

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA–CAEN  
MESTRADO PROFISSIONAL

RAIMUNDO BARROSO LUTIF FILHO

OFERTA DE GÁS NATURAL VEICULAR NO  
ESTADO DO CEARÁ

FORTALEZA

2007

**RAIMUNDO BARROSO LUTIF FILHO**

**OFERTA DE GÁS NATURAL VEICULAR NO  
ESTADO DO CEARÁ**

**Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de mestre no curso de Pós-Graduação em Economia – CAEN, Mestrado Profissional, da Universidade Federal do Ceará - UFC.**

**Orientador: Prof. Ronaldo de Albuquerque e Arraes.**

**FORTALEZA**

**2007**

LUTIF FILHO, Raimundo Barroso

Oferta de Gás Natural Veicular no Estado do Ceará/Raimundo  
Barroso Lutif Filho.2007.

95f.il

Orientador: Prof.Dr.Ronaldo de Albuquerque e Arraes

Dissertação (Mestrado Profissional)-Universidade Federal do Ceará.  
Curso de Pós-Graduação em Economia-CAEN, Fortaleza,2007.

1.Gás Natural Veicular-Ceará

I.Título

CDD 388

**RAIMUNDO BARROSO LUTIF FILHO**

**OFERTA DE GÁS NATURAL VEICULAR NO  
ESTADO DO CEARÁ**

**Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de mestre no curso de Pós-Graduação em Economia – CAEN, Mestrado Profissional, da Universidade Federal do Ceará - UFC.**

Aprovada por:

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Ronaldo de Albuquerque e Arraes, PhD (Orientador).

---

Prof.Dr. Carlos Almir Monteiro de Holanda  
Membro da Comissão Examinadora

---

Prof.Dr. Ricardo Antônio de Castro Pereira  
Membro da Comissão Examinadora

*“Existem, portanto, dois tipos de ego; e a sabedoria, ou a inteligência, sabe distingui-los. Da mesma forma, precisamos conseguir distinguir entre a humildade genuína e a falta de confiança. É possível confundir as duas porque ambas são funções mentais que produzem uma leve humildade, mas uma é positiva enquanto a outra é negativa.”*

Dalai-Lama

*À minha esposa Neide Solano Vale e aos nossos  
filhos Vitor e Viviane que durante esta trajetória  
souberam ter paciência.*

## AGRADECIMENTOS

Aos professores do CAEN pela dedicação e esforço que despendem para manter o Curso de Mestrado em Economia dentro dos padrões de qualidade de ensino.

Aos meus familiares que se furtaram do meu convívio por vários finais de semana.

Meu muito obrigado.

## RESUMO

O uso do gás natural em veículos vem crescendo. Este crescimento ocorre principalmente em função do aumento do número de postos que dispõem do combustível gás natural. O aumento desta quantidade de postos dotados de gás natural proporciona aos clientes uma maior segurança para o abastecimento. Um modelo econométrico objetiva colaborar no planejamento da expansão do mercado de gás natural veicular (GNV), auxiliando os vários agentes da cadeia produtiva a fazerem seus investimentos. Entre estes agentes estão a companhia distribuidora de gás natural do Ceará, CEGAS, para fazer a previsão da expansão de sua rede de distribuição, investidores em postos de GNV, para ter clareza da segurança dos seus investimentos e as empresas que trabalham com conversão dos veículos para gás natural preveendo as suas expansões. O modelo econométrico utilizado é o de regressão linear. Os dados utilizados no modelo foram obtidos na Companhia Distribuidora de Gás Natural do Ceará, empresas convertedoras, Departamento de Trânsito do Estado do Ceará e Petróleo Brasileiro S.A. sendo, portanto fidedignos e confiáveis. Através de estimativas estatisticamente robustas dos parâmetros do modelo, se verificou o ponto em que não é mais rentável a instalação de posto dotado de GNV, ou seja, o ponto de estrangulamento do mercado.

Palavras-chave: Gás Natural Veicular (GNV), Postos GNV, Ceará.

## ABSTRACT

The demand for automotive natural gas has expanded significantly in the last ten years. This consumption growth has occurred due to the increase of the number of gas stations offering this type of fuel. The marketing strategy by endowing natural gas fuel in the gas station provides a safer device for loading to the customers. Based on this motivation, the objective of this study is auxiliary in the planning for expansion of the market of natural gas, providing the necessary tools to the several agents of the productive chain make their investments in an efficient way. Among these agents there are the distributing companies of natural gas, which can make forecasts of the expansion of its distribution nets, the investors in natural gas stations – which will clarified of the safety of their investments - and the companies that manage the conversion and adapt natural gas as a fuel can foresee their expansions. The analysis is made for the state of Ceará, where CEGAS is the dealer of natural gas of the state. Data base are supplied by CEGAS, Transit Department and the Companhia Petróleo Brasileiro S.A whose methodological base is addressed for the assembly of an econometric model. Through the statistically robust estimates the turning point of the natural gas fuel retail distribution can be reached, so that the entrance of new natural gas fuel stations into the market turns out to be unprofitable.

Key Words: Natural Gas Fuel, Natural Gas Station, Ceará

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>PROBLEMÁTICA E OBJETIVOS.....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO I - GÁS NATURAL CONTEXTO HISTÓRICO.....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO II – O GÁS NATURAL.....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO III - GÁS NATURAL NO SETOR VEICULAR.....</b>	<b>32</b>
<b>CAPÍTULO IV – MODELAGEM.....</b>	<b>46</b>
<b>CAPÍTULO V - IDENTIFICAÇÃO DO PONTO DE ESTRANGULAMENTO DO NÚMERO DE POSTOS .....</b>	<b>52</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>73</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>75</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1A: VOLUME MÉDIO POR POSTO.....	3
FIGURA 1 – GÁS NATURAL NO MUNDO .....	15
FIGURA 2 – GÁS NATURAL NO MUNDO, RESERVAS PROVADAS DE HIDROCARBONETOS .....	16
FIGURA 3 – GÁS NATURAL NO MUNDO, MAIORES PRODUTORES MUNDIAIS .....	16
FIGURA 4 – GÁS NATURAL NO MUNDO, CONSUMO MUNDIAL.....	17
FIGURA 5 – GÁS NATURAL NO MUNDO, REGIÕES DE CONSUMO .....	17
FIGURA 6 – <i>TRADING</i> DE GN E GNL NO MUNDO .....	19
FIGURA 7 – GÁS NATURAL NO BRASIL .....	20
FIGURA 8 – GÁS NATURAL NO BRASIL, RESERVAS PROVADAS DE HIDROCARBONETOS .....	20
FIGURA 9 – GÁS NATURAL NO BRASIL, VENDAS DE GÁS EM 2005 .....	21
FIGURA 10 – EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE GN NO BRASIL .....	22
FIGURA 11 – GÁS NATURAL POR SEGMENTO NO MUNDO .....	29
FIGURA 12 – DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL NO BRASIL .....	29
FIGURA 13 – GÁS NATURAL, SEGMENTO DE MERCADO.....	30
FIGURA 14 – GRAU DE MATURIDADE DO SETOR DE GÁS NATURAL.....	31
FIGURA 15 – CONSUMO DE GNV NO BRASIL.....	37
FIGURA 16 – NÚMERO DE POSTOS COM GNV NO BRASIL .....	38
FIGURA 17 – EVOLUÇÃO DE VEÍCULOS NO BRASIL UTILIZANDO GNV .....	39
FIGURA 18 – NÚMERO DE POSTOS 1993 – JUNHO DE 2006.....	42
FIGURA 19 – VOLUME TOTAL MÉDIO (M <sup>3</sup> /DIA) 1993 A JUNHO DE 2006.....	43
FIGURA 20 – NÚMERO DE POSTOS E VOLUME TOTAL MÉDIO 1993 A JUNHO DE 2006.....	43
FIGURA 21 – VOLUME MÉDIO POR POSTO (M <sup>3</sup> /DIA) .....	44
FIGURA 22 – NÚMERO DE POSTOS E VOLUME POR POSTO 1993 A JUNHO DE 2006.....	44

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - COMPOSIÇÕES TÍPICAS DE GÁS NATURAL .....	23
TABELA 2 - ESPECIFICAÇÕES DO GÁS NATURAL – ANP 104.....	24
TABELA 3 - MÉDIA DIÁRIA VEÍCULO .....	39
TABELA 4 - MÉDIA POR POSTO NO BRASIL.....	40
TABELA 5 - DADOS DE GNV 1993-2006.....	41
TABELA 6 – EVOLUÇÃO PREÇOS , VOLUME DE GNV E POSTOS .....	47
TABELA 7: ESTIMATIVAS DA EQUAÇÃO (1).....	48
TABELA 7 A: APLICAÇÃO EQ(1) JANEIRO/2007 .....	50
TABELA 7B: ESTIMATIVAS DA EQUAÇÃO (1) CORRIGIDA POR AUTOCORRELAÇÃO.....	50
TABELA 8: ESTIMATIVAS DA EQUAÇÃO (2).....	51
TABELA 9 - EVOLUÇÃO POPULAÇÃO PIB PER CAPITAL FORTALEZA .....	53
TABELA 10 - FROTA FORTALEZA/2003.....	54
TABELA 11: DISTRIBUIÇÃO DE VEICULO POR COMBUSTÍVEL E REGIÃO SITUAÇÃO ATÉ DEZEMBRO/2004 .....	54
TABELA 12 - DISCRIMINAÇÃO DE COMBUSTÍVEL DA REGIÃO METROPOLITANA .....	55
TABELA 13 - QUANTIDADE DE POSTOS REVENDEDORES DE COMBUSTÍVEIS AUTOMOTIVOS, POR BANDEIRA, SEGUNDO GRANDES REGIÕES E UNIDADES DA FEDERAÇÃO - 2003 .....	58
TABELA 14 - POSTOS FORTALEZA BANDEIRA – 2005.....	59
TABELA 15 - PREÇOS MÉDIOS PRATICADOS .....	60
TABELA 16 – FATURAMENTO POSTO MÉDIO.....	60
TABELA 17 - CÁLCULO POSTO MÉDIO COM GNV .....	61
TABELA 18- PREÇOS CONSUMIDOR E TARIFAS CEGAS EM R\$.....	61
TABELA 19- PARÂMETROS DE CORRELAÇÃO PCONS E TCEGAS .....	62
TABELA 20 - CONSUMO VEÍCULO MÊS .....	64
TABELA 21- MARGEM MENSAL POR COMBUSTÍVEL .....	64
TABELA 22 –EVOLUÇÃO DAS MÉDIAS DE VENDAS GNV (2001-2003).....	66
TABELA 22A –EVOLUÇÃO DAS MÉDIAS DE VENDAS GNV (2004-2005).....	67
TABELA 23: PARÂMETROS COM DADOS TABELA 22 E 22A.....	67
TABELA 24 - CORRIGIDO POR AUTOCORRELAÇÃO.....	68
TABELA 25 - CORRIGIDO POR AUTOCORRELAÇÃO.....	68
(RETIRADO GÁS EM VISTA DA INSIGNIFICÂNCIA NA ANTERIOR) .....	68
TABELA 26 – EVOLUÇÃO CUSTO DE TUBULAÇÃO .....	69
TABELA 27 – CUSTO COMPRESSOR E DISPENSER .....	69
TABELA 28 – SUMÁRIO DE CUSTOS POSTO.....	69
TABELA 29 : PARÂMETROS CORRIGIDOS POR AUTOCORRELAÇÃO .....	71

## INTRODUÇÃO

O gás natural tem origens remotas de aplicação. Na China existe registro de sua utilização desde 900 A.C para secar pedras de sal. O gás natural era retirado através da utilização de varas de bambu de uma profundidade de até 1.000 metros, segundo Moraes (2003).

O uso do gás tornou-se mais intensivo com o advento da revolução industrial. O seu uso tinha por objetivo o prolongamento da jornada de trabalho. Neste período o gás era utilizado para a iluminação, sendo sua origem da manufatura do carvão. A Inglaterra era o berço desta novidade.

O gás natural logo seria substituído pela eletricidade em sua finalidade de iluminação. O invento de Edson expandiu-se com muita rapidez.

Os Estados Unidos, país de origem da indústria moderna de petróleo, o gás natural nasceu e se desenvolveu, sendo o gás natural neste início da indústria do petróleo queimado e considerado um estorvo.

O esforço de guerra americano foi o responsável pelo grande impulso na indústria do gás natural, neste período o uso do gás tornou-se mais intenso nos Estados Unidos. Neste período da segunda guerra mundial, os campos de petróleo eram iluminados de intensas tochas provenientes da queima do gás natural, visto que apenas o petróleo tinha-se interesse comercial.

Tubulações de aço foram construídas, capazes de transportar maiores quantidades em vista da possibilidade do aumento da pressão nas tubulações. Foi possível desta forma a interligação dos campos de gás natural aos mercados. A descoberta de grandes reservas nos Estados Unidos também favoreceu ao avanço do gás natural.

No Brasil o gás acompanhou a Europa em sua fase inicial, sendo as cidades do Rio de Janeiro, São Paulo e Recife espelho do que ocorria em Londres e demais metrópoles européias.

A descoberta de óleo e gás natural na Bahia em 1940, proporcionou o início da utilização do gás natural no Brasil proveniente de reserva de hidrocarbonetos. Este gás passou a atender as indústrias localizadas no Recôncavo Baiano.

As grandes ofertas de gás natural para comercialização só vieram com a produção na Bacia de Campos no estado do Rio de Janeiro. Este gás veio atender os mercados do Rio de Janeiro e São Paulo, sendo considerado um grande marco. A construção do gasoduto ligando as reservas do Rio Grande do Norte e do Ceará ao Nordeste Brasileiro também foi um fato relevante segundo Petrobras (2007).

No ano de 2000 ocorreu a entrada em operação do gasoduto Brasil-Bolívia, neste momento o Brasil atinge a marca de 5,4% da matriz energética sendo atendida por gás natural. Porém somente agora na história recente, após década de 1980, é que o gás natural vem sendo impulsionado no Brasil para os mais diversos usos.

Em vista da indústria do gás natural no Brasil ser recente, poucos trabalhos são produzidos quando comparado com eletricidade e mesmo o petróleo, temos em Santos *et al* (2002) uma referência de uso. O autor aborda o gás natural de forma ampla, desde a produção, passando pelo uso e distribuição e suas diversas especificidades, inclusive o gás natural veicular é abordado pelo autor. O trabalho de Santos *et al* (2002) chama para uma conscientização maior do uso do produto de forma mais racional

Em Abreu e Martinez (2003), o gás natural é abordado de forma semelhante a Santos *et al* (2002), porém de forma mais voltada para o produto, apresentando o gás natural como sucedâneo do petróleo. Voltando-se os autores nesta obra para a conscientização de possíveis usuários que venham a optar pelo gás natural como energético. Os autores apontam a redução de custos e competitividade uma grande vantagem para o uso do energético gás natural.

Em Brandão (2005) o tema é tratado de forma voltada para o gás natural veicular, sob o aspecto da modelagem do comportamento. Em seu estudo de caso explica através de metodologia de previsão de demanda por gás natural veicular, baseando-se em dados de preferência declarada e revelada.

Ferraz (2001) aborda a história do gás natural no Brasil voltando-se especificamente para a história do gás canalizado em Recife no estado de Pernambuco no final do século XIX. Mostrando a vida da cidade do Recife em seu processo de construção influenciada pelos ingleses e o gás é visto como fonte energética no século XIX para fins unicamente de iluminação pública.

Já em Yergin (1993), o petróleo é apresentado em um emaranhado de interesses nacionais e das empresas, sendo capaz de gerar vários conflitos e o gás natural é inserido em sua obra histórica como coadjuvante. A dinâmica é global, sendo o petróleo coadjuvado pelo gás natural, a base da moderna economia. Estes energéticos alimentam o crescimento das modernas economias.

O mundo centrado no uso dos combustíveis fósseis, tais como petróleo e o gás natural, e não em energias renováveis é a crítica que Geller (2003) apresenta. Porém o autor reconhece o gás natural como um combustível fóssil mais limpo, sendo o seu uso crescente, entretanto nem sempre encontrado próximo aos centros de consumo.

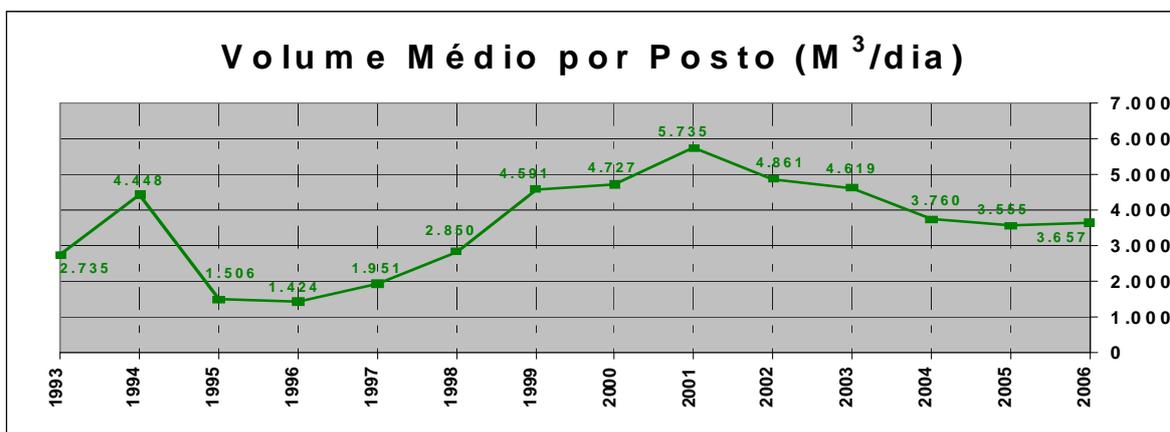
Em Oliveira Júnior (2006) é apresentado pesquisas relacionadas com a estratégia de implantação em frota urbana de ônibus o gás natural como combustível, dentro de um ponto de vista ambiental. O protocolo de Quioto, implantado em escala internacional valoriza o dióxido de carbono, onde a poluição emitida a menos pode ser comercializada no mercado internacional.

Estudos específicos relativos ao GNV são poucos, restando artigos de jornais e revistas especializadas dentre as quais citamos a Folha do GNV, periódico mensal destinado a acompanhar o mercado de gás natural veicular. Nesse sentido, este trabalho vem atender um conjunto de temas correlacionados ao gás natural, a saber: sua história; seus diversos usos; sua participação na matriz energética; sua utilização no segmento veicular; sua distribuição nos postos de combustíveis dotados de GNV.

## PROBLEMÁTICA E OBJETIVOS

É inquietante para os vários elos da cadeia do gás natural verificar a existência ou não de um limite para o número de postos dotados de gás natural veicular (GNV). Um trabalho que observe este tema é por importante, no sentido de permitir previsibilidade por parte dos gestores.

A tendência do ponto de estrangulamento pode ser observada na figura 1A, a qual indica a média de distribuição diária de GNV por posto. O gráfico delineado nessa figura indica que após 2001 o volume médio diário distribuído de GNV por posto dotado desse combustível vem caindo. Este trabalho busca verificar a existência de um limite de viabilidade econômica para implantação de novos postos distribuidores, ou seja, o ponto de estrangulamento do mercado.



Fonte: CEGAS

Figura 1A: Volume Médio por Posto

O objetivo deste trabalho é, portanto, a obtenção de um modelo econométrico da expansão do número de postos de combustíveis dotados de gás natural veicular (GNV) no estado do Ceará, observando-se o seu ponto de estrangulamento.

O ponto de estrangulamento se dará no momento em que os custos envolvidos nas instalações dos postos forem superiores a rentabilidade desejável pelo investidor em um posto de combustível dotado de GNV.

Este modelo é concebido utilizando-se dados históricos de variáveis que influenciam na expansão dos postos com GNV, tais como: os volumes de GNV comercializados, os dados de custos envolvidos nas instalações e os custos de operação dos postos dotados de GNV no estado do Ceará dentre outros fatores.

Os objetivos específicos são:

- a) Analisar o GNV na matriz de combustíveis automotores e as perspectivas de seu uso;
- b) Fazer uma análise histórica do gás natural, contextualizando dentro da matriz energética
- c) Fazer uma análise do mercado globalizado contextualizando-o a importância do gás natural como fator de redução dos efeitos do aquecimento global;
- d) Verificar, através de dados históricos, as principais variáveis que influenciam a demanda de GNV;
- e) Avaliar os cenários de previsão de demanda por GNV;
- f) Analisar o funcionamento do segmento de postos de combustível .

A abrangência da análise do trabalho, conforme já mencionado, é o mercado do estado do Ceará.

Portanto, o objetivo do trabalho será a construção de um modelo econométrico de demanda de gás natural veicular, restrito ao estado do Ceará, observando o ponto de estrangulamento.

Com o objetivo de tornar claro alguns conceitos utilizados ao longo deste trabalho e que fazem parte da formulação do tema do trabalho, apresentado em anexo um glossário contendo as principais terminologias utilizadas.

Produto do Trabalho:

O produto a ser alcançado com o trabalho é a elaboração de um modelo econométrico para estimar o ponto de estrangulamento de postos dotados de gás natural veicular no estado do Ceará. Para tanto, serão discutidos e definidos os seguintes itens necessários para a elaboração do referido modelo:

- Conceitos do modelo econométrico;
- Formulação da teoria;
- Especificação do modelo matemático;
- Especificação do modelo econométrico;
- Obtenção de dados;
- Estimativa dos parâmetros do modelo econométrico;

- Teste de hipótese;
- Previsão do ponto de estrangulamento;
- Exemplo de utilização do modelo.

#### Justificativa do Problema de Pesquisa:

As mudanças ocorridas no mercado de gás natural no Brasil nos últimos anos incentivaram a competitividade no segmento e a entrada de novos participantes, ocasionando uma profunda e ampla reestruturação do setor. Uma nova legislação referente ao segmento de gás natural vem sendo discutida.

O estudo de demanda e verificação do ponto de estrangulamento é importante para a inclusão de um combustível alternativo no mercado de combustíveis. Atualmente, existe uma escassez de estudo relativo ao segmento de GNV no Brasil, em vista da indústria ser recente. As informações sobre demandas e estrangulamento são essenciais para a elaboração de estudos de viabilidade de investimentos para a expansão do mercado de GNV.

