os compradores de seus veículos saíssem da concessionária com o kit GNV instalado e com garantia de fábrica. Isto, devido a uma parceria da montadora com a White Martins.

Em 2005, a *Ford* também investiu nesse nicho e passará a vender uma versão da caminhonete Ranger a gás natural. Hoje, somente a GM e a *Volkswagen* oferecem carros homologados para receber o kit GNV, ou seja, com garantia de fábrica.

Entretanto, hoje o público que consome GNV não está mais restrito a taxistas e carros particulares, conquistando também grandes empresas, governos estaduais e entidades.

Os novos adeptos foram atraídos pela redução de custos sem perda de qualidade em suas frotas e em alguns casos até pela preocupação com o meio ambiente, já que o GNV é mais econômico que os seus concorrentes e emite menos gases poluentes.

**III.****CONCLUSÃO**

Conclui-se com este trabalho que, em face às vantagens apresentadas pelo combustível – GNV, em breve deve-se tornar a aplicação deste muito difundido no Brasil.

A tendência bicombustível gasolina - álcool, daqui a alguns anos será ultrapassada pela nova tecnologia que já esta sendo adotada no mercado automotivo, será usado então o tricombustível: gasolina – álcool – GNV. Será um grande ganho para o mercado consumidor que terá a opção de escolher entre três combustíveis, qual será o mais lucrativo para ele. Poderá ser o mais econômico, o menos poluente, o mais viável ou acessível. Beneficiando-se ainda da vantagem para quem necessita de transporte coletivo urbano ou inter-urbano, que poderá ter uma grande diminuição nos custos das tarifas, sem falar no bem estar nas cidades, com menos ruídos e menos poluição. Também tem-se o transporte de cargas, que com a implantação do GNV, terá diminuição nos custos logísticos, diminuindo também os preços de fretes.

Para quem ainda não tem acesso por sistema de gasodutos, tem-se a opção dos caminhões que abastecem lugares não acessíveis. Sendo que está em implantação uma crescente interligação dutoviária interna no Brasil, vinculando os principais mercados

consumidores às fontes de produção.

Estão postas as condições para que o gás natural assuma uma crescente participação no mercado brasileiro, e este é um combustível que ainda irá se ouvir falar muito, pelas tecnologias desenvolvidas e as que estão em estudo, pelas suas vantagens e benefícios e pelo seu baixo custo em relação a seus concorrentes, a gasolina, o álcool e o óleo diesel.

#### IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABREU, Percy L. **Gás Natural: o combustível do novo milênio**. 2ªed. – Porto Alegre: Plural Comunicação, 2003.
- BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 1993.
- **CTGÁS. Companhia de Gás**. Disponível em: <http://www.ctgas.com.br> acessado em outubro de 2005.
- FERRAZ, Antônio C. P. **Transporte Público Urbano**. 2ªed. Rima, 2004.
- **GÁS ENERGIA. Gás Natural**. Disponível em: <http://gasenergia.com.br> acessado em setembro de 2005.
- **GÁS NATURAL. A Petrobrás no Transporte Coletivo Urbano**. Petrobrás. Outubro 2004.
- **GÁS NATURAL, uma nova Energia**. Petrobrás. Outubro 2004
- **LIDERANÇA EM ENERGIA**. Petrobrás. Outubro de 2004

- **MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA.** Governo Federal  
Folheto distribuído pelo Governo Federal. Outubro de 2004.
  
- **MUNDO GNV. Gás Natural Veicular.** Disponível em: <http://www.mundognv.com.br>  
acessado em outubro de 2005.
  
- NEIVA, Jucy. **Conheça o Gás Natural.** Rio de Janeiro: Grifo, 1997.
  
- PETROBRÁS. **Gasoduto Bolívia-Brasil: rota de progresso para a América Latina.**  
Rio de Janeiro: Mauad, 1999.
  
- **TGB. Transporte e Distribuição do Gás Natural.** Disponível em:  
<http://www.tgb.com.br> acessado em setembro de 2005.

## APÊNDICE

## **USO EM VEÍCULOS AUTOMOTORES / ASPECTOS LEGAIS / HISTÓRICO**

A) Resoluções n° 727, de 28/02/89 e n° 735, de 15/09/89 - Contran

- Autoriza o uso do Gás Natural em frotas cativas, em veículos novos ou usados, com motores do ciclo diesel ou OTTO.

- Institui a obrigatoriedade da apresentação do certificado de homologação de conversão, expedido pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), ou entidades por ele credenciadas, para licenciamento junto às autoridades de trânsito.

B) Lei n° 10.950, de 24/01/91 - Prefeitura de São Paulo.

Determina a conversão ou substituição de todos os ônibus do Município por Gás Natural até o ano 2001 (sem estabelecer cronograma).