Além do estudo de demanda no segmento veicular, os segmentos residenciais, industriais e comerciais são de suma importância para análise do equilíbrio entre oferta e demanda do gás natural, fundamentais para o dimensionamento da infra-estrutura. Este estudo é importante em vista da grande possibilidade do aumento da oferta de gás natural para o estado do Ceará que pode ocorrer de várias formas, dentre as quais a forma liquefeita (GNL), comprimidas (GNC) e através do Biogás.

Diante do que foi apresentado, buscou-se neste trabalho um modelo econométrico para obter uma resposta para esta situação. Considerando-se o gás natural uma alternativa energética para uso em veículos automotores. Indagamos qual é o modelo de previsão de demanda mais adequado para apoiar os gestores na busca de eficácia de seus investimentos? Qual a contribuição para o sistema? Qual é o ponto de estrangulamento do número de postos?

Em outras palavras, deseja-se construir com um modelo de previsão do ponto de estrangulamento que considere as diversas variáveis de fácil obtenção, contribua para o sistema e forneça elementos de auxílio aos gestores na tomada de decisão.

#### Objetivos Adicionais do Trabalho:

O crescimento acelerado do uso do gás natural gerou problemas de oferta. Observou-se também a existência de formas alternativas de abastecimento do gás natural para o estado do Ceará. Uma análise dos grandes consumidores e as possíveis influências no abastecimento, tais como o uso térmico pode influenciar no abastecimento de gás natural veicular.

Um fato gerado pelo uso do gás natural no setor veicular é a redução dos níveis de poluição, comprovada pela observação de dados em Oliveira Júnior (2006) e suas influências na qualidade do ar na Grande Fortaleza.

#### Premissas do Trabalho:

Para a realização das análises e conclusões do trabalho adotou-se as seguintes premissas:

- Os dados adquiridos são fidedignos e confiáveis;
- Não se leva em conta as variações do fornecimento de gás natural;

Requisitos do Trabalho:

O modelo proposto deve atender aos requisitos abaixo enumerados:

- O resultado deve prever a demanda de gás natural veicular dentro de cenário não muito variável para que se possa observar o ponto de estrangulamento;
- O modelo tem que ser aplicável em todas as fases;
- O modelo tem que ser de fácil apuração e entendimento;
- O modelo tem que ser consistente para utilização em planejamento;
- A coleta de dados deverá ser simples;
- A pesquisa bibliográfica deve ser de fácil acesso.

O presente estudo de caso foi desenvolvido em três etapas: A primeira apresenta a análise dos dados existentes para o estudo, à luz dos conteúdos assimilados ao longo do curso. Nesta fase, são identificados as principais variáveis que influenciam na demanda de gás natural veicular, por meio dos estudos de textos publicados sobre assuntos relacionados ao tema proposto, tais como: artigos e documentos de empresas, livros técnicos, trabalhos, relatórios, teses e dissertações sobre o assunto.

Na segunda fase, elaborou-se um estudo exploratório com vistas à execução dos dados adquiridos em um programa econométrico, o *Eviews*, um *software* que tem sua construção baseada no conceito de objetos<sup>1</sup>. Nesta segunda fase contou-se também com simulações em software econométrico e a verificação da consistência de suas variáveis, verificando-se a sua influência no assunto em estudo para buscar uma resposta para o problema proposto.

O *software Eviews* utilizado é um programa de estatística para o Windows, usado para análise econométrica. O programa foi originalmente desenvolvido a partir de um software processador de séries temporais para computadores de grande porte. O *Eviews* é um

---

<sup>1</sup>SOARES, Ilton G. e CASTELAR, Ivan. *Econometria Aplicada com o uso do Eviews*. Fortaleza, UFC/CAEN, 2003.

*software* que produz regressões e previsões, segundo Soares e Castelar (2003). O *Eviews* foi utilizado neste trabalho importando dados de uma planilha Excel.

A terceira fase consistiu na simplificação do problema e o desenvolvimento da solução, dentro das condições atuais de mercado, em caso de mudança destas condições pode-se alterar facilmente os dados de campo e obter uma nova solução para o problema.

## CAPÍTULO I - GÁS NATURAL CONTEXTO HISTÓRICO

O petróleo durante o século XX, suplementado pelo gás natural, superou a era do carvão. Para Santos *et al* (2002)<sup>2</sup> a indústria de gás manufacturado a partir do carvão tinha como premissa básica o uso exclusivo na iluminação dos principais centros urbanos da Europa, dos Estados Unidos e também de algumas cidades em países menos desenvolvidos.

No final do século XVIII e durante todo o século XIX, o gás manufacturado veio a substituir as velas e as lamparinas de óleo de baleia, tendo sua penetração facilitada em vista de ter um menor custo e qualidade de luz gerada, conforme Santos *et al* (2002).

Para Ferraz (2001)<sup>3</sup>, a instalação de lampiões a gás ocorrera pela primeira vez em 1807, em *Pall Mall* na Inglaterra, e posteriormente na cidade de Londres no mesmo ano de 1807. Estes fatos representaram um grande marco na engenharia, desencadeando uma transformação nos costumes com a criação do trabalho noturno nas fábricas emergentes no período da Revolução Industrial.

A máquina a vapor trouxe um grande impulso à produção de gás. Com a queima do carvão de pedra, foi possível obter produtos de importância industrial, tais como: o gás carbônico, chamado então de gás de iluminação, as águas amoniacais, na forma líquida, o alcatrão de hulha, na forma sólida, e o coque, tratado como resíduo, segundo Ferraz (2001).

O gás de rua, denominado de gás manufacturado, restringia-se aos centros mais desenvolvidos, em vista da necessidade de construção de redes de iluminação com custos elevados. Nos países menos desenvolvidos a Primeira Revolução Industrial nem iniciara, exigindo a importação de equipamentos de controle das fábricas de processamento de carvão e, em muitos casos, até do carvão, segundo Santos *et al* (2002).

Atualmente, o mundo inteiro aumenta os esforços para reduzir a queima de combustíveis fósseis - o petróleo, o carvão e o gás natural-devido as suas conseqüências: a

---

<sup>2</sup> Santos, Edmilson Moutinho. Gás natural – Estratégias para uma Energia Nova no Brasil. Editora Annablume. 1ª ed. Rio de Janeiro, 2002.

<sup>3</sup> FERRAZ, Maria do amparo Pessoa. O gás em Pernambuco - breve história da utilização do gás a partir do século XIX-. 1ª ed. Recife: COPERGAS, 2001.

neblina enfumaçada, poluição do ar, a chuva ácida, destruição da camada de ozônio e finalmente o espectro da mudança climática.

No final do século XIX, a luz artificial provinha da vela, querosene e gás, este último fornecido por empresas de serviços públicos. O gás à época era extraído do carvão ou do petróleo. A produção direta do gás manufaturado trazia problemas tais como: fuligem, sujeira, calor, perigo de incêndio e além do mais consumiam oxigênio.

A partir de 1850, segundo Santos *et al* (2002), com o surgimento da indústria do petróleo, ocorreu a introdução no mercado de um derivado a ser utilizado na iluminação, o querosene. Este derivado ensejou na precoce suplantação do gás manufaturado de carvão. O querosene tinha características tais como: a qualidade de sua chama, a não necessidade de construção de infra-estruturas de distribuição e a não possibilidade de asfixia o que desbancou o gás manufaturado. Assim, as redes de distribuição de gás foram abortadas em países menos desenvolvidos. O querosene acabou conquistando a maior parte do mercado de iluminação, sendo desbancado em seguida pela eletricidade e pela sua praticidade quando do uso para iluminação. Então a história do gás passa despercebida na maioria dos países em desenvolvimento.

Os reinados do querosene, do gás e da vela foram derrubados pela lâmpada elétrica de forma rápida. O invento de Thomas Edson rapidamente se expandiu graças ao preço competitivo semelhante ao do gás urbano, 2,225 US\$/pe<sup>3</sup>. Esta expansão da luz elétrica, segundo Yergin (1992)<sup>4</sup>, fez com que a indústria do gás fosse deslocada para o aquecimento e cozinha.

Apenas uma dúzia de grandes cidades no Brasil chegou a dispor de redes de canalização para o gás manufaturado, primeiro a partir do carvão e depois a partir da nafta, segundo Santos *et al* (2002). Tendo investidores nacionais e estrangeiros, notadamente os ingleses, ativos na construção de um setor de gás nacional.

Ferraz (2001), aborda que em 1859 a cidade do Recife receberia pela primeira vez a visita do Imperador Pedro II para a inauguração do sistema de Iluminação Pública a gás

nesta cidade. Fato gerador de grande repercussão para época. Esse sistema colocava Recife em iguais condições com as cidades européias, o qual veio a ser construído por empresários londrinos. A iluminação a gás viria a substituir a iluminação de azeite de carrapateira e de cachalote (óleo de baleia). Enquanto isso, a cidade do Rio de Janeiro, sede do império, inaugurou o seu sistema de iluminação pública a gás em 24 de março de 1854, já em Recife isto ocorreu em 27 de junho de 1856.

O sistema na cidade do Recife consistia, segundo Ferraz (2001), de uma fábrica de gás conhecida como gasômetro, com uma tubulação de distribuição subterrânea e os seus combustores que se destinavam a iluminação pública como também à iluminação de prédios públicos e privados, residenciais e comerciais.

O gás canalizado no Rio de Janeiro, segundo Santos *et al* (2002), teve início em 1851, quando o Barão de Mauá assinou um contrato para iluminação a gás na cidade. O contrato tinha como objeto a construção de uma fábrica de gás no centro da cidade e a instalação de canalizações em perímetros determinados. A primeira fábrica construída no Brasil foi em 1854, surgindo aí a Companhia de Gás do Rio de Janeiro (CEG), com o nome de Companhia de Iluminação a Gás.

O Barão de Mauá instalou, em três anos, toda a extensão de algumas ruas do centro e bairros de Zona Sul, os primeiros 3.027 lampiões públicos e a iluminação de cerca de 3.200 residências e três teatros. Surgindo, aí a folclórica figura do acendedor de lampião e uma transformação dos hábitos e costumes da população carioca, segundo Santos *et al* (2002).

Em São Paulo teve início com o funcionamento da Companhia de Gás de São Paulo (COMGÁS) em agosto de 1872, quando a empresa inglesa *San Paulo Gas Company* recebeu a concessão do Império, segundo Santos *et al* (2002).

O advento da energia elétrica no Brasil deslocou o capital inglês do gás para o segmento elétrico. Sendo as companhias de gás absorvidas pelas empresas do setor elétrico, neste momento dá-se um declínio do uso do gás canalizado, segundo Santos *et al* (2002).

---

<sup>4</sup> YERGIN, Daniel. O Petróleo; tradução: Leila Marina U. Di Natale, Maria Cristina Guimarães, Maria

Após a Primeira Guerra Mundial, quase todas as empresas de gás tinham sido desmanteladas. Em um país continental e de baixa densidade demográfica, o gás de rua não tinha a menor condição de competir com o querosene de iluminação, em vista de a população ser predominantemente rural, restringindo ainda mais o uso do gás canalizado, segundo Santos *et al* (2002).

O caso do gás no Brasil é reflexo do modelo presente e constante na maior parte dos países menos desenvolvidos, onde o gás continua a ser um energético desconhecido ou gradualmente abandonado durante a primeira metade do século XX, ocupando posição restrita e desprezível na matriz energética nacional, segundo Santos *et al* (2002).

Segundo Yergin (1992), o Presidente Roosevelt durante a guerra manifestou forte interesse pelo Gás Natural, até então pouco utilizado. No ano de 1942, o Presidente Roosevelt em carta endereçada ao Senhor Ickes, o então secretário do interior no governo Roosevelt, e responsável pelo programa de recuperação da economia americana-New Deal, citou:

*“Eu gostaria que você mostrasse a uma parte de seu povo a possibilidade do uso do gás natural... Fui informado que existem vários campos no oeste e no sudeste onde praticamente não se descobriu petróleo, mas onde uma grande quantidade de gás permanece inativo no subsolo porque está distante demais para poder ser canalizado até comunidades maiores.”*

O Gás Natural passou então a apresentar algumas vantagens, vendido a 1/5 do valor do Petróleo, e por ser extraído do mesmo poço de petróleo (gás associado), não exigia processos complexos de engenharia para a sua utilização. Basicamente a transmissão de gás aos centros consumidores era a problemática em vista de necessitar da construção de gasodutos inexistentes até então. Porém este problema passou a ser encarado como de segurança nacional para os Estados Unidos, a fim de reduzir a dependência com o petróleo, neste sentido o aço foi colocado à disposição para construção de gasodutos.

Assim, em 1920 o aproveitamento do gás em uma maior escala ocorreu nos Estados Unidos graças à descoberta de grandes campos de gás natural, bem como a melhoria na tecnologia de gasodutos, permitindo a utilização de pressões mais altas. As grandes descobertas na ex-União Soviética e na Europa Ocidental, após a década de 1950, fizeram

com que o gás natural ganhasse mais espaço para Abreu e Martinez (2003)<sup>5</sup>.

O transporte em grandes volumes de gás natural das zonas produtoras até os centros de consumo vencendo grandes distâncias a um custo reduzido, proporcionou a exploração e o uso do gás natural de uma forma generalizada, para Abreu e Martinez (2003).

A Europa no Pós-guerra depois de 1958, para Yergin (1992), tinha o carvão mais caro que o petróleo, fazendo com que o carvão fosse substituído pelo petróleo.

Após a crise do petróleo, em 1970 e nos anos de 1990, vários países menos industrializados começaram a trilhar a experiência dos países mais desenvolvidos, tratando o gás como uma fonte estratégica, que deveria ser desenvolvida e utilizada. Apesar dos grandes progressos na produção e consumo do gás natural no mundo menos desenvolvido, esta fonte energética ainda é vista como de uso dos países desenvolvidos, na afirmação de Santos *et al* (2002).

Os países de menor industrialização do planeta têm taxas de crescimento do uso do gás natural superior à média global. Espera-se que o crescimento percentual anual médio global de gás natural no decênio de 2010 a 2020 seja mais substantivo que nos anos de 1990/2000. Ao longo de 1990 a 2020, o crescimento médio do consumo do gás natural deverá ser em torno de 3,4% ao ano, sendo mais elevado em regiões menos desenvolvidas.

Os países consumidores, segundo Santos *et al* (2002), aumentaram significativamente o consumo de gás natural, sendo que em 1960 havia 25 países consumidores de gás natural, tendo este número dobrado em uma década (em 1970 já eram 47 ao todo). Já na década seguinte, 1980, o número de países consumidores estava em torno de 63 e no ano de 1990 eram por volta de 72.

A infra-estrutura também aumentou, com a construção de redes e de estações de GNL (gás natural liquefeito). Isto fez com que houvesse uma drástica redução do gás queimado durante a produção de petróleo. Segundo Santos *et al* (2002), em 1975 por volta de 49% do gás natural produzido era queimado, denotando uma completa desconsideração para com o gás natural. Já em 1990 a queima no oriente médio não passava de 13% . Uma outra

---

<sup>5</sup> ABREU, Percy Louzada de e MARTINEZ, José Antônio. Gás Natural: O combustível do novo milênio. 2ª ed. Porto Alegre: Plural Comunicação, 2003.

situação é da Indonésia que não tendo mercado local começou a exportar para o Japão, tendo assim sua queima reduzida de 84% para 5%. A Nigéria trilha o mesmo caminho da Indonésia, através da exploração da cadeia de GNL. Pelo exposto nota-se uma recuperação dos países menos desenvolvidos em relação à utilização do gás natural.

Para Perca (2002), atualmente se trabalha fortemente na busca de alternativas econômicas para viabilizar o transporte do gás natural disponível em regiões afastadas dos primeiros mercados e assim evitar, em se tratando de gás associado, a perda (queima) dessa riqueza mineral, como se verifica ainda em algumas áreas da África Ocidental.

Os mercados têm reagido de forma demandante em todas as regiões do mundo, assim que se materialize uma oferta abundante, promovendo um crescimento do consumo a taxas elevadas.

## **CAPÍTULO II – O GÁS NATURAL**

O gás natural é uma mistura de hidrocarbonetos, que em condições originais do reservatório permanece em estado gasoso ou dissolvido no petróleo, e que se mantenha no estado gasoso a temperatura ambiente e pressão atmosférica. Na Natureza encontra-se em rochas porosas, geralmente junto ao petróleo. Já o biogás é um tipo de mistura de metano e dióxido de carbono obtido a partir da digestão anaeróbica de resíduos vegetais ou animais, constituindo-se em uma fonte de energia renovável.

A biodigestão é o processo mais simples e o mais adequado ao tratamento da biomassa e ao aproveitamento da energia química nela estocada. Para Russomano (1987), várias substâncias podem ser usadas na produção de biogás como o estrume, restos de culturas agrícolas, lixo urbano, entre outras.

Para Abreu e Martinez (2003), assim como o petróleo, o gás natural resulta da degradação da matéria orgânica de forma anaeróbica (sem contato com o ar). Quantidades enormes de microorganismos em tempos pré-históricos se acumularam nas águas litorâneas dos mares da época através da acomodação da crosta terrestre. A matéria orgânica foi soterrada, ocorrendo à degradação em altas temperaturas e pressões tudo isto fora do contato com a atmosfera.

O petróleo tem sua origem a partir da matéria orgânica depositada junto aos sedimentos. A matéria orgânica marinha é basicamente originada de microorganismos e algas que formam o fitoplanâncton e não podem sofrer processos de oxidação. As condições não-oxidantes é um ambiente de deposição composto de sedimento de baixa permeabilidade, que inibe a ação da água em seu interior. A interação da matéria orgânica, sedimento e condições termoquímicas são fundamentais para formação do petróleo, segundo Thomas(2004).

Atualmente, é desprezível a formação de petróleo e gás natural para Abreu e Martinez (2003), devido ao fato de que não há intensas movimentações na crosta terrestre. Em vista disto, diz-se que a acumulação do petróleo e gás natural é não renovável. O gás apresenta-se como sucessor do petróleo, com prevalência por toda a primeira metade do século XXI.

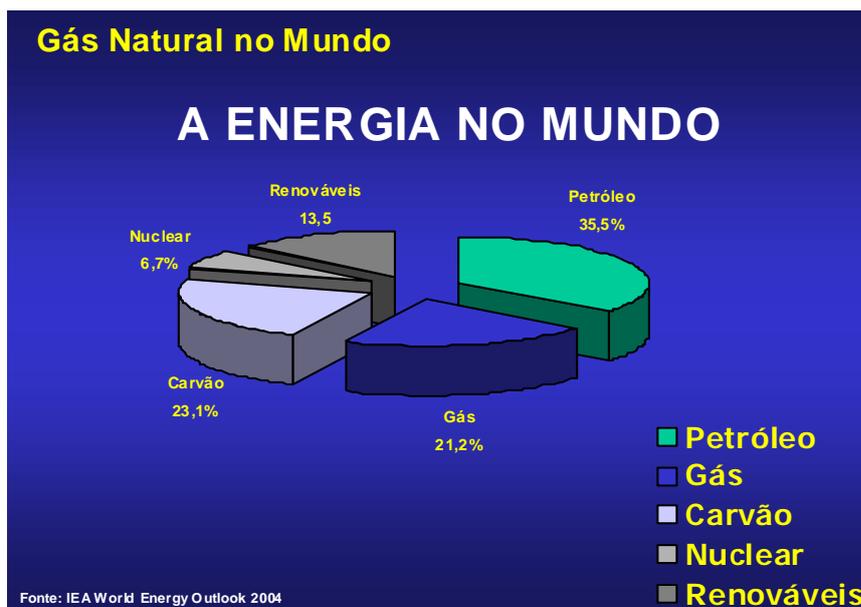


FIGURA 1 – Gás natural no mundo

Observa-se na Figura 1, nos dados referentes ao ano de 2004, que no mundo o gás natural, em termos de utilização, se encontra próximo ao petróleo, representando o gás natural 21,2% e o petróleo representando 35,5% do uso da energia mundial. Assim, nota-se a forte dependência de combustíveis fósseis não renováveis, (petróleo, carvão e gás natural), representando estes usos de energia próxima aos 80% de toda a energia utilizada.

Qualquer combustível não renovável pode ser visto sob a ótica do acúmulo da energia solar, que incidiu sobre a superfície terrestre, havendo uma transformação desta em energia química pela ação dos organismos vivos (em processos metabólicos, tais como a fotossíntese), que ocorreu através das eras geológicas, segundo Abreu e Martinez (2002).

Na previsão de Abreu e Martinez (2002), o gás natural será o principal combustível a suceder o petróleo, com a sua prevalência por toda a metade do século XXI.

O gás natural é um combustível fóssil mais limpo por ter uma menor quantidade de carbono, segundo Geller(2003). As emissões de dióxido de enxofre, particulados, NOx, dióxido de carbono são bem menores quando usado gás natural quando comparado com os combustíveis fósseis derivados do petróleo ou o carvão.

Segundo Geller(2003), o gás natural nem sempre é encontrado perto dos centros de demanda sendo caro transportá-lo a longas distâncias. É alto o custo da construção de infra-estruturas de fornecimento de gás natural, sendo necessário usar-lo de forma mais eficiente, seja na geração de energia, em residências, indústria e nos mais diversos segmentos.



FIGURA 2 – GÁS NATURAL NO MUNDO, RESERVAS PROVADAS DE HIDROCARBONETOS

A Figura 2 apresenta as reservas de gás natural no mundo que são da ordem de 180 trilhões de metros cúbicos, praticamente iguais as do petróleo (observar que o petróleo está em valores equivalentes ao gás natural).



FIGURA 3 – Gás Natural no mundo, maiores produtores mundiais

A produção comercial de gás natural, vista na Figura 3, é da ordem de 2,7 trilhões de metros cúbicos por ano, liderada pela Rússia e os Estados Unidos. Com as atuais reservas da ordem de 179,5 trilhões de metros cúbicos o gás natural estaria disponível para 66 anos, desde que não haja novas descobertas nem aumento no consumo.

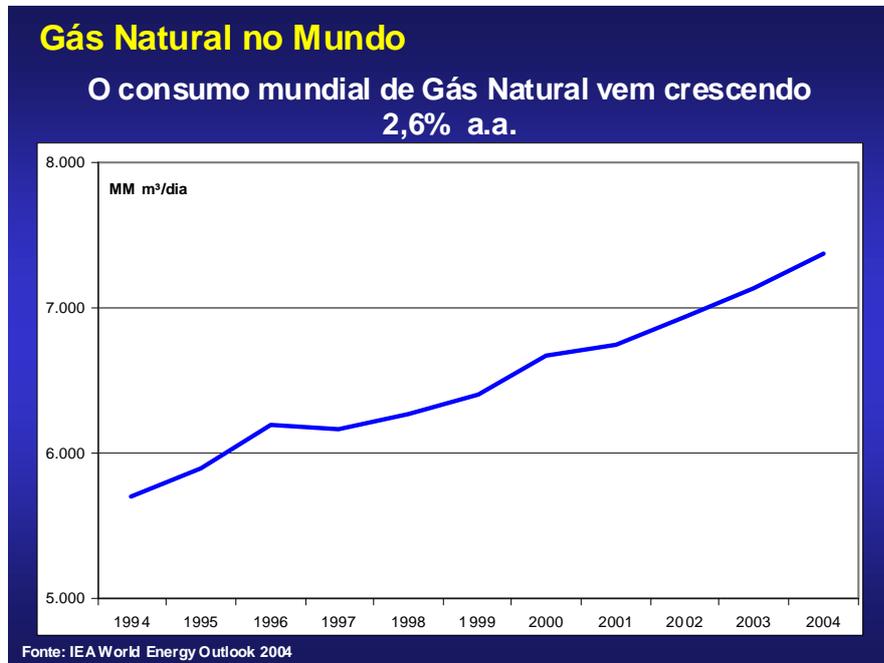


FIGURA 4 – Gás natural no mundo, consumo mundial

Na figura 4, observa-se porém, que o consumo de gás natural no mundo vem crescendo a uma taxa média de 2,6% ao ano. Com as reservas provadas de 179,5 trilhões de metros cúbicos, um consumo de 2,7 trilhões de metros cúbicos ao ano, com a taxa de crescimento de 2,6% sendo levada em consideração, as reservas daria para 39 anos.

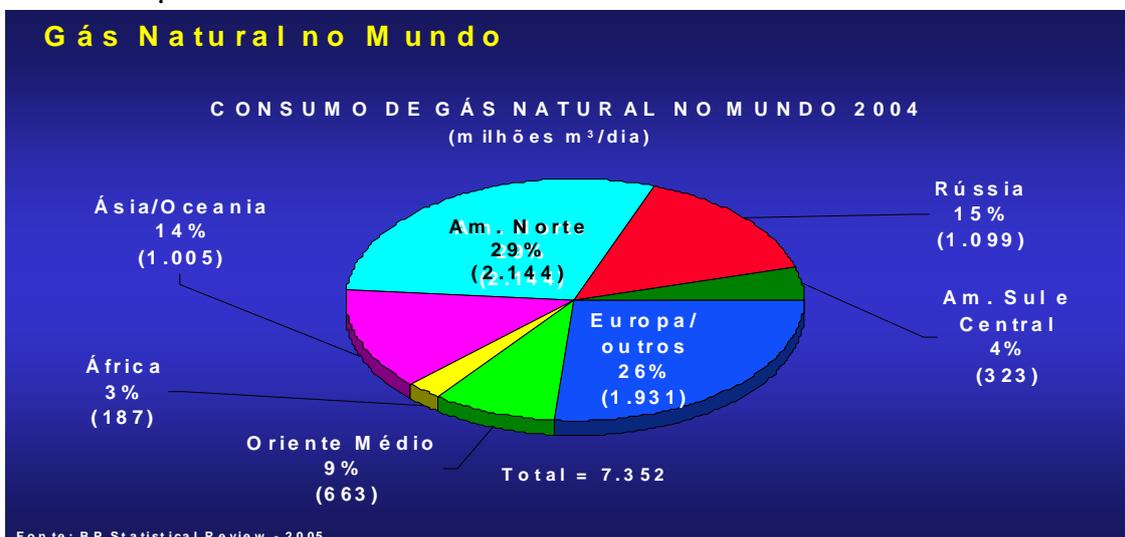


FIGURA 5 – Gás natural no mundo, regiões de consumo

Verificando-se pela ótica da demanda, apresentada na Figura 5, os maiores consumidores estão: na América do Norte, Europa, Rússia e Ásia/Oceania, representando 84% de todo o consumo mundial.

Confrontando-se a produção e o consumo da América do Norte (Estados Unidos e Canadá) verifica-se que há uma produção de 1.953 milhões de metros cúbicos por dia, para um consumo 2.144 milhões de metros cúbicos por dia, sendo este déficit de 191 milhões de metros cúbicos por dia é complementado através de GNL (Gás Natural Liquefeito), vindo principalmente do norte da África.

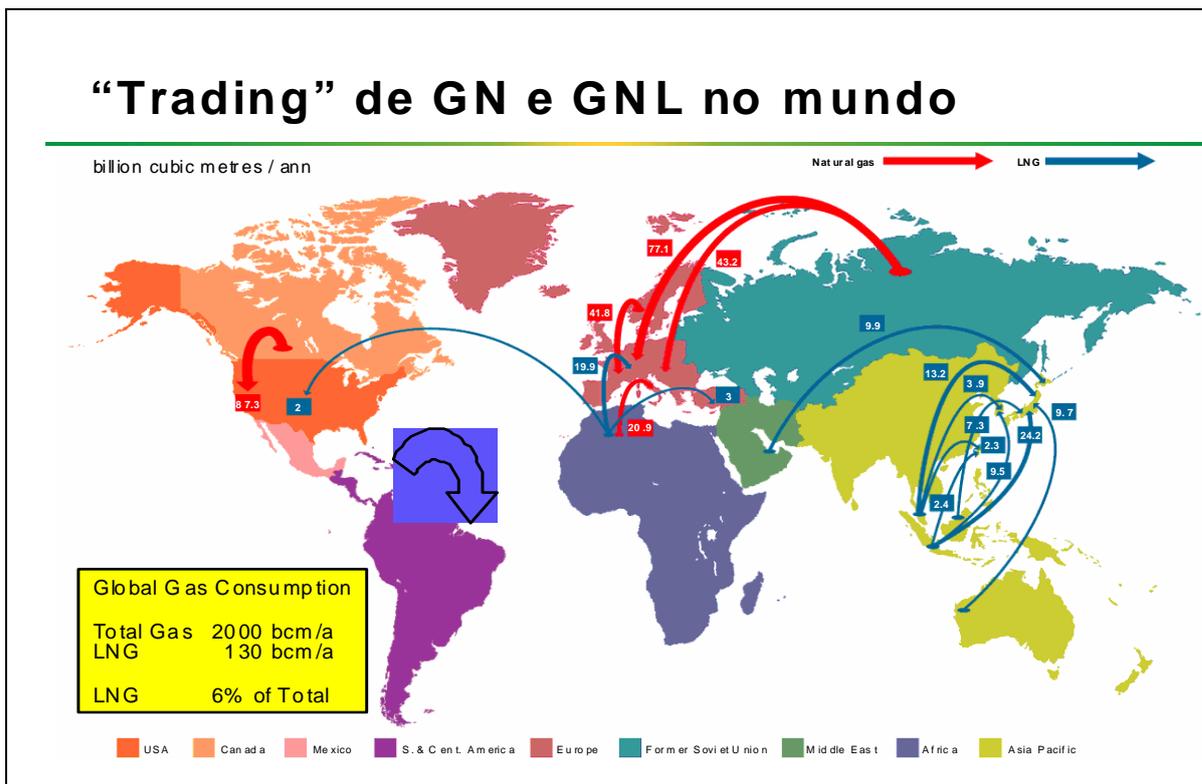
Os países Europeus surgem como grandes consumidores, da ordem de 1.931 milhões de metros cúbicos por dia e produzindo 665 milhões de metros cúbicos por dia. Esta produção se concentra no Reino Unido, Noruega e Holanda. O complemento do consumo de 1.266 metros cúbicos por dia vem principalmente da Rússia, porém também existe o fornecimento através de GNL proveniente do norte da África.

A Rússia é o grande exportador mundial de gás natural. Produz 1.455 milhões de metros cúbicos por dia e consome 1.099 milhões de metros cúbicos por dia, com uma exportação líquida de 356 milhões de metros cúbicos por dia, ou seja, quase doze vezes o que o Brasil importa da Bolívia atualmente.

Na Ásia, o principal consumidor é o Japão, que não produz gás natural. Na região em termos de oferta de gás natural destaca-se a Indonésia com a produção de 201 milhões de metros cúbicos por dia, porém todo consumo do Japão é proveniente do transporte através de GNL.

Para Yergin (1993), a demanda crescente de petróleo por parte do Japão, como fonte de energia, foi revertida em vista do impacto dos preços altos do petróleo. Então o gás natural liquefeito aumentou a sua participação na economia energética e no fornecimento de eletricidade, como alternativa mais viável. Em vista disso, o petróleo estava sendo expulso de um de seus mercados mais importante, perdendo terreno rapidamente para outros energéticos dentre os quais o gás natural.

O fluxo de gás natural no mundo através de tubulação convencional e na forma de GNL é indicado na Figura 6.



Fonte: Seinfra/Ceará

FIGURA 6 – *Trading* de GN e GNL no mundo

No Brasil, conforme apresentado a seguir na Figura 7, o gás natural representa 9% da matriz energética, podendo chegar a 12% em 2015, segundo a PETROBRAS (2007). Convém lembrar que no mundo o gás natural participa com 21% da matriz energética. Verifica-se também que os combustíveis não renováveis no Brasil (petróleo, carvão e gás natural) representam 50% da matriz energética, bem abaixo dos 80% quando é observada a matriz energética mundial. O Brasil tem o privilégio de possuir quase metade da matriz energética de fontes renováveis (hidroeletricidade e biomassa).

O mundo está baseado em combustíveis fósseis e o Brasil tem sua matriz energética baseada em energias renováveis, sendo um passo importante para que a sociedade brasileira alcance grau de sustentabilidade. A energia tornou-se um tema de extrema importância em vista do aquecimento global, que vem atraindo a atenção internacional.

Para Geller (2003), o uso de energia no Brasil aumentou rapidamente nos últimos 25 anos. A rápida industrialização e os crescentes serviços energéticos residenciais e comerciais, foram as principais causas desse incremento no uso.

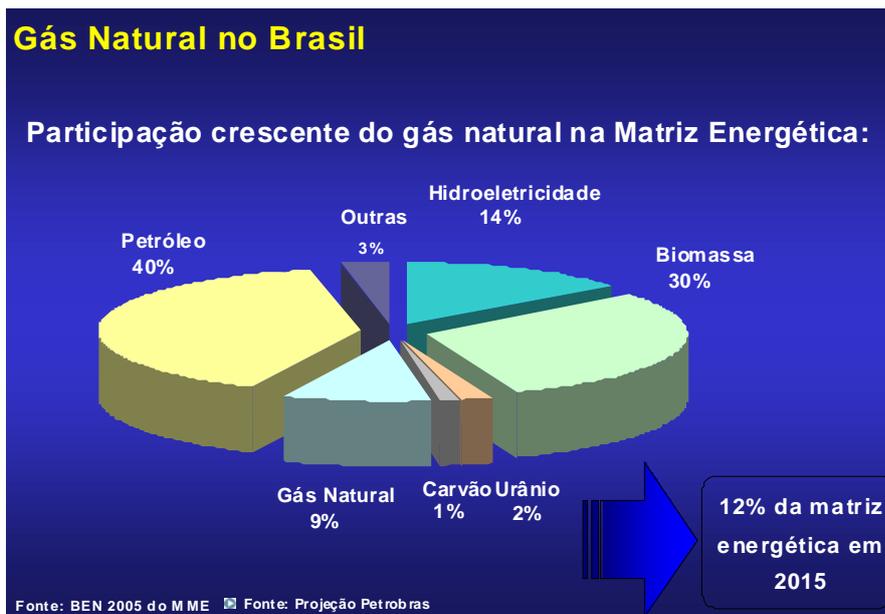


FIGURA 7 – Gás natural no Brasil

Quando se olha para os aspectos das reservas de gás natural expostos na Figura 8, o Brasil tem reservas de 0,33 trilhões de metros cúbicos, para uma reserva mundial de 179,5 trilhões de metros cúbicos, com um consumo por volta de 20 milhões de metros cúbicos por dia (somente o consumo de gás natural nacional). Estas reservas durariam 16 anos, mantendo-se o padrão atual de consumo e sem novas descobertas.

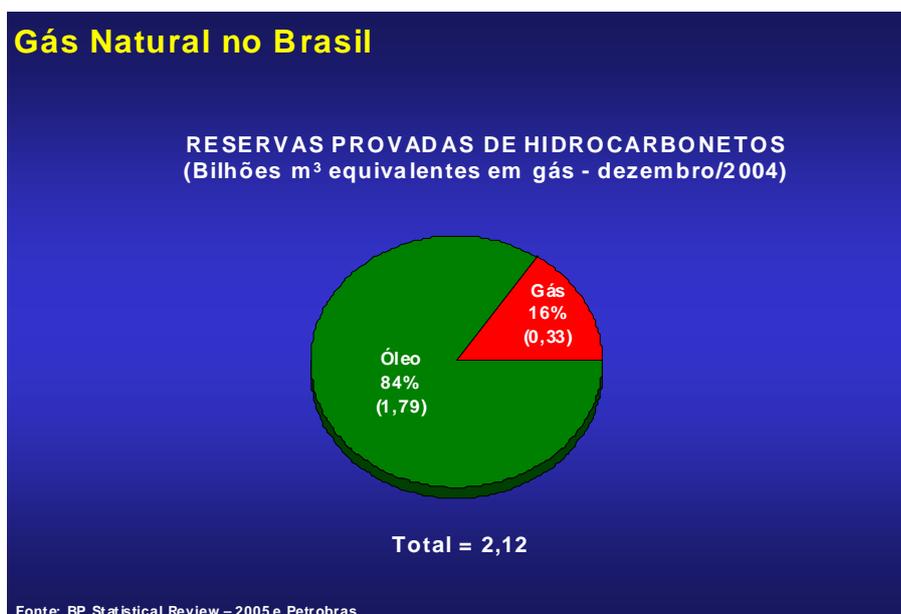


FIGURA 8 – Gás natural no Brasil, reservas provadas de hidrocarbonetos

Observa-se na Figura 9, que relativo ao consumo de gás natural nos diversos estados da federação, destacam-se os estados de São Paulo e do Rio de Janeiro, responsáveis

por 59% do consumo nacional. Vale salientar que o consumo dos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná o gás natural utilizado é proveniente da Bolívia.



FIGURA 9 – Gás natural no Brasil, vendas de gás em 2005

Entre 2001 e 2005 a demanda de gás natural no Brasil transpôs de 28 para 48 milhões de metros cúbicos por dia, um crescimento de 15% ao ano, bem superior ao crescimento mundial que foi de 2,6% ao ano.

Excluindo o gás natural importado, por volta de 30 milhões de metros cúbicos por dia, ter-se-ia um consumo de gás natural nacional por volta de 18 milhões de metros cúbicos por dia, ou 0,0065 trilhões de metros cúbicos por ano para uma reserva de 0,33 trilhões de metros cúbicos, com uma taxa de crescimento de 15% ao ano, as reservas durariam por volta de 15 anos.

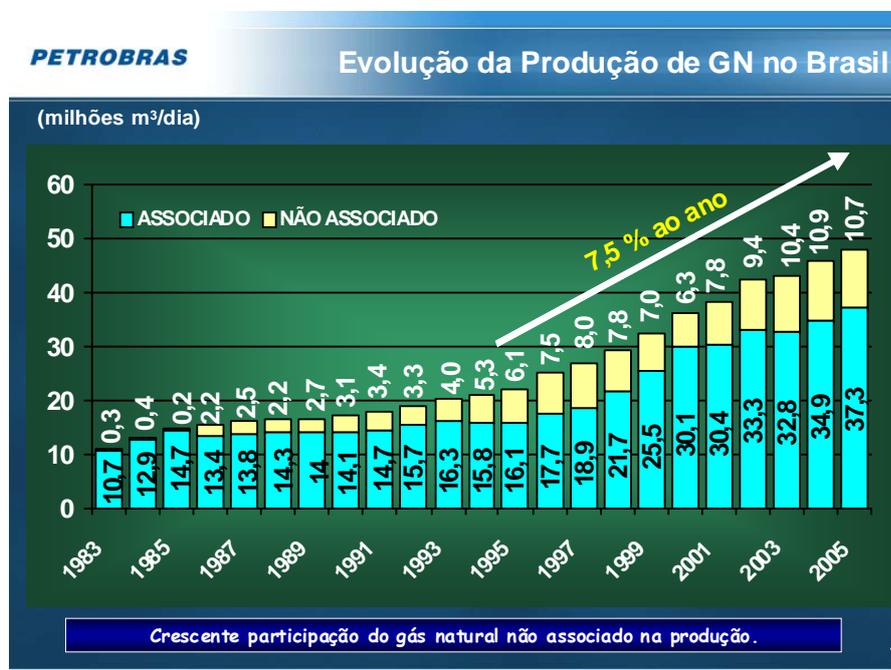
O gás natural pode ser classificado em associado, quando é produzido junto com o petróleo e não associado, quando proveniente de reservatórios que contenham apenas gás. Quando há predominância do petróleo, definindo a produção deste combustível, o gás natural associado é um subproduto da produção do petróleo. Quando não há condições econômicas para o aproveitamento do gás natural, este passa a ser injetado na jazida novamente ou mesmo

queimado por questões de segurança, conforme Abreu e Martinez (2002).

Quando da produção de gás associado (dissolvido no óleo ou sob a forma de capa de gás), normalmente se privilegia a produção inicial do óleo, utilizando-se o gás para manter a pressão do reservatório. Em seguida, inicia-se a recuperação do gás, de acordo com Santos *et al* (2002).

Na predominância de gás natural não associado, o seu aproveitamento econômico é essencial para o desenvolvimento da produção. Para Abreu e Martinez (2002), as maiores ocorrências de gás natural no mundo são de gás não-associado ao petróleo. Quando a produção do reservatório é basicamente de gás não associado à infra-estrutura construída do poço até atingir o mercado tem que ser capaz de remunerar a produção somente pelo gás natural.

Durante muito tempo, quando as empresas buscavam a exploração somente de petróleo, o gás natural encontrado era considerado um estorvo, já que o não havia possibilidade de seu aproveitamento.



Fonte: Petrobras

FIGURA 10 – Evolução da produção de GN no Brasil

Observa-se na Figura 10 um crescente crescimento do gás associado em detrimento do gás não associado. Em 1997 havia uma produção de 2,2 milhões de metros

cúbicos por dia de gás não associado, passando , em 2005, para 10,7 milhões de metros cúbicos por dia, um crescimento médio de 9,2% do gás não associado e no mesmo período (1997-2005) os volumes do gás associado produzidos passam de 13,4 para 37,3 milhões de metros cúbicos de gás associado, representando um crescimento de 5,9%, inferior ao gás não associado. Portanto, cada vez mais o gás não associado irá participar em maiores proporções no volume de fornecimento do Brasil.

Para Abreu e Martinez (2002), é possível produzir gás artificialmente através da biodigestão de resíduos orgânicos (lixo urbano ou resíduos agrícolas). Este processo até agora não visa à produção econômica do combustível, mas tem por objetivo evitar efeito danoso do lançamento desses resíduos no ambiente.

A composição do gás natural varia de campo para campo, em função da matéria orgânica que lhe deu origem e dos processos naturais a que foi submetido, para Santos *et al* (2002). Em geral o gás natural compõe-se, principalmente de metano, etano, propano e em menores proporções de outros hidrocarbonetos de maior peso molecular. Nesta composição predomina o metano. Também apresenta baixos teores de nitrogênio, dióxido de carbono, água e compostos de enxofre.

Apresenta-se na Tabela 1 a composição típica do gás natural encontrado no Brasil para o gás associado e o não associado e na última coluna apresenta-se o gás natural já processado.

TABELA 1 - Composições típicas de gás natural

Elementos	Associado	Não Associado	Processado
Metano	81,57	85,48	88,56
Etano	9,17	8,26	9,17
Propano	5,13	3,06	0,42
I-Butano	0,94	0,47	-
N-Butano	1,45	0,85	-
I-Pentano	0,26	0,2	-
N-Pentano	0,3	0,24	-
Hexano	0,15	0,21	-
Heptano	0,12	0,06	-
Nitrogênio	0,52	0,53	1,2
Dióxido de Carb.	0,39	0,64	0,65
Total	100	100	100
Densidade	0,71	0,69	0,61
PCI (Kcal/m <sup>3</sup> )	9916	9583	8621
PCS(Kcal/m <sup>3</sup> )	10941	10580	9549

Fonte: Petrobras-Conpet, 1997.

O gás natural extraído do subsolo, tanto o associado quanto o não-associado, precisam ser tratados. O tratamento inicial constitui-se na secagem do gás natural, uma vez que o gás extraído contém em suspensões pequenas quantidades de hidrocarbonetos, que são líquidos nas condições atmosféricas, sendo denominado de gás natural úmido. Este processo é realizado normalmente junto à jazida. Quando se trata de gás associado estas suspensões representam 2 % e em torno de 1,8% para o gás não associado.

O processamento do gás natural úmido é feito em UPGN (unidade de processamento de gás natural), resultando o gás natural seco, GLP (gás liquefeito de petróleo) e LGN (líquido de gás natural).

Durante o processo de secagem do gás natural nas UPGN, para Percy (2002), são também removidos contaminantes ou reduzidos seus teores para atender às especificações demandadas pelo mercado. Estes tratamentos são muito eficazes, razão pela qual o gás natural seco é composto de uma mistura de metano e etano, com proporções muito reduzidas de outros hidrocarbonetos e de contaminantes.

A proporção da mistura é de 90,7% para o gás associado, de 93,7% para gás não associado e quando processado passa a ter o gás seco 97,7% da mistura de metano e etano. As especificações são estabelecidas na Norma ANP 104, de 8 de julho de 2002, indicadas na Tabela 2. Esta portaria estabelece a especificação do gás natural de origem nacional ou importado a ser comercializado em todo território nacional.