C) Portaria n° 107, de 13/05/91 - Minfra

Autoriza o uso do Gás Natural em:

-frotas de ônibus urbanos e interurbanos; -frotas cativas de serviços públicos; - veículos de transporte de cargas. Autoriza as companhias distribuidoras de combustíveis a distribuição de Gás Natural, para fins automotivos.

D) Portaria n° 222, de 04/10/91 - Minfra Libera o uso do Gás Natural em táxis.

E) Portaria n° 29, de 07/11/91 - DNC (Minfra) Autoriza as companhias distribuidoras de combustíveis a distribuição de Gás Natural, fornecido pelas empresas distribuidoras de gás canalizado ou por empresa estatal concessionária, para fins automotivos em postos de abastecimento.

F) Portaria n° 553, de 25/09/92 - Ministério de Minas e Energia. Autoriza o uso do Gás Natural em: - frotas de ônibus urbanos e interurbanos; - táxis; - frotas cativas de Empresas e de Serviços Públicos; - veículos de Transporte de Carga. Autoriza distribuidores de combustíveis a também distribuir Gás Natural para fins automotivos.

G) Lei n° 8.723, de 28/10/93 - Presidência da República. Dispõe sobre a redução dos níveis de monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos poluentes nos veículos comercializados no País. Incentivo e priorização - combustíveis de baixo potencial poluidor. Comercialização Permitida - LCVM

H) Resolução n° 775, de 25/11/93 - Denatran. Licenciamento mediante apresentação do Certificado de Homologação, expedido por instituto técnico credenciado pelo INMETRO, aos veículos convertidos para o uso do Gás Natural.

I) Decreto n° 38.789 de 17/06/94 - Governo do Estado de São Paulo. Instituição do Programa de Inspeção e Manutenção de Veículos em uso.

J) Lei n° 11.603, de 12/07/94 - Prefeitura de São Paulo. Dispõe sobre a utilização do Gás Natural como combustível na frota de veículos oficiais, de transporte público e coletivo de passageiros. (Decretada a adoção do GMV para a frota de veículos da PMSP em 13/06/96).

K) Lei n° 1.787, de 12/01/96 - Presidência da República. Dispõe sobre a utilização de Gás Natural em veículos automotores e motores estacionários. (Uso permitido a todos os veículos)

L) Lei n° 12.140, de 05/07/96 - Prefeitura de São Paulo. Estabelece cronograma para a conversão ou substituição dos ônibus do Município por Gás Natural: -1997 e 1998 - 5% da frota ao ano -1999 em diante - 10% da frota ao ano (no ano de 2008, 100% da frota de ônibus à GNV)

M) Portaria 243 - 18/10/2000 - Agencia Nacional de Petróleo - ANP Regulamenta as atividades de Distribuição e Comercialização de Gás Natural Comprimido - GNC.

N) Lei 3.123 - 14/11/2000 - Prefeitura do Rio de Janeiro - Estabelece obrigatoriedade de utilização de Gás Natural nos Táxis do Município do Rio de Janeiro O) Decreto n. ° 19392 - 01/01/2001 -

Prefeitura do Rio de Janeiro.

Estabelece que os Postos têm que ter Gás Natural Veicular, sempre que existentes possibilidades técnicas.

P) Portaria n.º 32 - 06/03/2001 - Agencia Nacional de Petróleo - ANP

Regulamenta o exercício da atividade de Revendedor Varejista de Gás Natural Veicular - GNV em Posto Revendedor que comercialize exclusivamente este combustível.

ABNT- A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em 1986/87, constitui as Comissões de Estudos (CB 4 e CB 5) para normatizar o uso do Gás Metano Veicular.

A Norma NBR 11.353, de maio/1995: “Veículos rodoviários convertidos para uso de Gás Metano Veicular (GMV)” , bem como seus documentos complementares citados nesta, fixa as condições exigíveis na conversão de veículos rodoviários, fabricados originalmente para uso de álcool, gasolina e diesel.

INMETRO - O Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), do Ministério de Indústria, Comércio e Turismo (MICT), iniciou em 1984 os estudo referentes ao uso do GMV em Veículos. Devem ser observadas as seguintes regulamentações técnicas, publicadas nas portarias n.º 74 e 75 do MICT, de 13/05/96; Portaria INMETRO 143 e 145 (10.10.95).

-RTQ-33 - Avaliação da capacitação técnica de convertedor de veículo para o uso do Gás Metano Veicular.

-RTQ-37 - Inspeção de Veículo convertido ao uso do Gás Metano Veicular.

- Resolução 775 de 10/11/93 - INMETRO - Dispõe sobre a alteração das características de veículos e utilização de combustíveis.