TABELA 2 - Especificações do Gás Natural – ANP 104

Característica	Unidade	Norte	Nordeste	Sul, Sudeste Centro-Oeste
Poder calorífico superior	kWh/m <sup>3</sup>	9,47 a 10,67	9,72 a 11,67	9,72 a 11,67
Índice de Wobbe	KJ/m <sup>3</sup>	40.500 a 45.000	46.500 a 52.500	46.500 a 52.500
Metano, min.	% vol	68	86	86
Etano, max.	% vol	12	10	10
Propano, max	% vol	3	3	3
Butano e mais pesados, max	% vol	3	3	3
Oxigênio, max	% vol	0,8	0,5	0,5
Inertes(N <sub>2</sub> +CO <sub>2</sub> ),max	% vol	18	5	4
Nitrogênio	% vol	Anotar	2	2
Enxofre Total, max	mg/m <sup>3</sup>	70	70	70
Gás Sulfídrico(H <sub>2</sub> S),max	mg/m <sup>3</sup>	10	15	10
Ponto de orvalho de água a 1atm, max	°C	-39	-39	-45

Fonte: ANP.

O manuseio do gás natural exige cuidados. O gás natural é inodoro, e por questão de segurança introduzem-se compostos para que este apresente um odor característico. O gás natural é incolor, inflamável e asfixiante em altas concentrações.

Para Santos *et al* (2002), a versatilidade é uma das grandes vantagens do gás natural, tendo uma amplitude de usos, sendo um competidor de quase todos os combustíveis alternativos tais como: eletricidade, óleo BPF, querosene, óleo combustível, gás liquefeito de petróleo, lenha, gasolina, diesel, álcool, dentre outros.

Neste ponto, observa-se que não existe uma aplicação para o gás natural na qual ele seja indispensável e para o qual não haja concorrentes. Sendo o gás natural um combustível que enfrenta em todos os seus segmentos de mercado enormes forças e concorrências de outros energéticos substitutos, segundo Santos *et al* (2002).

Resumidamente, o gás natural poderá ser utilizado para a síntese de novos produtos ou como combustível nos vários segmentos industriais. Quando utilizado como síntese poderá ter como produto final um diesel e gasolina sintética, amônia, metanol, álcoois, hidrogênio ou como redutor siderúrgico, bem com outros diversos derivados químicos do gás natural.

Quando utilizado como combustível o gás natural tem uma destinação para combustível automotivo, refinarias, indústria química, cimenteiras, tijolos, vidros, cerâmica, metalurgia, indústria de alimentos, geração de eletricidade, geração de vapor, secagem de grãos, indústria têxtil, aquecimento, cozinha e outras.

O uso do gás natural como matéria prima segundo Abreu e Martinez (2003), é um uso não energético, como exemplos importantes têm: a produção de metanol e a fixação de nitrogênio do ar na produção de fertilizantes nitrogenados. Nestes usos o gás natural é imbatível, sendo estas algumas das suas principais utilizações, sendo o ponto decisivo para localização deste tipo de indústria.

Destaca-se o uso do gás natural com matéria-prima para produção de hidrogênio, produto cada vez mais importante na indústria de refino de petróleo. Junto às refinarias ficam

as instalações deste tipo de indústria em virtude do alto custo do transporte do hidrogênio até ao seu uso final, segundo Abreu e Martinez (2003).

Para Santos *et al* (2002), o uso do gás natural com combustível (uso energético) é onde se encontra a maior utilização para geração de energia (térmica, mecânica, elétrica, etc.) nos diferentes setores de consumo. Os principais setores que fazem uso do gás natural enquanto fonte energética são os setores: industriais, veicular, comercial e residencial, geração de eletricidade e co-geração.

No âmbito industrial, de acordo com Santos *et al* (2002), destacam-se os setores de alimentos e bebidas, cerâmica, vidro, fundição e siderurgia nos quais são utilizados principalmente na geração de vapor e em fornos para o posterior processamento dos produtos, bem como a co-geração e geração de energia elétrica.

Os produtos que necessitam na sua produção de um maior controle, tais como ciclos de aquecimento e resfriamento, o gás natural apresenta grandes vantagens. Os fornos regeneradores que utilizam gás natural apresentam um maior rendimento, em fornos menores, pode-se utilizar queimadores de radiação, construídos através de materiais metálicos ou cerâmicos. Esses queimadores são muito eficientes e rápidos, segundo Santos *et al* (2002).

O vapor tem uma variedade de uso nas mais variadas indústrias (química, farmacêutica, de papel e celulose, de alimentos e de bebidas), sendo gerado através de diversos combustíveis, tais como: óleo combustível, carvão, lenha ou gás natural. Nesse sentido, as pressões de ordem econômica voltadas para a redução de emissões de gases poluentes são fatores favoráveis ao uso de gás natural.

Operações que necessitam de calor direto, tais como secagem, fabricação de cimento e refratários, o gás natural poderá ser utilizado de forma mais intensiva. O uso de gás natural é fortemente otimizado nos processos que utilizam fornos, secadores e aquecedores, onde os produtos entram em estreito contato com a chama ou gases resultantes da combustão. Nesses casos, o óleo combustível não é apropriado, segundo Santos *et al* (2002).

São diversas as vantagens do uso do gás natural enquanto combustível industrial, em sua forma gasosa não há a necessidade de atomização, melhora a relação ar-combustível, a faixa de regulação dos sistemas a gás é muito maior quando comparado a outros combustíveis líquidos, evita-se a armazenagem, a facilidade operacional e simplicidade das instalações a gás.

O preço do gás natural em comparação ao preço dos demais combustíveis líquidos e sólidos é um dos fatores determinantes para a sua escolha. De uma forma geral, o consumidor deveria estar disposto à sua maior eficiência, mas também pelo fato do gás natural ser mais vantajoso em relação aos outros, segundo Santos *et al* (2002).

Dentre os principais setores industriais que se utiliza de gás natural destaca-se a indústria metalúrgica, a de vidro, a indústria de alimentos, a têxtil, a de papel e celulose e a cerâmica.

Na indústria metalúrgica o uso se faz em fornos de tratamento térmico, estufas de secagem, no aquecimento de cadinhos de fundição, na geração de atmosfera controlada, nos equipamentos de corte de chapas, em estufas litográficas, fornos de fusão e espera de metais não-ferrosos. Além da produção de ferro esponja ou várias outras utilidades que compõem um siderúrgico.

Na indústria do vidro é o combustível predominante, principalmente em países mais desenvolvidos, sendo utilizados nos fornos. Por exigências do processo de um perfeito controle de temperatura, isto é obtido através do uso do gás natural. Esta escolha se dá pela qualidade do produto final, a produtividade, o controle do processo, os investimentos nos equipamentos, os custos operacionais e a emissão de poluentes.

Para Santos *et al* (2002), na indústria de alimentos existe uma diversificação do uso do gás natural, sendo que em sua maior parte a utilização da energia é para lavagem, secagem, pasteurização, cozimento, aquecimento e evaporação, em que são utilizadas baixas temperaturas, apenas para a produção de água quente ou vapor a baixa pressão. As aplicações mais nobres são com o uso direto, tais como secagem e cozimento.

Nos países desenvolvidos as indústrias de alimentos e bebidas foram os primeiros segmentos a utilizar o gás natural por razões de eficiência e emissões. Os principais equipamentos que utilizam gás natural na indústria de alimentos e bebidas são: as caldeiras, as estufas, os fornos e os torradores de grãos (amendoim e café).

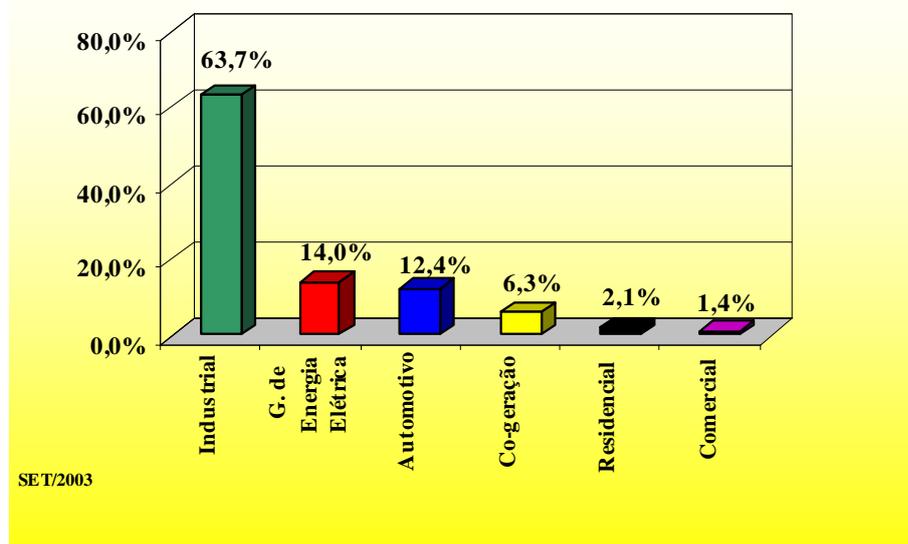
Para Santos *et al* (2002), a indústria têxtil é altamente diversificada em seus processos e produtos tendo como principais usos a fabricação e o tratamento de seus produtos. Na fabricação a energia mecânica é utilizada, sendo a eletricidade o principal insumo, já no tratamento, os processos utilizam a energia térmica em forma de calor intensiva. Por ter uma pureza satisfatória o gás natural é utilizado nas operações de pré-tratamento, secagem e chamuscagem. Nas operações de tingimento e estampagem, queimadores submersos aumentam a eficiência e redução do consumo energético.

No setor cerâmico, devido ao aspecto qualidade do produto, o uso do gás natural se presta de forma excepcional, notadamente nas cerâmicas brancas (pisos, azulejos e louças sanitárias). Isto em vista da possibilidade de secagem e cozimento a fogo direto, versatilidade da concepção do forno, controle da forma automática da temperatura e a possibilidade do uso de queimadores de alta velocidade.

O uso residencial ocorre principalmente nas cozinhas, no aquecimento de água e na calefação. No uso residencial, o gás natural é apropriado, pela sua maior segurança e facilidade de utilização. Por isso, o uso é generalizado onde este se encontra disponível, substituindo o Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), segundo Abreu e Martinez (2003).

Já no segmento comercial seu uso ocorre basicamente em instalações distribuídas na malha urbana, centros comerciais, hospitais, padarias, e em todas as atividades onde há necessidade de calor. Já é corrente a aplicação em centrais de ar-condicionado, em especial em unidades de maior porte, como centros comerciais, segundo Abreu e Martinez (2003).

## Gás Natural por Segmento Mundo



Fonte: CEGAS

FIGURA 11 – Gás natural por segmento no mundo

Observamos pela Figura 11 a distribuição no ano de 2003 do gás natural por segmento no mundo, verifica-se que predomina o uso industrial. Subsequentemente é apresentado a distribuição no Brasil do gás natural por segmento na Figura 12.

### Gás Natural no Brasil

O consumo de gás natural em 2005 foi de 48 milhões de m<sup>3</sup>/dia

47% - Industrial;

23% - Energia elétrica;

17% - Refinarias e fábricas de fertilizantes da Petrobras (FAFEN);

11% - Automotivo (GNV);

2% - Residencial e comercial.

100%

Entre 2001 e 2005, a demanda de gás natural no Brasil passou de 28 para 48 milhões m<sup>3</sup>/d, com um crescimento de 15% a.a.

Fonte: Revista Brasil Energia fev. 2006 nº 303

FIGURA 12 – Distribuição de gás natural no Brasil

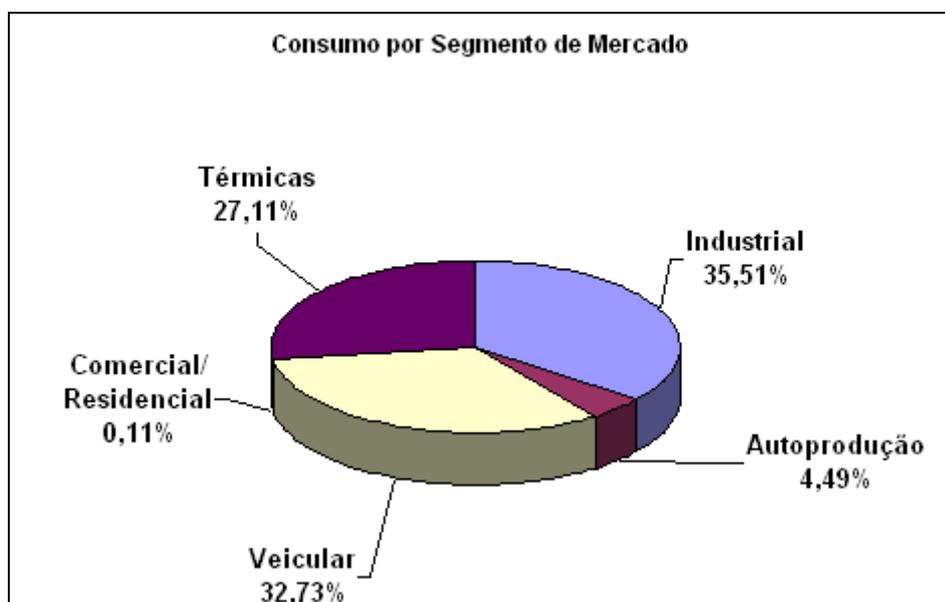
Nota-se nos dados apresentados na Figura 12, que a distribuição do uso

gás natural por segmento no Brasil aproxima-se do que ocorre no mundo, em termos de distribuição por segmento, como apresentados na Figura 11.

No setor industrial a aplicação é bem representativa em termos mundiais, ficando em 63%, enquanto no Brasil representa 47%. Quando comparamos a geração de energia, o uso do gás natural representa 14% no mundo e 23% no Brasil. O segmento automotivo absorve 12% do gás natural distribuído no Brasil e no mundo representa 11%. Por fim o segmento residencial e comercial, sendo no Brasil o seu uso em torno de 2% e no mundo por volta de 3%.

Quando observados os dados referentes ao estado do Ceará notamos uma grande distorção, com o segmento veicular e industrial em iguais patamares de uso do gás natural, em vista da baixa industrialização do Estado, conforme Figura 13.

No estado do Ceará o consumo de gás natural nos segmentos comerciais e residenciais, ainda são muito incipientes, representa 0,11% da participação, quando comparado com o Brasil e com o mundo, respectivamente 2% e 3,5% este valor fica bem abaixo do usual.



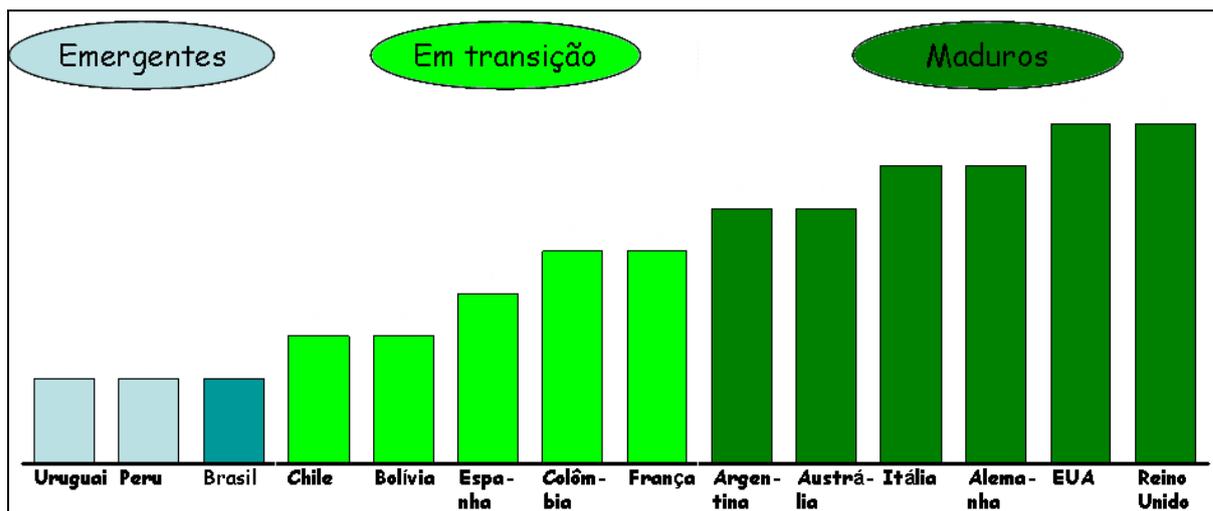
Fonte: CEGAS.

FIGURA 13 – Gás natural, segmento de mercado

O quadro da Figura 13 mostra que estamos no início da indústria de gás natural no

Brasil e no estado do Ceará.

A Figura 14 mostra que o Brasil encontra-se classificado como país emergente no que diz respeito a indústria do gás natural e iniciando a fase de transição.



Fonte: PETROBRAS.

FIGURA 14 – Grau de Maturidade do Setor de Gás Natural

De acordo com Petrobras (2007), o mercado de gás natural brasileiro ainda se encontra em estado emergente e para atingir o amadurecimento precisa passar por uma fase de transição, onde é necessário investir tanto em infra-estrutura quanto assegurar o suprimento ao consumidor final. Desta forma, para que o mercado possa se expandir é necessário, principalmente, a existência de um ambiente estável e retorno adequado aos riscos do negócio.

## **CAPÍTULO III - GÁS NATURAL NO SETOR VEICULAR**

A qualidade do ar é uma preocupação premente da sociedade atual enquanto problemática ecológica em discussão corrente. As emissões provêm do escape e da evaporação gerando gases de efeito inversor, responsáveis pelo aquecimento como por exemplo citamos: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e Nox. Há também gases capazes de promover a chuva ácida que são o SO<sub>x</sub> e Nox, segundo Oliveira Júnior (2006).

Atualmente há fortes evidências sobre a possibilidade de uma elevação global da temperatura devido ao aumento das concentrações de gases do efeito estufa na atmosfera. A contribuição do tráfego rodoviário para este fenômeno é significativa. A utilização de veículos a gás natural contribui para uma redução do impacto do setor de transportes no aquecimento do planeta.

Os gases do efeito estufa na atmosfera são essenciais à vida no planeta porque retêm parte da energia solar que é devolvida pela superfície da terra. Esta retenção, porém deverá ser de uma forma aceitável, com a função de elevar assim a temperatura da terra.

Desde o começo da revolução industrial, em meados do século XIX, atividades antrópicas têm aumentado consideravelmente a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera. Muitos cientistas acreditam que, por causa deste aumento, a temperatura média da terra está em iminente elevação.

O aquecimento da terra é um fenômeno climático de larga extensão - um aumento da temperatura média superficial global, que vem acontecendo nos últimos 150 anos. Entretanto, o significado deste aumento de temperatura ainda é objeto de muitos debates entre os cientistas. Causas naturais ou antropogênicas (provocadas pelo homem) têm sido propostas para explicar o fenômeno. Porém, nas mais recentes discussões, meteorologistas e climatólogos acordam-se a conclusão que a ação humana realmente está influenciando diretamente na ocorrência deste fenômeno.

O mais importante gás estufa é o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), porém, existem

também outros tais como: os clorofluorcarbonetos (CFCS), óxido nítrico ( $N_2O$ ) e metano ( $CH_4$ ) que incidem diretamente no aquecimento global. Além do mais, existe um número de gases como os hidrocarbonetos não-metanos (NMHC), monóxido de carbono (CO) e óxidos de nitrogênio ( $NO_x$ ) que indiretamente contribui ao efeito estufa, devido as suas transformações na atmosfera. A emissão de gases do efeito estufa pelo setor de transporte vem aumentando com a contribuição do tráfego rodoviário para o aquecimento global e é esperado que aumente drasticamente nas próximas décadas com o constante crescimento do número de carros, tanto em países industrializados como em países em desenvolvimento, segundo Pereira da Silva (2006).

A queima de combustíveis de origem fóssil pode ser descrita como a reação química de hidrocarbonetos e oxigênio gerando água e dióxido de carbono. Na reação é expelida energia térmica que é usada para gerar energia mecânica. Além do dióxido de carbono, motores à combustão interna emitem gases estufa como: CO,  $N_2O$ , CH e NMHC. A formação destes componentes, responsáveis pelo efeito estufa, em um motor de combustão interna é o resultado de várias mudanças químicas e físicas durante o processo de combustão, segundo Pereira da Silva (2006).

A quantidade de  $CO_2$  produzida por unidade de energia depende do conteúdo de carbono do combustível e da eficiência do processo de combustão. Comparada com a gasolina, a produção de dióxido de carbono pelo GNV e o GLP é relativamente baixa, devido à pequena relação carbono - hidrogênio. A baixa produção de  $CO_2$  por parte de motores diesel é um resultado do baixo consumo de energia, causado pelo fato de que motores diesel terem uma eficiência mais alta que os motores a ignição.

O metano junto com os hidrocarbonetos não-metano forma um grupo de hidrocarbonetos totais (THC). Tanto as emissões de THC quanto as de monóxido de carbono provêm da combustão interna de motores, como resultado da queima incompleta do combustível usado, seja na câmara de combustão por uma mistura imprópria de ar/combustível ou pelo fato de que existe sempre uma parte da mistura ar/combustível que não queima perto das paredes da câmara de combustão. Um catalisador de três vias converte a maioria dos hidrocarbonetos e CO em dióxido de carbono e água, ao mesmo tempo o NO é catalisado pelo nitrogênio. Contudo, existe sempre uma pequena parte que não é convertida e será emitida pelo veículo na exaustão.

A maioria dos carros a GNV vendidos na Europa utiliza a gasolina, porém são adaptados, mas existe uma tendência de que os fabricantes comecem a desenvolver e construir veículos que usem exclusivamente GNV. Os veículos a GNV tendem a ter relações de compressão maior do que os veículos a gasolina devido ao alto número de octano do gás natural. Motores com alta relação de compressão costumam ter maiores eficiências, resultando em um baixo consumo de combustível, e conseqüentemente baixa produção de CO<sub>2</sub>.

Catalisadores de gás natural são capazes de converter metano de forma mais eficiente que catalisadores normais de gasolina, resultando em baixas emissões de metano. Para uma análise do quadro do ciclo completo do combustível é necessária avaliação das emissões indiretas ao longo da cadeia: exploração, transporte, refino, armazenamento e distribuição. A literatura sobre emissões do ciclo completo do combustível tende a ser conflitante, não é surpresa portanto, que emissões indiretas podem variar de país a país e de situação a situação.

No caso do gás natural veicular, por exemplo, o gás é normalmente comprimido por um compressor elétrico. As emissões indiretas, então, dependem da mistura de combustíveis que foram usados para gerar eletricidade, podendo ser carvão, água ou nuclear. A Eletricidade gerada a partir de carvão, gás ou algum derivado de petróleo resulta numa contribuição muito maior que a eletricidade gerada por água ou energia nuclear. Dependendo da situação, a quantidade de eletricidade requerida pelo compressor é significativa, portanto as diferenças em emissões indiretas podem ser relevantes.

O primeiro veículo movido a gás natural surgiu em 1862, o gás nesta ocasião era armazenado em uma bexiga de borracha. Estas experiências iniciais não avançaram em vista da qualidade do gás, o controle do motor, o abastecimento e a ausência de legislação.

O gás natural utilizado no setor veicular é conhecido pela denominação de GNV (Gás Natural Veicular). O GNV é comprimido a 220 atm e armazenado em cilindros dimensionados para suportar esta pressão, que por sua vez são embarcados nos automóveis.

A conversão é realizada em motores de Ciclo Otto que aspiram uma mistura GNV

com ar e em seguida realizando a ignição. A explosão após a ignição libera energia química que transforma energia mecânica para o movimento do veículo.

Para Santos *et al* (2002), o avanço do GNV ocorreu com relativa facilidade nas grandes zonas metropolitanas, congestionadas e com uma precária qualidade do ar. O GNV substitui a gasolina e o álcool, principalmente nas frotas de táxis e de empresas. Os Estados Unidos têm como uso em frotas dos correios e telégrafos.

Segundo Santos *et al* (2002), um dos problemas apresentados pelo GNV, está relacionado à autonomia. O uso de um cilindro mais comum, o dezoito metros cúbicos, e um veículo que apresente um consumo específico de doze quilômetros por metro cúbico de GNV fornecem a este uma autonomia de 168 quilômetros. Os veículos utilitários se utilizam de cilindros maiores, de 28 metros cúbicos, porém o consumo específico deste gira em torno de 7 quilômetros por metro cúbico resultando em uma autonomia de 196 quilômetros. As novas pesquisas de cilindros de menor peso e maior volume de GNV poderão proporcionar uma maior autonomia.

Pode-se então concordar com Santos *et al* (2002), quando avalia que o GNV é uma opção para melhoria da qualidade do ar. Dentro de uma perspectiva ambiental o GNV apresenta ausência de fuligem e de material particulado. O composto de enxofre é retirado nas UPGN (Unidade de Processamento de Gás Natural), onde no Brasil a ANP (Agência Nacional do Petróleo) regulamenta estas emissões para menos de  $5 \text{ mg/m}^3$ .

Uma redução importante, para o mesmo autor, é a redução do monóxido de carbono e dióxido de carbono, o principal gás que gera o efeito estufa. No NOx os ganhos não são significativos. Já o abastecimento proporciona uma redução das emissões dos componentes voláteis que ocorrem no abastecimento com o álcool e com a gasolina. No abastecimento do GNV estas emissões são bem menores.

Dentro da perspectiva do consumidor, o uso de gás natural significa a redução de custos. Segundo citado por Santos *et al* (2002), o gás natural seco proporciona uma queima se completa, reduzindo os gastos com a lubrificação e custos de manutenção com o veículo. A frota reduz em até 40% a troca de óleo e esta aumenta de 10 a 20 mil quilômetros o intervalo destas trocas. O custo do combustível quando usado o GNV se reduz mesmo quando sendo o

combustível original for o álcool ou gasolina.

A economia propiciada, segundo a revista Folha do GNV (2006), para veículos populares, rodando 100 quilômetros a gasolina irá ter um gasto de R\$ 27,00, já para veículos rodando a álcool irá despende R\$ 23,55 e quando se utiliza do GNV irá despende R\$ 9,75.

Para estes valores considerou-se o preço da gasolina, álcool e GNV respectivamente de R\$ 2,70/litro, R\$ 2,00/litro e R\$ 1,17/m<sup>3</sup>. Este veículo tem como consumo específico 10 Km/litro usando gasolina, 8 Km /litro para o álcool e 12 Km/m<sup>3</sup> para o veículo utilizando GNV. Nota-se que quando o veículo usa álcool e passa a usar o GNV a economia é de 59% em termos financeiros, já quando o combustível original for a gasolina esta economia é de 64% para o uso de GNV.

Segundo Santos *et al* (2002), poucos países produzem veículos dedicados a GNV, a maior parte utiliza a conversão, a qual é relativamente simples e realizada em fábricas e em oficinas credenciadas. Como os serviços são de baixa escala, os custos são relativamente altos, sendo uma das barreiras para o avanço do GNV. Para uma conversão típica em Fortaleza, em junho de 2006, o valor fica em torno de R\$ 3.000,00 utilizando-se o cilindro de 14 metros cúbicos.

Quanto ao retorno de investimento, uma vez utilizada a conversão para gás natural veicular, a taxa de retorno será maior à medida que o veículo percorra uma maior quilometragem por mês. Apenas a utilização intensa do veículo trará vantagem para a sua conversão

Uma grande vantagem para a conversão é a não alteração da utilização do combustível original, o veículo se torna bi-combustível, neste sentido se torna bastante prático para o consumidor a alteração do combustível uma vez sendo feita com um simples botão, Santos *et al* (2002),

Quanto à regulamentação, a NBR 11.353 trata da instalação de gás metano veicular no que diz respeito aos requisitos de segurança, cuja preocupação é especificar requisitos que garantam segurança nas instalações de gás combustível nesse tipo de veículo. Há também O Regulamento Técnico de Qualidade-RTQ 33, utilizado para as empresas que

realizam as conversões.

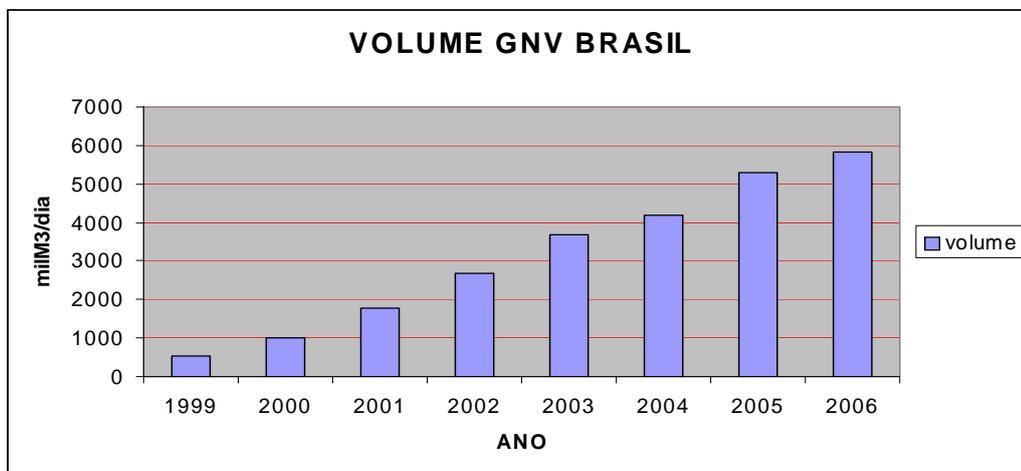
Quando da realização da conversão do veículo em um conversor homologado (CH), este veículo deverá ser certificado pelas OIC (Organismo de Inspeção Credenciado), esta entidade é um órgão público ou privado credenciado pelo INMETRO.

O Regulamento Técnico de Qualidade - RTQ 37 trata dos critérios a serem seguidos pelos Organismos de Inspeção credenciados para inspeção de veículos rodoviários automotores com sistema de GNV.

Atualmente no Brasil, os veículos são convertidos e não dedicados a GNV. Uma das razões diz respeito à infra-estrutura existente. Uma vez o carro produzido para GNV pela indústria automobilística, certamente o mesmo sairia mais racional e com um melhor desempenho, segundo Santos *et al* (2002).

A octanagem é a capacidade que um combustível tem de suportar a temperatura e o aumento de pressão sem entrar em autocombustão. Verifica-se que a octanagem do GNV é superior ao dos outros combustíveis, cerca de 130. Assim sendo quanto maior a octanagem, maior a economia de combustível. A conversão, porém apresenta pequenos problemas de desempenho dos motores convertidos, entre eles uma pequena redução na potência e emissão de metano, que vem sendo resolvidos com a introdução de sistemas mais modernos.

O consumo de GNV no Brasil apresenta uma variação conforme a Figura 15.



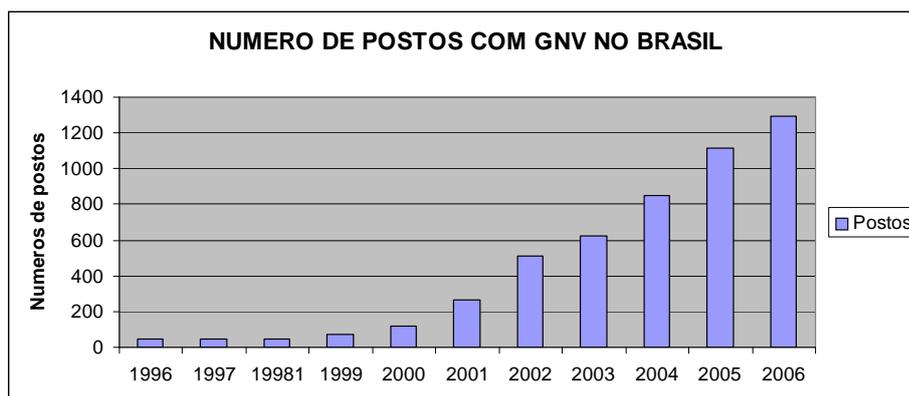
Fonte: IBP

FIGURA 15 – CONSUMO DE GNV NO BRASIL

O consumo de GNV continua aumentando por todo país de forma significativa, havendo uma participação, segundo Santos *et al* (2002), de 8,5% no consumo total de combustível. Em relação ao álcool representa 50% do consumo, e em relação à gasolina 5,5%.

Relacionado à rede de abastecimento, não existe uma rede ampla de postos dotados de GNV. Estima-se que no Brasil, em 2002, existia uma quantidade de aproximadamente 560 postos com GNV e no ano de 2005 o número de postos dotados de GNV chega a ser de cerca de 1100 postos espalhados em 241 municípios, portanto em 4,3% dos municípios dos municípios brasileiros.

É apresentado a seguir, na Figura 16, a evolução do número o número de postos que possuem GNV no Brasil.

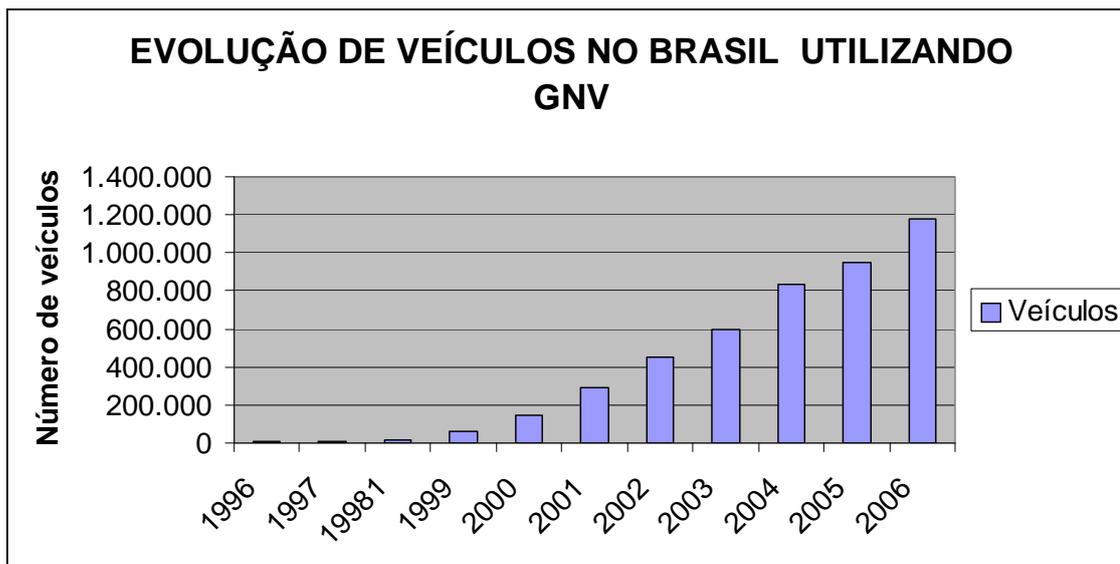


Fonte: IBP

FIGURA 16 – Número de Postos com GNV no Brasil

Atualmente, em junho de 2006, de acordo com IBP (2006) o número de postos com GNV no Brasil corresponde a 1.300 para um total de 35.600 postos de combustível instalados no território nacional, representando desta forma 3,7 % do total de postos de combustíveis no Brasil.

Quanto ao número de veículos que utilizam GNV a evolução apresenta conforme a Figura 17.



Fonte: IBP

FIGURA 17 – Evolução de veículos no Brasil utilizando GNV

Em junho de 2006, segundo IBP (2006), 1.180.000 veículos foram convertidos para uma frota de 31,9 milhões de veículos, representando 3,7% da frota nacional. Isto corresponde a 908 veículos para cada posto dotado de GNV. Observando-se a média de consumo de GNV por veículo no Brasil temos, conforme indicado na Tabela 3, que não há variações significativas.

TABELA 3 - Média diária veículo

<b>Ano</b>	<b>N.Veículo</b>	<b>M3/dia</b>	<b>M3/vei.dia</b>
2000	144.917	999	6,9
2001	292.871	1790	6,1
2002	449.435	2670	5,9
2003	600.000	3700	6,2
2004	835.959	4200	5,0
2005	948.294	5300	5,6
2006	1.179.443	6067	5,1

Fonte: IBP

Neste ponto admiti-se uma média de 5,8 M3 de GNV que cada veículo consome por dia, obtida a partir da média da Tabela 3, porém observa-se que a média vem caindo ao longo dos anos.

Observa-se na Tabela 4 a média por posto no Brasil.

Tabela 4 - Média por Posto no Brasil

<b>l Ano</b>	<b>Postos</b>	<b>Consumo(Mm3/dia)</b>	<b>Média(Mm3/dia)</b>
2000	120	999	8,3
2001	265	1790	6,8
2002	508	2670	5,3
2003	622	3700	5,9
2004	850	4200	4,9
2005	1115	5300	4,8
2006	1297	6067	4,7

Fonte: IBP

Com relação à média de GNV por posto, observa-se uma redução significativa, uma vez que no ano 2000 a média verificada era de 8,3 mil M3 por dia, e que no ano de 2006 a média encontrava-se em 4,7 mil m<sup>3</sup> por dia por posto, uma redução de 43% das médias dos volumes distribuídos entre os anos de 2000 e 2006.

O custo de expansão do abastecimento do GNV é elevado, chegando aproximadamente a R\$ 1.000.000,00 o investimento necessário para dotar um posto com GNV. Os investimentos certamente irão compor o preço do GNV, segundo Santos *et al* (2003).

Os investimentos para dotar um posto de GNV são compostos pela rede de distribuição e pelo compressor, que tem investimento por volta de US\$ 250 mil. São utilizada como parâmetros para este investimento uma taxa de desconto de 20% ao ano, uma vida útil das instalações de 15 anos e um custo de manutenção em torno de 5% dos investimentos. Um outro parâmetro é a média de 4.700 m<sup>3</sup> por dia, em que se comprime 1.715.000 M<sup>3</sup> por ano.

O preço do Gás Natural no Ceará no ano de 2006, para o consumidor, é de R\$ 1,39 por M3 e o posto de GNV adquire o Gás Natural por R\$ 0,78 por M<sup>3</sup> da companhia distribuidora, tem-se margem de R\$ 0,61 por M<sup>3</sup>. O custo médio de energia utilizada no compressor é de R\$ 0,08 por M<sup>3</sup>, levando a margem líquida de R\$ 0,53 por M<sup>3</sup>. Chegando ao período de um ano a um valor líquido parcial (não incluso o custo de operação e manutenção) de R\$ 908.950,00 onde se observa retorno bastante elevado. Este trabalho irá mais adiante tratar deste assunto de forma mais detalhada.

A expansão dos postos dotados de GNV, estimulado pela lucratividade, favorece o avanço da infra-estrutura de rede de distribuição. A expansão da rede favorece a redução dos custos de interligação de novos clientes de outros segmentos menos rentáveis.

Para Santos *et al* (2002), os ganhos de escala proporcionarão volumes maiores e irão diluir os custos fixos totais, com isto o setor irá deslançar, porém as médias de distribuição por postos irão diminuir chegando ao estrangulamento, por não ser mais atrativo o investimento em posto dotado de GNV.

Outras formas inovadoras de abastecimento, como a entrega em residência do gás natural, possibilitarão o abastecimento do carro na própria casa, tornando um abastecimento difuso, para Santos *et al* (2002). Uma outra forma é o posto operado pela própria companhia que se utiliza do GNV, obtendo-se maior sinergia.

Segundo Santos *et al* (2002), o uso de GNV no mundo perde para o uso de GLP conforme atestam os números: há quatro milhões de veículos em uso com o GLP.

Entre os países que têm programa de GNV se destacam: a Itália que utiliza a mais de 40 anos o GNV, a Austrália, o Japão, os EUA e o Canadá, sendo estes dois últimos por questões ambientais. Na América do Sul, a Venezuela tem mais de 30.000 veículos e 30 postos, o Chile, o Trinidad&tobago, a Colômbia, a Bolívia e a Argentina são outros países que dispõem de programa de GNV, segundo Santos *et al* (2002).

A Argentina, segundo Folha do GNV (2007), é um país com o programa consolidado com 1.457.000 veículos, 1452 postos e 292 cidades abastecidas, com produção nacional e infra-estrutura. Entre o período de 1994 a 1996 houve a conversão de 9 mil veículos por mês em média.

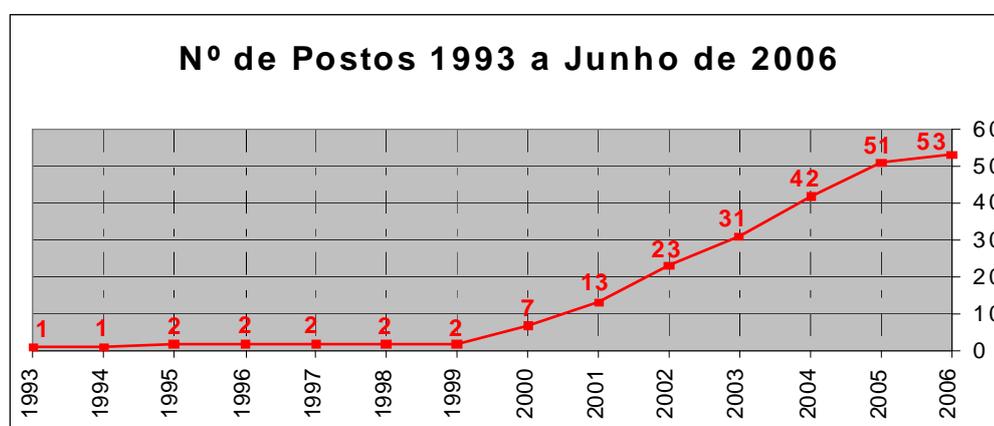
A seguir, apresenta-se a evolução dos dados do mercado de GNV no estado do Ceará, atendido pela CEGAS, conforme a Tabela 5.

Ano	Nº de Postos	Volume Total Médio (m <sup>3</sup> /dia)	Volume Médio por Posto
1993	1	2.735	2.735
1994	1	4.448	4.448
1995	2	3.012	1.506
1996	2	2.847	1.424
1997	2	3.901	1.951
1998	2	5.699	2.850
1999	2	9.181	4.591
2000	7	33.089	4.727
2001	13	74.554	5.735
2002	23	111.792	4.861
2003	31	143.191	4.619
2004	42	157.934	3.760
2005	51	181.311	3.555
2006	58	200.706	3.460

Fonte: CEGAS

Observa-se na tabela 5 a evolução do mercado de GNV no estado do Ceará como referência ao ano de 1993 até 2006. Verifica-se o número de postos inicialmente com 1 registro em 1993 passando a 58 em 2006. Na terceira coluna é apresentado o volume de venda médio diário da CEGAS, saindo de 2.735 Nm<sup>3</sup>/dia para 200.706 Nm<sup>3</sup>/dia nestes 13 anos. Já o volume médio tem sua trajetória de 2.735 Nm<sup>3</sup>/dia em 1993 chegando em 2006 a 3.460 Nm<sup>3</sup>/dia.

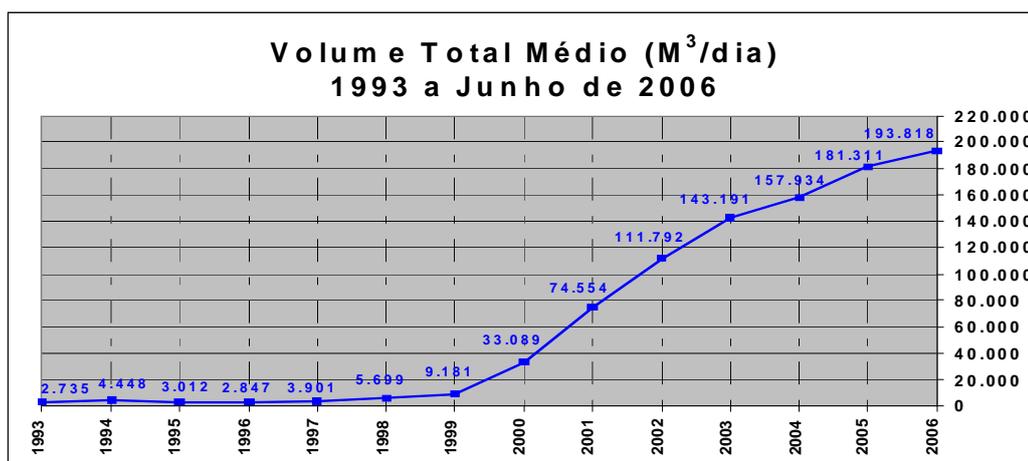
O Ceará possui 876 postos e 53 dotados de GNV, conforme mostra a Figura 18, portanto 6,05%, acima do percentual nacional que é de 3,7%.



Fonte: CEGAS.

FIGURA 18 – Número de postos 1993 – junho de 2006

Observa-se ainda no gráfico, Figura 18, dois patamares de crescimento do número de postos no Ceará: o primeiro estabelecido entre os anos de 1993 até 1999 em que o uso do gás natural ficou restrito a utilização em táxi e frotas e o segundo do ano de 1999 até 2005 pelo crescimento acelerado registrado por dois postos em 1999 até a 51 em 2005, com projeções de crescimento para esses números de forma mais lenta em vista da redução da média por postos vir a se reduzir, chegando a um ponto de estrangulamento.

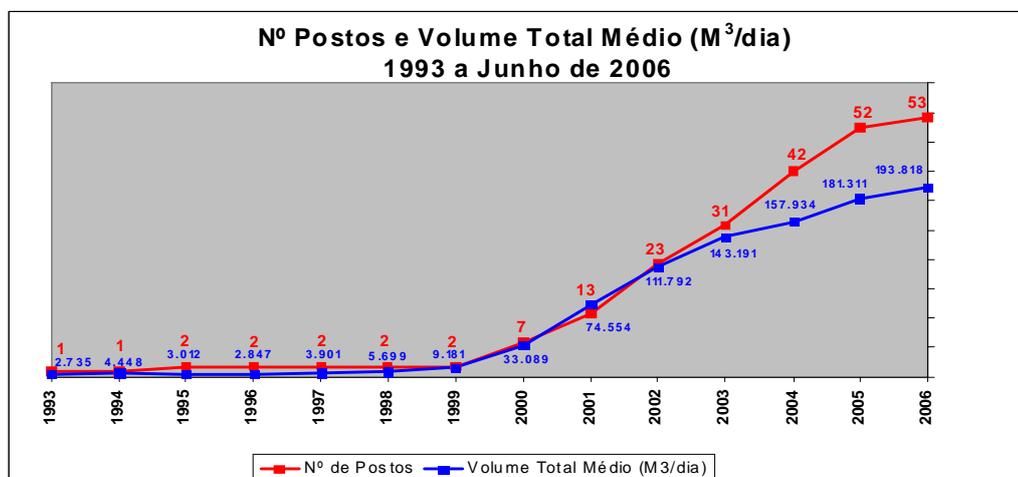


Fonte: CEGAS.

FIGURA 19 – Volume total médio (m3/dia) 1993 a junho de 2006

Na Figura 19, os volumes vendidos pela CEGAS acompanham o número de postos, onde se verifica o mesmo formato de evolução da curva apresentada pela Figura 18.

Sobrepondo-se as duas curvas, verifica-se a seguinte configuração, conforme Figura 20.

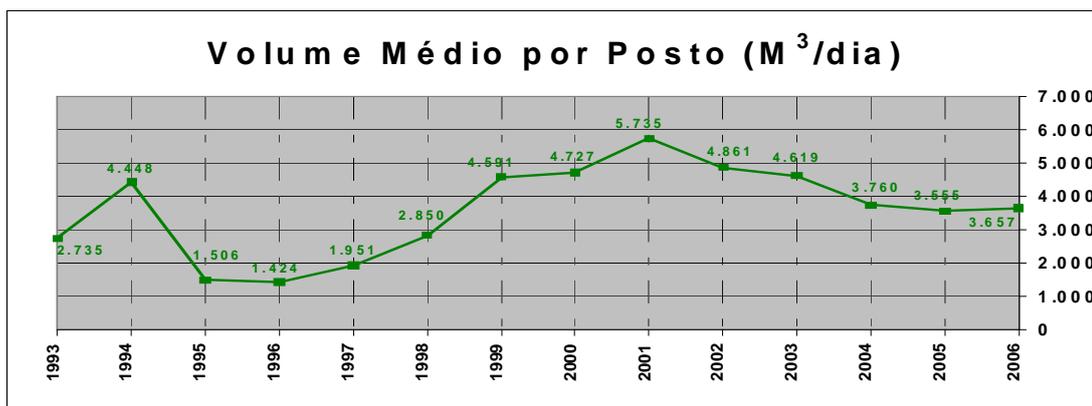


Fonte: CEGAS

FIGURA 20 – Número de postos e volume total médio 1993 a junho de 2006

Pelo gráfico da figura 20 se observa que as curvas do número de postos e volume vendido médio por dia têm formato semelhante, porém no final das curvas, após o ano de 2001, o número de postos cresce de forma mais acelerada que o volume total médio de gás natural vendido pela distribuidora, com isto resultando em uma menor média de volume distribuído por posto.

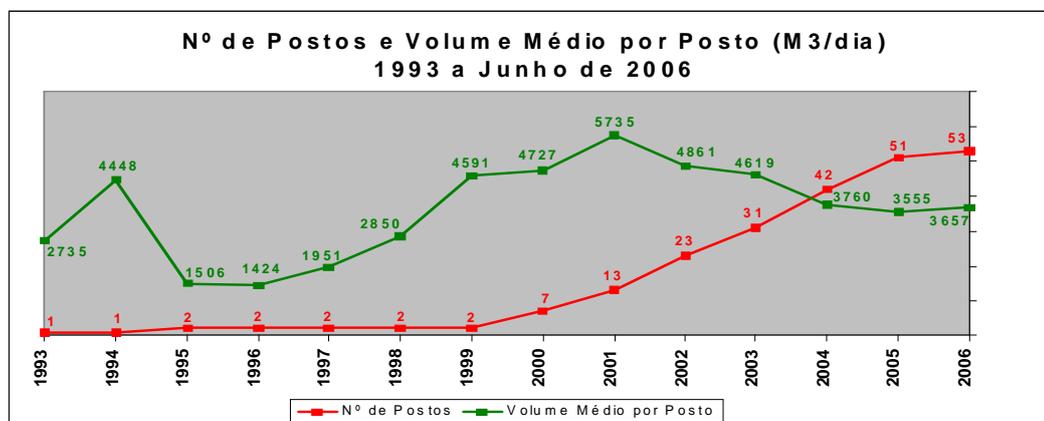
A seguir apresentamos o volume médio por cada posto, conforme Figura 21.



Fonte:CEGAS

FIGURA 21 – Volume médio por posto (m3/dia)

Já o volume médio por posto em M<sup>3</sup>/dia entre 1993 e 1995 apresenta irregularidades se comparado ao início do programa. Entre 1995 até 2001 ocorre um crescimento do volume médio por posto, estimulando a abertura de novos postos entre os anos de 2001 até 2005, crescendo mais a abertura de postos com GNV que o incremento da demanda. Espera-se que após 2005 ocorra uma estabilidade dos volumes médios por postos, com uma ligeira queda nas médias.



Fonte:CEGAS

FIGURA 22 – Número de postos e volume por posto 1993 a junho de 2006

As médias dos postos apresentam vários patamares, 1993-1995, com irregularidades em vista de indefinições jurídicas e de fornecimento o outro patamar de um crescimento acentuado em 1995-2001 estas médias cresceram de 1506 até 5735 M3/dia com uma taxa média de 25% ao ano, estimulando a abertura de mais postos. O último patamar, 2001-2006, ocorre uma redução das médias de 5735 para 3657 M3/dia, o que corresponde a uma redução de 8,6% ao ano fazendo com que tenha um desestímulo ao crescimento acelerado a abertura de novos postos, conforme Figura 22.

Os números de postos, conforme figura 22, tendem a permanecer em crescimento, porém a taxas menores que as anteriores que implicarão no crescimento dos volumes totais vendidos pela distribuidora com taxas menores que o crescimento dos postos, conforme observado na Figura 20.

## **CAPÍTULO IV – MODELAGEM**

Este capítulo tem como objetivo a apresentação dos dados históricos para o posterior desenvolvimento de equações e modelagem aplicada ao estudo do mercado. De posse deste desenvolvimento observa-se o ponto de estrangulamento. Abordam-se inicialmente os vários fatores que influenciam na conversão de um veículo a GNV, passando pela teoria do consumidor e por conceitos econométricos.

Segundo Gasmig (2004), em pesquisa realizada com clientes e potenciais clientes, observou-se que a perda de potência do motor foi o fator que mais influenciou no motivo para a não conversão para gás natural, tendo 35,7% do total das respostas. Esta pesquisa foi realizada por meio de 150 entrevistas com clientes, tendo um grau de confiabilidade de 95% e uma margem de erro de 6,94% e 260 entrevistas com potenciais clientes, com um grau de confiabilidade de 95% e uma margem de erro de 6,08%, com uma amostra selecionada de forma aleatória. O segundo fator do motivo da não conversão está relacionado ao número de postos disponíveis para abastecimento com 22,9% das opiniões.

Observa-se neste estudo Gasmig (2004) o quanto o número de posto é importante na decisão de conversão do veículo para gás natural. Neste estudo aplicado irá se verificar como varia as vendas de gás natural em função do número de postos no estado do Ceará, para se observar o ponto de estrangulamento.

A teoria econômica aborda a relação entre variáveis, testando a proposição teórica, de que o volume de vendas de gás aumenta com o número de postos, sendo a influência dos preços dos outros combustíveis alternativos minimizados.

Os dados apresentados na tabela 6 são mensais do período de 2001 a 2005. Este período foi escolhido em vista ser uma secção da curva da figura 21 em que o volume médio diário de gás natural distribuído por posto dotado de GNV encontra-se decrescendo. Assume-se por hipótese que a curva da figura 21 não terá natureza cíclica. Portanto haverá um ponto de estrangulamento do número de postos dotados de GNV a ser calculado.

Tabela 6 – EVOLUÇÃO PREÇOS , VOLUME DE GNV E POSTOS

<b>m</b>	<b>gas</b>	<b>alc</b>	<b>gnv</b>	<b>vol</b>	<b>n</b>
2001.07	1.69	1.41	0.73	74478	12
2001.08	1.69	1.13	0.74	78791	12
2001.09	1.63	1.11	0.74	83146	12
2001.10	1.79	1.11	0.77	87123	12
2001.11	1.81	1.11	0.78	91542	13
2001.12	1.81	1.10	0.78	98910	13
2002.01	1.47	1.07	0.78	99984	14
2002.02	1.42	1.06	0.78	96414	14
2002.03	1.57	1.05	0.79	98845	14
2002.04	1.62	1.04	0.78	104308	14
2002.05	1.64	1.03	0.78	104945	14
2002.06	1.66	1.01	0.78	104700	15
2002.07	1.58	0.99	0.81	113260	16
2002.08	1.71	0.99	0.82	116711	19
2002.09	1.60	1.00	0.82	119321	20
2002.10	1.67	1.05	0.82	121593	21
2002.11	1.92	1.33	0.89	128178	21
2002.12	1.92	1.35	0.95	133049	23
2003.01	2.10	1.38	1.10	127021	25
2003.02	2.17	1.58	1.10	129590	25
2003.03	2.12	1.64	1.10	124503	25
2003.04	2.12	1.65	1.10	130028	26
2003.05	2.07	1.65	1.10	139456	26
2003.06	1.99	1.60	1.11	146050	26
2003.07	1.88	1.48	1.14	147695	27
2003.08	1.90	1.42	1.14	148792	27
2003.09	1.97	1.42	1.14	152981	28
2003.10	1.97	1.39	1.14	155226	29
2003.11	1.97	1.32	1.14	156391	29
2003.12	1.96	1.20	1.14	159651	31
2004.01	2.10	1.20	1.17	150919	33
2004.02	2.12	1.19	1.19	149733	34
2004.03	2.08	1.18	1.18	151505	34
2004.04	2.11	1.16	1.18	152306	34
2004.05	2.11	1.14	1.18	155090	34
2004.06	2.15	1.22	1.18	156227	34
2004.07	2.05	1.30	1.18	156038	34
2004.08	2.22	1.41	1.18	161694	35
2004.09	2.11	1.44	1.18	160389	36
2004.10	2.28	1.45	1.18	162373	36
2004.11	2.32	1.55	1.18	162503	36
2004.12	2.41	1.66	1.18	175894	42
2005.01	2.34	1.65	1.18	168890	43
2005.02	2.21	1.64	1.18	167893	43
2005.03	2.43	1.63	1.18	171966	43
2005.04	2.43	1.64	1.18	172978	42
2005.05	2.42	1.64	1.18	176132	43
2005.06	2.26	1.62	1.18	174950	43
2005.07	2.38	1.62	1.19	175263	44
2005.08	2.41	1.61	1.24	183299	46
2005.09	2.54	1.61	1.30	186969	49
2005.10	2.59	1.59	1.29	190254	50
2005.11	2.55	1.60	1.36	201271	50
2005.12	2.51	1.60	1.39	205868	51

Fonte: ANP/CEGAS

Os dados apresentados na Tabela 6, representam a evolução dos volumes médios de vendas de gás natural em M<sup>3</sup>/dia (vol) nos vários meses, os meses (m) são os dados mensais desde julho de 2001 (mês 1) até dezembro de 2005 (mês 54). O preço do álcool (alc) em reais por litro, o preço do GNV (gnv) em reais por metros cúbicos, o preço da gasolina (gas) em reais por litros e o número de postos instalados (n).

O problema concreto é verificar como o volume de GNV (vol) varia com o preço do álcool (alc), preço da gasolina (gas), preço do GNV (gnv) e o número de postos instalados (n). Para tanto, um modelo econométrico é montado para verificar tais efeitos, conforme equação 1.

Com base em 54 observações (tabela 6), e utilizando-se o método de mínimos quadrados, as estimativas<sup>6</sup> estão dispostas na tabela 7 .

$$\text{LOG(VOL)} = C(1) + C(2) * \text{LOG(GAS)} + C(3) * \text{LOG(ALC)} + C(4) * \text{LOG(GNV)} + C(5) * \text{LOG(N)} \quad \text{eq. (1)}$$

Tabela 7: Estimativas da Equação (1)

Variáveis	Coefficiente	Erro padrão	t-Statística	p-valor
Intercepto	10.25510	0.167185	61.33992	0.0000
LOG(GÁS)	-0.302014	0.130556	-2.313289	0.0249
LOG(ALC)	-0.052534	0.068430	-0.767704	0.4463
LOG(GNV)	0.251396	0.126392	1.989020	0.0523
LOG(N)	0.547090	0.058320	9.380817	0.0000
$R^2$	0.964407	Média var. dependente	11.83073	
$\bar{R}^2$	0.961501	D.P. da var. dependente	0.252999	
D.P. da regressão	0.049641	Critério Akaike	- 3.079966	
Soma dos qua.res.	0.120749	Critério Schwarz	- 2.895801	
Máx.Ver.	88.15908	Est. Durbin-Watson	0.733973	

O número de observações resultantes do período adotado são 54. As variáveis explicativas são: preço da gasolina (GAS), preço do álcool (ALC), preço do GNV (GNV) e número de postos, (N). Observa-se que cada uma das variáveis da função de regressão possui seus respectivos coeficientes estimados, c(1), c(2), c(3), c(4), c(5). Apresentam-se ao lado de cada coeficiente estimativas dos erros-padrão dos estimadores.

Apresenta-se na tabela 7A as estatísticas de t calculadas dos coeficientes estimados, que servirá para testar a hipótese, ou seja, o coeficiente é igual a zero. Assim sendo a estatística t é calculada como a razão entre o coeficiente estimado e seu erro padrão estimado, Soares e Castelar (2003).

A probabilidade (valor-p ou p valor) consiste no valor de se cometer um erro tipo I, ou seja, o erro de se rejeitar uma hipótese verdadeira. Sendo também definido para Soares e Castelar (2003), como o mais baixo nível de significância em que a hipótese nula pode ser rejeitada.

O coeficiente de determinação da regressão ( $R^2$ ) mede como a reta de regressão da amostra se ajusta aos dados; ou seja, fornece a proporção da variação total na variável dependente explicada pelas variáveis explicativas conjuntamente, segundo Gujarati (2000).

Já o coeficiente de determinação ajustado ( $\bar{R}^2$ ), corrige o valor do  $R^2$  pelos graus de liberdade, levando-se em conta o número das variáveis independentes, visto que  $R^2$  ser um função não decrescente quando cresce o número de variáveis explicativas, tendendo a fornecer uma visão demasiadamente otimista do ponto de vista do ajuste da regressão, para Gujarati (2000).

O coeficiente C(2) da variável preço da gasolina (GAS) é, como esperado, negativo, significando, em termos de elasticidade, que quando este preço varia em 1%, o volume de gás natural variará em 0,3% em sentido oposto. Similarmente, o preço do álcool (ALC) também tem efeito de sinal inverso, porém com elasticidade esperada mais baixa de acordo com seu coeficiente estimado C(3), ou seja, 0,05%.

O coeficiente C(4) relativo ao preço do GNV atende ao pressuposto teórico de provocar um efeito positivo sobre o volume ofertado e, pelos resultados obtidos, de forma elástica.

O coeficiente C(5) apresenta significado prático e crucial para análise decorrente. Tal como esperado, subindo o número de postos subirá a quantidade de GNV distribuída, corroborando assim com a representação gráfica da Figura 20.

Substituindo os dados obtidos na CEGAS e ANP na equação 1 relativo a janeiro de 2007, têm-se os valores conforme a seguir: gasolina, R\$ 2,61, álcool, R\$ 1,70 e GNV R\$ 1,39, com 63 postos funcionando. Obtém-se um volume diário distribuído pela equação (1), resumido na tabela 7 A, de 216.845 M3 diários enquanto na realidade a distribuição foi de

---

<sup>6</sup> Utilizou-se o *software Eviews*

216.895 M3, ou seja, 0,02% de diferença entre o calculado e o distribuído na realidade.

Tabela 7 A: Aplicação Eq(1) Janeiro/2007

VARIÁV	CONST.	PREÇO	LN(PREÇO)	CxLN(P)
	10.26			10.26
GAS	-0.30	2.61	0.9593502	-0.28974
ALC	-0.05	1.70	0.5306283	-0.02788
GNV	0.25	1.39	0.3293037	0.082786
N	0.55	63	4.1431347	2.266668
SOMA				12.29
VOLUME				216845.4

Pela tabela 7 A nota-se que os valores que mais contribuem são os relativos ao da constante C(1) e ao valor atrelado ao número de postos n com a constante C(5), isto fica evidenciado pela soma destes dois valores, 12,52 para um valor total de 12,29.

Corrigindo os erros por autocorrelação, com base na estatística Durbin-Watson, verifica-se que os coeficientes das variáveis: preço do álcool (ALC), preço da gasolina (GAS) e preço do gás natural (GNV) são insignificantes, conforme atesta a tabela 7B.

$$\text{LOG(VOL)} = C(1) + C(2) * \text{LOG(GAS)} + C(3) * \text{LOG(ALC)} + C(4) * \text{LOG(GNV)} + C(5) * \text{LOG(N)} \quad \text{eq. (1B)}$$

Tabela 7B: Estimativas da Equação (1) Corrigida por Autocorrelação

Variáveis	Coefficientes	Erro padrão	t-Statística	Valor-p
Intercepto	10.50141	0.259908	40.40439	0.0000
LOG(GÁS)	0.096273	0.083211	1.156966	0.2531
LOG(ALC)	0.033748	0.093996	0.359031	0.7212
LOG(GNV)	0.025658	0.167287	0.153375	0.8788
LOG(N)	0.398517	0.079505	5.012453	0.0000
AR(1)	0.752938	0.080518	9.351127	0.0000
$R^2$	0.985497	Média var dependente		11.84229
$\bar{R}^2$	0.983954	S.D. variável dependente		0.240602
D.P. da regressão	0.030477	Critério Akaike		-
Soma dos qua.res.	0.043657	Critério Schwarz		-
Máx. Ver.	112.9909	Est. Durbin-Watson		3.814342
				1.752532

Em vista do observado na tabela 7B, a variável dependente será VOL, volume

distribuído pela CEGAS para postos, a qual dependerá apenas do número de postos. Deste modo a equação é como apresentada na equação a seguir:

$$\text{LOG(VOL)}=\text{C}(1)+\text{C}(2)*\text{LOG(N)} \quad \text{eq. (2)}$$

A estimação desta equação encontra-se na tabela 8.

Tabela 8: Estimativas da Equação (2)

Variáveis	Coefficientes	Erro Padrão	t-Estatística	Valor-p
Intercepto	10.05734	0.053749	187.1183	0.0000
LOG(N)	0.541230	0.016250	33.30746	0.0000
$R^2$	0.955226	Média da var. depend		11.83073
$\bar{R}^2$	0.954365	D.P. var dependente		0.252999
D.P.da regressão	0.054047	Critério Akaike		-2.961610
Soma dos quad. res.	0.151893	Critério Schwarz		-2.887944
Máx. Ver.	81.96346	Est. Durbin-Watson		0.442603

Observa-se acima que a t-Estatística apresenta valores expressivos para o coeficiente independente C(1), 187,11 e um valor-p igual a zero. O coeficiente C(2) relativo ao número de postos, também apresenta uma t-estatística bastante significativa, 33,31 e valor-p igual a zero. Uma vez que o volume de gás distribuído é significativamente influenciado pelo número de postos, qualquer inferência ou previsão decorrente da utilização dos coeficientes estimados é de elevada acurácia.

O coeficiente C(2) representa a elasticidade da demanda de Gás Natural distribuído com o número de postos. O número 0,54 representa que a cada novo posto acrescido o volume acrescido será de 54% do volume dos postos, reduzindo-se a média em 23%.

Substituindo o dado de 63 postos relativos a janeiro de 2007 na equação (2) obtemos um volume distribuído de 219.636 M3 diários, portanto 1,26% superior ao volume realmente distribuído de 216.895 M3 diários.

## **CAPÍTULO V - IDENTIFICAÇÃO DO PONTO DE ESTRANGULAMENTO DO NÚMERO DE POSTOS**

A cadeia de comercialização de combustíveis tem seu elo final na distribuição dos principais produtos aos consumidores, tais como a gasolina, diesel, GNV e álcool. Também há em um posto de combustível, loja de conveniência e outros serviços relacionados.

O mercado de derivados no Brasil hoje é regulamentado pelas portarias da Agência Nacional do Petróleo - ANP - e pela Lei 9.478/97 a qual flexibilizou o monopólio do setor de petróleo e gás natural, até então exercido pela Petrobras, e liberou as importações de derivados e gás natural e o preço do produtor desde janeiro de 2002.

A cadeia do gás natural, conforme já discutido, é composta por: exploração, produção, processamento, transporte e distribuição do gás natural. A exploração se assemelha àquela do petróleo, porque ambos são hidrocarbonetos, embora haja campos de gás natural, campos de petróleo e campos com gás natural e petróleo.

A produção pode ser de gás natural associado e gás natural não associado ao petróleo. Quando a produção do gás natural é associada este passa através de um separador de produção onde se retira o gás do petróleo e da água. O gás natural (gás rico, pois tem porções pesadas em abundância) será processado em uma UPGN (unidade de processamento de gás natural) onde sairá o gás natural seco, pronto para ser transportado e em seguida distribuído pelas companhias estaduais em canalizações, dentre as quais a CEGAS.

A CEGAS, por força constitucional, detém o monopólio de distribuição de gás natural no estado do Ceará. Para esta distribuição a empresa possui 210 quilômetros de rede de distribuição, para o atendimento de 160 clientes, distribuídos nos seguintes segmentos: dois clientes no segmento termelétrico, seis do segmento de autoprodução, três do segmento residencial, nove do segmento comercial, 44 do segmento automotivo e 96 do segmento industrial. Portanto 88 % dos clientes são do segmento industrial e automotivo.

Em termos de volume distribuído pela CEGAS o setor de transporte corresponde a 40,49%, o industrial representa 52,27%, a autoprodução corresponde a 6,13% e o

comercial/residencial apenas 0,11%. Estes dados são de março de 2005 em que a CEGAS distribuiu, excluindo o gás natural distribuído as térmicas, 426.733 metros cúbicos de gás natural por dia.

Fortaleza é a locomotiva econômica do estado do Ceará, concentra 28% da população do estado, e tem apenas 0,2% do território. Em termos econômicos responde por 41,3% do PIB estadual.

A cidade de Fortaleza possui um PIB R\$ 11.3 bilhões e deste PIB o setor de serviços correspondente a 57,3%, seguido da indústria com 42,6% do PIB e tendo a agricultura representação inexpressiva. Destacamos na economia de Fortaleza os setores de tecelagem, calçados e alimentício e também o amplo crescimento do setor turístico.

Fortaleza tem uma população estimada de 2.332.657 (2004), com uma densidade demográfica de 6.844 habitantes por quilômetros quadrados, com uma taxa de 100% de urbanização. O PIB per capita é de R\$ 4.834,00. Dentre as capitais, Fortaleza é a 10ª maior renda e a 17ª maior entre as cidades do Brasil.

A seguir apresenta-se na Tabela 9, a evolução do PIB per capita de Fortaleza e a evolução da população:

TABELA 9 - Evolução População PIB Per Capital Fortaleza

	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
População	2124	2165	2207	2248
PIB per capita	4246	4515	4434	4416

Fonte: IBGE

Nota-se um crescimento médio da população de 1,91 % ao ano, enquanto que o PIB per capita cresce 1,32 % ao ano. Fortaleza possui uma frota de veículos de 426.712 distribuídos conforme tabela 10.

TABELA 10 - FROTA FORTALEZA/2003

Automóvel	285.047
Caminhão	15.323
Trator	1.653
Camionete	14.585
Camioneta	29.229
Chassi	293
Micro-onibus	1.775
Motocicleta	62.304
Motonetas	1.926
Ônibus	3.847
Reboque	6.015
Semi-reboque	2.197
Side-Car	161
Ciclomotores	268

Fonte: DETRAN-CE

Fortaleza possui uma média de 183 veículos para cada grupo de 1.000 habitantes, com a média no Brasil sendo 195 veículos para cada grupo de 1.000 habitantes. Estes dados contrastam com os dados dos países mais desenvolvidos em que a média é de 559 veículos para grupo de 1.000 habitantes.

É apresentada na tabela 11 a distribuição dos veículos observando por capital e interior. Verifica-se que em Fortaleza quanto ao tipo de combustível utilizado tem a gasolina como combustível predominante (329.102 veículos, 74,47%), o Diesel em segundo, e o Álcool em terceiro. O gás natural vem despontando com 5,02% da frota, porém crescendo de forma rápida.

TABELA 11: Distribuição de veículo por combustível e região situação até dezembro/2004

	ESTADO		CAPITAL		INTERIOR	
	NUMERO	%	NUMERO	%	NUMERO	%
ÁLCOOL	64.529	7,24	35.536	8,04	28.993	6,45
GASOLINA	695.002	77,98	329.102	74,47	365.900	81,43
DIESEL	90.213	10,12	43.118	9,76	47.095	10,48
GÁS NAT	25.727	2,89	22.176	5,02	3.551	0,79
OUTROS	12.245	1,37	9.096	2,06	3.149	0,7
ALC/GAS	3.591	0,4	2.921	0,66	670	0,15
TOTAL	891.307	100	441.949	100	449.358	100

Fonte: Coordenadoria de operações – quant. veíc. município

Apresenta-se a seguir, na Tabela 12, a distribuição anterior, porém levando em

conta a Região Metropolitana de Fortaleza. A Região Metropolitana de Fortaleza corresponde às cidades de Fortaleza, Caucaia, Aquiraz, Eusébio, Horizonte, Guaiuba, Maranguape, Maracanaú, Pacatuba, Pacajús, Itaitinga, São Gonçalo do Amarante e Chorozinho.

TABELA 12 - DISCRIMINAÇÃO DE COMBUSTÍVEL DA REGIÃO METROPOLITANA

DISCRIMINAÇÃO COMBUSTÍVEL	NÚMERO	%
ÁLCOOL	42.338	8,37
GASOLINA	375.855	74,35
DIESEL	49.824	9,86
GÁS NATURAL	24.619	4,87
OUTROS*	9.870	1,95
ÁLCOOL/GASOLINA	3.033	0,60
TOTAL	505.539	100,00

Fonte: Detran

Um posto revendedor é regulado pela ANP (Agência Nacional do Petróleo) conforme consta na portaria de número 116 de 2000. O Posto tem como característica o exercício da atividade de revenda a varejo de combustíveis automotivos. Os combustíveis comercializados deverão ser adquiridos de empresas devidamente autorizadas pela ANP ao exercício da atividade de distribuição de combustíveis líquidos derivados de petróleo, álcool e outros combustíveis automotivos.

Nos últimos tempos os postos de combustíveis estão se tornando uma verdadeira central de apoio para os clientes, ou seja, estão deixando de lado a função de ser apenas um ponto de abastecimento.

Numa versão mais moderna, os postos de abastecimento estão cada vez mais avançados, agregando diversos serviços e com uma completa infra-estrutura para atender às necessidades dos clientes. Os postos de combustível faziam parte de um setor listado como de segurança nacional em época dos governos militares e o governo definia tudo: o preço de venda, a quantidade que podia ser fornecida pela distribuidora e até o horário de funcionamento. Em compensação, a concorrência era pequena, pois ninguém podia abrir um posto sem o devido consentimento. O candidato tinha que obter uma difícil concessão e a localização era predeterminado, para evitar proximidade e concentração.

A desregulamentação do setor de petróleo no Brasil fez com que o número de

postos triplicasse. Lançados à concorrência, os proprietários de postos viram as margens de lucro de seu negócio baixar rapidamente. Se, de um lado, se beneficiaram com a concorrência entre os fornecedores (com o aparecimento de novas empresas), os postos têm, agora, que disputar sua própria clientela.

A localização do posto é fator de extrema importância neste empreendimento. O empreendedor deve fazer uma análise das potencialidades do local a ser escolhido, tais como: tráfego, acesso, possibilidades de crescimento do comércio das imediações etc. Estes fatores são decisivos para o sucesso do empreendimento.

A estrutura do posto vai variar de acordo com a escolha do empreendedor, ou seja, se ele vai contar ou não com o financiamento da distribuidora, em ambos os casos, ter uma área disponível é de fundamental importância em vista de agregar serviços correlatos e expansão.

O número de funcionários varia de acordo com a estrutura. Contudo, deve contar com frentistas e responsável administrativo (gerente e/ou proprietário). Alguns requisitos de atendimento devem ser levados em consideração na hora da contratação. O empreendedor pode escolher como montará seu posto, considerando as alternativas relacionadas a seguir, de acordo com o SEBRAE:

- 1 Financiamento da Distribuidora: para montar um posto de combustível, os futuros empreendedores podem obter financiamento das distribuidoras, variando até 100% do investimento na construção das instalações físicas;
- 2 Área: seja na cidade ou numa rodovia, a grande variável do empreendimento é o terreno, que pode ser próprio, alugado ou da empresa responsável pela distribuição. Caso o interessado possua a área, a distribuidora analisa todas as suas potencialidades de tráfego, acesso, localização e as possibilidades de crescimento demográfico do comércio das imediações;
- 3 Projeto: havendo interesse, elabora-se um projeto no qual se discute os termos de um acordo de financiamento. Cada caso é um caso, e tudo pode ser negociado nessa fase;

- 4 Volume de Vendas: as distribuidoras não investem na abertura de um posto de serviço se achar que o local escolhido pelo parceiro não tem potencial adequado para o desenvolvimento do negócio. Portanto, o volume de vendas estimado é fator preponderante na hora da negociação;
- 5 Financiamento: pode ser em forma de comodato, de locação ou sublocação, de acordo com a negociação realizada e do interesse da distribuidora;
- 6 Sem financiamento da distribuidora: é possível montar um posto de combustível sem parceria com distribuidoras. É o caso dos postos de bandeira branca (normalmente pintados de branco e sem emblemas). É importante destacar que, neste caso, a estrutura vai variar de acordo com a localização do posto, ou seja, se na área urbana ou rodoviária.

A estrutura em zona urbana varia entre 900 a 1000 m<sup>2</sup>. Um posto rodoviário deve contar com uma área em torno de 7.000 m<sup>2</sup>, já que deverá contar com grandes coberturas, estacionamento amplo para caminhoneiros, banheiros confortáveis com chuveiros, churrasqueira, lanchonete e até hotel.

Já o investimento em áreas urbanas gira em torno de US\$ 200 mil. Um posto rodoviário fica em torno de US\$ 500 mil. Os equipamentos básicos em ambos os casos são: bombas e filtros de combustível, tanques para armazenamento, densímetro, compressor de ar, mangueiras, máquina de troca de óleo, calibrador de pneus, armários, produtos para lavagem dos carros e móveis de escritório, dentre outros.

Para garantir o prazo crédito de pagamento do combustível, que varia de dois dias a sete dias no mínimo, o proprietário do posto assina com a companhia distribuidora uma carta de fiança. O descumprimento desse prazo faz com que o dono do posto tenha que pagar à vista os fornecimentos posteriores.

A escolha da distribuidora e o contrato é fator de sucesso de um posto. Diante de um mercado cada vez mais competitivo, possuir um diferencial é de extrema importância para

a sobrevivência neste tipo de empreendimento. A lista de negócios que podem ser agregados ao comércio de combustível é tão extensa quanto à criatividade do empreendedor: lojas de conveniência, locadoras de vídeo, banca de jornal e revistas, floriculturas, máquinas automáticas para venda de refrigerantes e sorvetes, quiosques para vender água-de-coco, mini-mercado de produtos para veículos, equipamento automático de lavagem para carro, troca de óleo, lubrificação, chaveiro, máquinas para calibrar pneus com hidrogênio, restaurantes, lanchonetes, hotéis, venda de gelo, carvão etc. Uma alternativa é criar facilidades, como a venda por cartões de crédito, prazo maior no pagamento dos serviços e o aumento da oferta de lubrificantes.

TABELA 13 - Quantidade de postos revendedores de combustíveis automotivos, por bandeira, segundo Grandes Regiões e Unidades da Federação - 2003

	Total	BR	Ipiranga	Texaco	Esso	Shell	Agip	Branca	Outros
Brasil	31.435	5.296	3.955	2.475	2.088	1.960	1.073	10.142	4.446
Região Norte	1.659	353	77	164	39	2	9	687	328
Rondônia	304	36	23	16	7	-	-	148	74
Acre	79	31	-	-	-	-	-	37	11
Amazonas	332	57	1	19	6	-	-	118	131
Roraima	72	39	-	-	-	-	-	25	8
Pará	568	122	28	86	21	2	-	219	90
Amapá	70	20	-	30	-	-	-	20	-
Tocantins	234	48	25	13	5	-	9	120	14
Região Nordeste	5.649	1.279	339	463	300	269	3	1.725	1.271
Maranhão	458	74	16	37	23	2	-	224	82
Piauí	365	91	-	22	17	-	-	191	44
<b>Ceará</b>	<b>876</b>	<b>262</b>	<b>30</b>	<b>83</b>	<b>41</b>	<b>39</b>	<b>2</b>	<b>238</b>	<b>181</b>
Rio Grande do Norte	448	99	29	21	17	18	-	112	152
Paraíba	535	60	17	63	9	11	-	192	183
Pernambuco	1.052	197	59	94	50	75	-	321	256
Alagoas	312	95	26	36	12	21	-	92	30
Sergipe	186	54	29	23	20	14	-	24	22
Bahia	1.417	347	133	84	111	89	1	331	321
Região Sudeste	14.624	2.107	1.499	930	1.135	1.205	719	5.498	1.531
Minas Gerais	4.065	721	426	265	224	226	262	1.478	463
Espírito Santo	596	97	53	75	67	42	-	160	102
Rio de Janeiro	2.027	348	278	148	201	201	20	665	166
São Paulo	7.936	941	742	442	643	736	437	3.195	800
Região Sul	6.653	1.098	1.675	672	503	415	73	1.126	1.091
Paraná	2.519	362	535	229	216	164	27	634	352
Santa Catarina	1.713	246	330	241	122	91	16	242	425
Rio Grande do Sul	2.421	490	810	202	165	160	30	250	314
Região Centro-Oeste	2.850	459	365	246	111	69	269	1.106	225
Mato Grosso do Sul	560	107	112	34	24	-	83	127	73
Mato Grosso	744	82	99	39	21	3	97	330	73
Goiás	1.250	141	128	145	46	31	89	596	74
Distrito Federal	296	129	26	28	20	35	-	53	5

Fonte: ANP/SAB, conforme as Portarias ANP n.º 116/00 e n.º 032/01.

Observa-se na Tabela 13 a predominância de postos BR no Brasil porém com número significativo de postos sem bandeira, este fenômeno não aconteceu no estado do Ceará.

O Brasil em 2003 tinha uma frota de 40 milhões de veículos para uma quantidade de aproximadamente 31.500 postos, perfazendo 1.270 veículos em média por posto. Para o estado do Ceará este número registra 876 postos para 891.300 veículos o que representa 1.017 veículos por posto. A media de veículo por posto no estado do Ceará é 20% menor se comparada com a média nacional. Já Fortaleza possui atualmente 429 postos e uma frota de 442.000 veículos o que representa em média 1.030 veículos por posto, o valor da média está 19% abaixo da nacional e acima da média do estado.

Segue abaixo a distribuição dos postos em Fortaleza por companhias distribuidoras (bandeiras), na Tabela 14, onde nota-se a predominância grande de bandeira BR na cidade em detrimento das demais, chegando a representar 34% do total, bem acima da média nacional de 17%:

TABELA 14 - POSTOS FORTALEZA BANDEIRA – 2005

Bandeira	Quantidade	%
BR	145	34
Branca	76	18
Esso	51	12
Shell	40	9
Texaco	38	9
Ipiranga	29	7
Outros	50	11
Total	429	100

Fonte: ANP

Atualmente, falhas na legislação fazem com que a concorrência desleal cresça em detrimento dos postos tradicionais, empresas de pequeno e médio porte em sua grande maioria. Esta concorrência pode levar conseqüentemente à falência de muitas empresas familiares uma vez que não existem instrumentos eficazes de regulação de mercado.

A legislação que regulamenta as atividades de comercialização de combustíveis precisa de ajustes. Uma série de irregularidades proliferou especialmente nos últimos anos por conta de imperfeições e de vácuos legais.

O estado do Ceará possui 876 postos de combustíveis e vendeu 476.000 m<sup>3</sup> de gasolina no ano de 2003, uma média de 543.379 litros de gasolina por posto por ano. No caso do álcool a média é 32.730 m<sup>3</sup> divididos por 876 postos, cerca de 37.000 litros por ano. A venda média de Diesel será a seguir apresentada como sendo a divisão de 518.000 m<sup>3</sup> divididos por 876 postos, perfazendo uma média de 591.324 litros de diesel ano. Quanto à venda do gás natural representaram 57.645 mil M<sup>3</sup> no ano, para um total de 42 postos com gás natural, o que equivale a 1.353.720 M<sup>3</sup> ano por posto.

Segue a Tabela 15 com os preços médios praticados por cada combustível e suas respectivas margens.

TABELA 15 - Preços Médios Praticados

Combustível	Preço Venda	Preço Compra	Margem
Gasolina	2,419	2,070	0,349
Diesel	1,637	1,501	0,136
Álcool	1,619	1,456	0,163
GNV	1,240	0,846	0,394

Fonte: ANP

Pela Tabela 15, a gasolina apresenta melhores margens, o GNV não é comparável, pois é vendido em M<sup>3</sup> e os outros combustíveis em litro.

Apresenta-se a seguir um posto típico ligado a uma distribuidora, vendendo dentro de um valor médio, onde se observa quais serão o seu faturamento e o que representa as melhores margens. Um posto típico é conforme Tabela 16 abaixo:

Tabela 16 – Faturamento Posto Médio

Combustível	Vendas mês
Gasolina (litros)	45.281
Diesel (litros)	49.277
Álcool (litros)	3.113
GNV (M3)	112.810

Fonte:CEGAS/ANP

Utilizando a Tabela 17 para vendas, CPV (custo dos produtos vendidos) e margem, tem-se a seguir os seguintes valores:

TABELA 17 - Cálculo Posto Médio com GNV

Combustível	Faturamento	CPV	Margem
Gasolina	109.534,74	93.731,67	15.803,07
Diesel	80.666,45	73.964,78	6.701,67
Álcool	5.039,95	4.532,53	507,42
GNV	139.884,40	95.437,26	44.447,14
Total	335.125,54	267.666,24	67.459,30

Fonte: CEGAS/ANP

Nota-se pela tabela 17 que a margem proveniente do combustível em um posto é de 20%, necessitando pagar os custos, principalmente de funcionários. Então um posto típico com GNV fatura, em média por mês, R\$ 335.125,54, com uma margem de R\$ 67.459,30 e para um posto sem GNV o faturamento típico ficaria em R\$ 195.241,14 com uma margem de R\$ 23.012,00, ou seja, 11,8% menor, reduzindo substancialmente esta margem. Estes dados apresentados mostram que o GNV em muito adiciona valor a um posto de combustível, elevando sua margem bruta substancialmente.

Mesmo com os preços livres para o consumidor final, verifica-se a seguir na Tabela 18, uma correlação perfeita entre estes preços livres praticados ao consumidor final com as tarifas reguladas na distribuidora estadual.

TABELA 18- Preços consumidor e Tarifas CEGAS em R\$

MES	PCON S	TCEGA S	MES	PCON S	TCEGA S	MES	PCON S	TCEGA S
2001.07	0,73	0,34	2003.01	1,10	0,61	2004.07	1,18	0,68
2001.08	0,74	0,34	2003.02	1,10	0,61	2004.08	1,18	0,68
2001.09	0,74	0,34	2003.03	1,10	0,61	2004.09	1,18	0,68
2001.10	0,77	0,36	2003.04	1,10	0,61	2004.10	1,18	0,68
2001.11	0,78	0,36	2003.05	1,10	0,66	2004.11	1,18	0,68
2001.12	0,78	0,36	2003.06	1,11	0,66	2004.12	1,18	0,68
2002.01	0,78	0,37	2003.07	1,14	0,66	2005.01	1,18	0,68
2002.02	0,78	0,37	2003.08	1,14	0,66	2005.02	1,18	0,68
2002.03	0,79	0,37	2003.09	1,14	0,66	2005.03	1,18	0,68
2002.04	0,78	0,37	2003.10	1,14	0,66	2005.04	1,18	0,68
2002.05	0,78	0,37	2003.11	1,14	0,66	2005.05	1,18	0,68
2002.06	0,78	0,37	2003.12	1,14	0,66	2005.06	1,18	0,68
2002.07	0,81	0,40	2004.01	1,17	0,67	2005.07	1,19	0,68
2002.08	0,82	0,40	2004.02	1,19	0,68	2005.08	1,24	0,68
2002.09	0,82	0,40	2004.03	1,18	0,68	2005.09	1,30	0,73
2002.10	0,82	0,40	2004.04	1,18	0,68	2005.10	1,29	0,73
2002.11	0,89	0,48	2004.05	1,18	0,68	2005.11	1,36	0,78
2002.12	0,95	0,48	2004.06	1,18	0,68	2005.12	1,39	0,78

Fonte: CEGAS/ANP

Vigora no Brasil regime de liberdade de preços em toda cadeia de produção e comercialização de combustíveis para o consumidor de GNV, sem tabelamento ou valores máximos ou mínimos. Os reajustes são livres sem necessidade de prévia autorização, porém os preços das distribuidoras estaduais de gás natural para os revendedores são preços controlados pelas Agencias Reguladoras Estaduais. Para o caso do Ceará as tarifas praticadas pela CEGAS são reguladas pela ARCE (Agencia Reguladora de Serviços Públicos do Estado do Ceará).

Com os dados da Tabela 18 e utilizando-se do *software Eviews* tendo como variável dependente o preço ao consumidor final (PCONS) com 54 observações, no período de julho de 2001 a dezembro de 2005, com a equação  $\text{LOG(PCONS)} = C(1) + C(2) * \text{LOG(TCEGAS)}$  tem-se os parâmetros conforme Tabela 19 a seguir:

TABELA 19- Parâmetros de Correlação PCONS e TCEGAS

	Coeficiente	Erro padrão	t-Statistic	Prob.
C(1)	0.435194	0.006562	66.31568	0.0000
C(2)	0.688893	0.010131	67.99576	0.0000
R-quadrado	0.988878	Média da Var. depen.		0.032629
R-quadrado ajustado	0.988664	S.D. var.dependent r		0.195390
S.E. da regressão	0.020803	Critério Akaike		-4.871085
Suma quad.resid	0.022504	Critério Schwarz		-4.797419
Log likelihood	133.5193	Durbin-Watson stat		0.639859

O preço ao consumidor final que deveria ser livre, tem uma forte correlação com as tarifas da CEGAS que são controladas, conforme Tabela 19.

A Petrobrás é o principal fornecedor do combustível. Por exemplo, o preço que a Petrobras vende o óleo diesel é dividido em duas partes: valor do produto Petrobras e tributos. Esses tributos são estaduais (ICMS) e federais (CIDE, PIS/Cofins).

O preço do óleo diesel é formado por diversas parcelas e qualquer alteração em pelo menos uma delas terá reflexos, para cima ou para baixo, no preço que o consumidor vai

pagar na bomba. Lembramos que a Petrobras tem gerência sobre apenas uma parcela na formação do preço final ao consumidor: o preço nas suas refinarias, sem os tributos e sem margens de distribuição e revenda.

Ainda sobre a parcela de impostos é importante esclarecer que as alterações de base de cálculo da substituição tributária do ICMS também se refletem diretamente nos preços do combustível. Em 19 estados o Preço Médio Ponderado a Consumidor Final (PMPF), utilizado para cálculo do ICMS de substituição tributária, é atualizado quinzenalmente.

Os preços nos postos de todo o país são monitorados pela Agência Nacional de Petróleo-ANP, por intermédio de pesquisas semanais. O ICMS inclui a parcela referente à Substituição Tributária, que é o valor recolhido pela Petrobras referente às operações de venda das distribuidoras para os postos revendedores e destes para o consumidor final.

A exemplo de um preço de R\$ 1.64 por litro para o consumidor final tem-se que 60% deste valor fica com a Petrobrás, 13% serão referentes a CIDE e PIS/COFINS, 13% serão o ICMS, 14% a margem de distribuição da revenda. Já com a gasolina a Petrobrás vende a gasolina “A” que é dividida em duas partes: valor do produto Petrobras e tributos.

No preço que o consumidor paga no posto também estão incluídos o custo de aquisição do álcool anidro - que é fixado livremente pelos seus produtores, os usineiros - e ainda os custos e as margens de comercialização das distribuidoras e dos revendedores (postos).

O preço da gasolina é formado por diversas parcelas e qualquer alteração em pelo menos uma delas terá reflexos, para cima ou para baixo, no preço que o consumidor da gasolina 'C' vai pagar na bomba. Por exemplo, no final de agosto de 2003, o preço do álcool anidro no estado de São Paulo aumentou, aproximadamente, 6,45%.

Quanto aos tributos, a própria alíquota do ICMS já foi alterada em 2003, em alguns estados. No Estado do Rio de Janeiro, por exemplo, a alíquota sobre a gasolina passou de 30% para 31%, em janeiro de 2003.

O ICMS inclui a parcela referente à Substituição Tributária, que é o valor

recolhido pela Petrobras referente às operações de venda das distribuidoras para os postos revendedores e destes para o consumidor final.

No preço da gasolina embute-se a seguinte composição: 28% é referente à realização da Petrobrás, 18% a CIDE e PIS/COFINS, 32% a ICMS, 9% custo do álcool anídrico já incluso aquisição e frete do produto, 13% é a margem da distribuição e revenda.

Fazendo uma análise dos preços praticados na cidade de Fortaleza nota-se que no período de 07/08/2005 a 13/08/2005 o preço se manteve praticamente igual em todos os postos pesquisados, em R\$ 2,419 por litro, com um desvio padrão de 0,012, os valores variam de R\$ 2,39 por litro a R\$ 2,45 por litro. Para o diesel este valor fica em R\$ 1,637 por litro, já para o álcool este valor é de R\$ 1,619 por litro. O GNV apresenta preço de R\$ 1,24 por M3.

Fazendo o cruzamento dos dados na Tabela 20 relativos a número de veículos e médias de vendas dos combustíveis, levando-se em conta que Fortaleza possui 429 postos, conclui-se:

TABELA 20 - Consumo Veículo Mês

Combustível	Vendas mês
Gasolina (litros/veículo)	59,02
Diesel (litros/veículo)	490,30
Álcool (litros/veículo)	37,58
GNV (M3/veículo)	213,66

Fonte:CEGAS

Do ponto de vista do dono do posto em termos de margem, segue na Tabela 21, o que cada veículo é capaz de proporcionar mensalmente para um posto:

TABELA 21- Margem Mensal por Combustível

Combustível	Margem
Gasolina	20,60
Diesel	66,68
Álcool	6,13
GNV	84,18

Fonte: ANP

A margem para o Diesel fica distorcida em vista da existência de várias frotas cativas, portanto do ponto de vista do dono do posto ampliar a frota em GNV significa

ampliar os ganhos em quatro vezes em comparação a gasolina.

Um posto típico custa por volta de US\$ 200.000,00 para sua montagem o que gira em torno de R\$ 500.000,00, levando-se em conta uma margem de R\$ 23.012,00, descontando despesas administrativas, gerais e com funcionários teremos um lucro líquido de R\$ 17.012,00 e por ano R\$ 204.114,00.

Os postos de combustíveis estão se tornando centros de serviços e o diferencial de preço entre um posto e outro é cada vez menor. Então a disputa está na qualidade e na variedade dos serviços oferecidos. Agregando-se negócios dos mais variados, enfim, uma forma de diluir os custos fixos da estrutura e tornar o negócio rentável.

O negócio posto em sua grande maioria está em mãos de empresas familiares por vezes com baixa profissionalização administrativa, com a redução das margens de comercialização faz com que diversos postos apresentem dificuldades financeiras aparecendo aí um mercado secundário de venda de postos já em operação, outra questão que faz com que isto ocorra são as exigências de natureza ambientais cada vez mais severas tornando um grande risco para os pequenos empreendedores. Resolvido através da associação com as grandes marcas que, entretanto reduz mais ainda as margens.

Apesar do grande número de postos de combustível, Fortaleza ainda comporta um aumento da rede, porém tem que atentar-se para o item localização um dos fatores primordiais para o sucesso do empreendimento. Entretanto haverá um ponto de estrangulamento que será estudado de conformidade com a taxa de retorno.

A tabela 22 e 22A a seguir apresentam com varia a média distribuída dos postos com o número de postos.

TABELA 22 –EVOLUÇÃO DAS MÉDIAS DE VENDAS GNV (2001-2003)

<b>m</b>	<b>mposto</b>	<b>n</b>
2001.07	6207	12
2001.08	6566	12
2001.09	6929	12
2001.10	7260	12
2001.11	7042	13
2001.12	7608	13
2002.01	7142	14
2002.02	6887	14
2002.03	7060	14
2002.04	7451	14
2002.05	7496	14
2002.06	6980	15
2002.07	7079	16
2002.08	6143	19
2002.09	5966	20
2002.10	5790	21
2002.11	6104	21
2002.12	5785	23
2003.01	5081	25
2003.02	5184	25
2003.03	4980	25
2003.04	5001	26
2003.05	5364	26
2003.06	5617	26
2003.07	5470	27
2003.08	5511	27
2003.09	5464	28
2003.10	5353	29
2003.11	5393	29
2003.12	5150	31

TABELA 22A –EVOLUÇÃO DAS MÉDIAS DE VENDAS GNV (2004-2005)

2004.01	4573	33
2004.02	4404	34
2004.03	4456	34
2004.04	4480	34
2004.05	4561	34
2004.06	4595	34
2004.07	4589	34
2004.08	4620	35
2004.09	4455	36
2004.10	4510	36
2004.11	4514	36
2004.12	4188	42
2005.01	3928	43
2005.02	3904	43
2005.03	3999	43
2005.04	4119	42
2005.05	4096	43
2005.06	4069	43
2005.07	3983	44
2005.08	3985	46
2005.09	3816	49
2005.10	3805	50
2005.11	4025	50
2005.12	4037	51

Fonte: ANP/CEGAS

A seguir é apresentado o comportamento desta média no *software Eviews*:

Variável dependente: LOG (N)

$LOG(N)=C(1)+C(2)*LOG(MPOSTO)$

TABELA 23: PARÂMETROS COM DADOS TABELA 22 E 22A

	Coeficiente	Erro padrão	t-Statistic	Prob.
C(1)	20.77873	0.100317	98.01439	0.0000
C(2)	-2.046067	0.033821	-11.18227	0.0000
R-Quadrado	0.938756	Média var dependenter		3.27659
R-Quadrado Ajust.	0.937579	S.D. Var dependente		0.45686
S.E. da regressão	0.114145	Critério Akaike		-1.46636
Suma quad. resid	0.677509	Critério Schwarz		-1.39269
Log likelihood	41.59186	Durbin-Watson stat		0.40452

Observa-se na tabela 23 que o número de postos N está inversamente ligado a média por posto de distribuição de gás natural, ou seja, as médias dos volumes distribuídos serão menores quando existir uma quantidade substancial de número de postos.

A equação do número de postos fica, portanto conforme a seguir, sendo N o número de postos e MPOSTO a média dos volumes:  $LOG(N)=C(1)+C(2)\times\log(MPOSTO)$ , onde as duas constantes C(1) e C(2) apresentam t-Statístico superior a 3. Como C(2) é negativo, significa que o número de postos crescendo não haverá crescimento da média de venda nas mesmas proporções.

A tabela 24 encontra-se corrigida por autocorrelação, nota-se que o coeficiente LOG(GAS) é insignificante, 0,06 podendo ser suprimido como é visto na Tabela 25.

Tabela 24 - Corrigido por autocorrelação

Variável Dependente: <b>LOG(VOL/N)</b>				
Variavel	Coefficiente	Erro Padrão	t-Statistico	Prob.
C	8.517462	0.139288	61.15016	0.0000
LOG(GNV)	-0.636882	0.255908	-2.488717	0.0163
LOG(GAS)	0.066231	0.128269	0.516347	0.6079
AR(1)	0.932018	0.056439	16.51374	0.0000
R-quadrado	0.956108	Média Variav. Depend.	8.550759	
R-Quad. Ajust.	0.953420	S.D. Variav. Depend	0.216950	
S.E. regressão	0.046823	Criterio Akaike info	-3.212420	
Som quad. residuos	0.107427	Criterio Schwarz	-3.063718	
Log likelihood	89.12912	F-statistico	355.7903	
Durbin-Watson stat	1.741112	Prob(F-statistico)	0.000000	

Tabela 25 - Corrigido por autocorrelação  
(retirado GAS em vista da insignificância na anterior)

Variável Dependente: <b>LOG(VOL/N)</b>				
Variavel	Coefficiente	Erro Padrão	t-Statistico	Prob.
C	8.569960	0.091850	93.30359	0.0000
LOG(GNV)	-0.629293	0.235849	-2.668203	0.0103
AR(1)	0.920687	0.059592	15.44980	0.0000
R-quadrado	0.955871	Média Variav. Depend.	8.550759	
R-Quad. Ajust.	0.954106	S.D. Variav. Depend.	0.216950	
S.E. regressão	0.046477	Criterio Akaike info	-3.244770	
Som quad. residuos	0.108007	Criterio Schwarz	-3.133244	
Log likelihood	88.98640	F-statistico	541.5177	
Durbin-Watson stat	1.735641	Prob(F-statistico)	0.000000	

Os custos envolvidos em um posto de GNV são: a rede que leva o gás natural até

o posto, a infra-estrutura do posto e os custos de operação, Tabela 26.

TABELA 26 – EVOLUÇÃO CUSTO DE TUBULAÇÃO

Ano	Custo médio R\$
2001	144.351
2002	142.373
2003	257.799
2004	143.906
2005	228.000
Média	183.285

Fonte: CEGAS

O investimento na rede de distribuição é em média R\$ 183.285,00, conforme tabela 26. A tendência é reduzir em vista do aumento do tamanho da rede da CEGAS. Quanto ao investimento no posto tem o compressor, e dois dispenser de abastecimento que conforme a consulta ao fabricante fica de acordo com a Tabela 27 abaixo:

TABELA 27 – CUSTO COMPRESSOR E DISPENSER

Fornecedor	Compressor e Dispensers
Fornecedor A	550.000
Fornecedor B	480.000
Fornecedor C	440.000
Média	490.000

Fonte: CEGAS

As obras civis compostas de coberta, piso e bases ficam por volta de R\$ 200.000,00. Para dotar um posto com GNV ficaria em média a seguir, lembrando que o posto já é existente, devendo instalar estrutura para atendimento de Gás Natural, de acordo com a Tabela 28:

TABELA 28 – SUMÁRIO DE CUSTOS POSTO

Item	Valor
Rede	183.285
Compressor e dispenser	490.000
Obras Civis	200.000
Total	873.285

Fonte:CEGAS

O investimento médio para instalação de um posto existente com GNV é de R\$

873.285,00. Quanto aos custos de operação tem-se custo com pessoal (seis frentistas com salário de R\$ 700,00 totalizando R\$ 8.400,00) o custo de energia que representa R\$ 0,08 para cada metro cúbico comprimido.

O custo de remuneração do capital baseado no conceito de precificação dos ativos, CAPM, o retorno esperado de um ativo deve estar positivamente ligado ao seu risco. Para Assaf Neto (2001) o CAPM é bastante utilizado para apurar-se a taxa de retorno requerida pelos investidores.

O retorno esperado de um título está diretamente relacionado com o seu coeficiente beta. Este coeficiente para Assaf Neto (2001) indica o incremento necessário no retorno de um ativo de forma a remunerar adequadamente seu risco sistemático.

O retorno esperado é expresso pela fórmula do modelo de precificação de ativos:  
$$R = R_f + \beta(R_m - R_f)$$

A taxa livre de risco usa-se a SELIC com valor de 0,824 e o retorno do mercado usa-se o índice BOVESPA de valor igual a 3,903. O beta utilizado é de 0,44, obtido da empresa Ipiranga, única com negócios na Bolsa de Valores no setor de Distribuição de Petróleo. Portanto, o valor aceitável é de 2,18% ao mês o que dá 29,5% ao ano que um investidor em distribuição tem com taxa aceitável. Para um valor investido de R\$ 873.285,00, espera-se um retorno de R\$ 257.619,00.

O custo de manutenção necessário para a operação do segmento de GNV, fica por volta de R\$ 24.500, na maior parte no compressor, 5% do valor do ativo no ano, segundo os fabricantes de compressores. Portanto, teremos como custos fixos anuais: manutenção (R\$ 24.500,00), mão-de-obra (R\$ 100.800,00), e custo do capital (29,5% do capital investido de R\$ 873.285,00, totalizando R\$ 257.619,00) totalizando os custos fixos em R\$ 382.419,00.

Já os custos variáveis serão: o custo do produto R\$ 0,7823/M<sup>3</sup> e o custo da energia elétrica de R\$ 0,08/M<sup>3</sup>, tendo portanto o custo variável de R\$ 0,86 por metros cúbicos, fazendo a diferença com o preço de venda R\$ 1,39 por metros cúbicos tem-se o valor de R\$ 0,53 por metros cúbicos.

Buscando-se o ponto de inflexão, onde os custos fixos mais os custos variáveis

ficam iguais às vendas, ou seja, para um custo fixo de R\$ 382.419,00, dividido pelo preço de venda de R\$ 1,39 menos um custo variável de R\$ 0,86. Um posto tem que vender um volume acima de 721.545 m<sup>3</sup> anuais de gás natural, ou seja, 1.977 M<sup>3</sup>/dia em média, para que se torne atrativo.

O volume de venda é aceitável para que haja expansão de pontos de vendas do GNV é de 1.977 m<sup>3</sup> diários. Em obtendo este volume os investidores se acham inclinados a realizar os investimentos.

Obseva-se agora, qual o ponto de estrangulamento do número de postos. A média do volume distribuído pela companhia distribuidora, conforme já descrito anteriormente, está relacionado conforme fórmula:  $\log(N) = c(1) + c(2) \times \log(MPOSTO)$ . Sabe-se que a média já calculada (1.977 M<sup>3</sup>/dia), então substituindo na fórmula tem-se:  $\log(N) = 20,77873 - 2,046067 \times \log(1.977)$ , o que se chega a  $\log(N) = 5,25$ . Calculando o número de postos em que se tem o estrangulamento este valor é em torno de 190 postos.

Neste momento é realizado o cálculo do ponto de estrangulamento utilizando volumes e número de postos. A equação está sendo corrigida por autocorrelação, sendo a variável dependente  $\log(V)$

Tabela 29 : PARÂMETROS CORRIGIDOS POR AUTOCORRELAÇÃO

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	10.34091	0.156790	65.95394	0.0000
LOG(N)	0.461654	0.044824	10.29937	0.0000
AR(1)	0.734119	0.084797	8.657330	0.0000
R-squared	0.984764	Mean dependent var	11.84229	
Adjusted R-squared	0.984155	S.D. dependent var	0.240602	
S.E. of regression	0.030287	Akaike info criterion	-4.101278	
Sum squared resid	0.045864	Schwarz criterion	-3.989752	
Log likelihood	111.6839	F-statistic	1615.845	
Durbin-Watson stat	1.829694	Prob(F-statistic)	0.000000	

Utilizando os parâmetros da tabela 29 tem-se:  $\log(V) = 10,341 + 0,461 \times \log(N)$ . Como o volume distribuído é igual a média vezes o número de postos, logo :  $V = 1977 \times N$ ,  $\log(1977 \times N) = 10,341 + 0,461 \times \log(N)$ , encontrando seu valor  $\log(N) = 5,105$ , encontra-se N igual a 165 postos.

Calculado N (número de postos) será igual a 165 postos, este é o limite do número de postos em que não haveria mais interesse para que o empresário investir em posto de GNV

dentro do cenário atual.

Analisando a realidade do estado do Ceará podemos afirmar que o estado possui por volta de 876 postos de combustível sendo 450 postos em Fortaleza. Postos dotados de GNV no estado do Ceará são 64, portanto o limite que comporta o mercado é de 165, o que representa 19% do total dos existentes no Estado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais conclusões mostradas neste capítulo são advindas dos estudos realizados ao longo do trabalho e de recomendações para futuros temas a serem estudados, tais como o comportamento da demanda em outros segmentos que utilizam gás natural, a penetração do GNL dentro da matriz existente.

Existe uma forte expansão do GNV no Brasil, porém esta expansão vem sendo baseada no baixo preço do gás natural. As vantagens adicionais tais como ambientais não vem sendo tratadas como ponto principal. O gás natural é um combustível fóssil menos agressivo ao meio ambiente, possuindo uma maior pureza e facilidade de manuseio. Sendo muito conveniente do ponto de vista do usuário.

As vantagens adicionais do uso do gás natural só serão possíveis ser percebida pela população através da implementação de um amplo programa de *marketing* a fim de combater preconceito ainda presente em grande parte da população que não se utiliza do produto gás natural. Dentre os principais preconceitos está o relacionado com a segurança do produto.

Outro aspecto é a natureza legal, a legislação atualmente existente é confusa e difusa. Então, se deve desenvolver uma legislação em toda a cadeia. Esta legislação deverá estabelecer uma segurança jurídica para os investidores e usuários.

A oferta interna do gás natural na Brasil está garantida pela ampliação da produção nacional e com novas opções de fornecimento de gás natural, tais como importação de outros países e o gás natural liquefeito (GNL), porém fatos relacionados com o fornecimento de gás natural proveniente da Bolívia geram desconfiança nos usuários, mesmos aqueles que adquirem gás natural de origem nacional.

Está em implantação um aumento da rede de distribuição de responsabilidade das empresas estaduais, vinculando as principais fontes de produção aos principais mercados, formando dutos que permitem o uso do gás de forma mais racional. Uma política de preços

deverá ser implementada para reduzir as incertezas dos investidores na implantação da infraestrutura ao longo da cadeia.

O gás natural como combustível automotivo, mesmo que ainda pequeno, vem crescendo a taxas significativas. O gás armazenado em cilindros, apesar da menor autonomia, permitem que os veículos agridam menos o meio ambiente, pois a combustão do gás é uniforme e apresenta um baixo índice de emissões de poluentes. Além da eliminação da fumaça, há uma redução de até 98% do óxido de enxofre e de 70% do óxido de nitrogênio, em relação ao óleo diesel, e cerca de 90% de monóxido de carbono em relação à gasolina.

Os postos dotados de GNV funcionam como âncora para que outros segmentos venham a desfrutar dos benefícios do GNV, portanto as distribuidoras, dentro de seus limites de oferta, não devem se opor a expansão da rede de postos dotados de GNV. Mesmo com pressão de entrada exercida por agentes já estabelecidos, nota-se que dentro de rentabilidades aceitáveis ainda pode-se e muito expandir a rede de postos dotados de GNV.

Um plano estratégico para o setor de gás natural deverá ser desenvolvido visando a sustentabilidade do setor e o equilíbrio do mercado. Este plano deverá ser desenvolvido e integrado com o fornecedor âncora, as distribuidoras e as indústrias usuárias principais, tais como as termoelétricas.

Como já foi descrito o mercado de GNV tem um grande potencial de crescimento, servindo-se de base para expansão da rede de distribuição por parte das distribuidoras. O que mais ameaça o setor está relacionando com a oferta e uma falta de política de preço para o setor. O preço do GNV continua sendo o grande fator de captação de demanda e não outros atributos.

Quando da elaboração deste trabalho existia 64 postos de combustível dotados de GNV com uma média por volta de 200.000 M<sup>3</sup>/dia de volume total distribuído pela CEGAS, com uma média de 3100 M<sup>3</sup>/dia por posto dotado de GNV.

O volume médio atrativo para os investidores é de 1.977 M<sup>3</sup>/dia, o que significa uma ampla margem de crescimento do número de postos com GNV. Este número poderá chegar a até 165 postos no estado do Ceará dos 876 existentes, proporcionando uma grande comodidade aos usuários e retorno econômico para o capital empregado.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABREU, Percy Louzada de; MARTINEZ, José Antônio. Gás natural: o combustível do novo milênio. 2.ed. Porto Alegre: Plural Comunicação, 2003.

ASSAF NETO, Alexandre. Mercado financeiro. 4.ed.-São Paulo: Atlas, 2001.

BRANDÃO FILHO, José Expedito. Previsão de Demanda por Gás Natural Veicular: uma modelagem baseada em dados de preferência declarada e revelada. Fortaleza, 2005. Dissertação de Mestrado, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará.

FERGUSON, C. E. Microeconomia – 18.ed.. Tradução: Almir Guilherme Barbassa e Antônio Pessoa Brandão, Revisão Técnica: Fernando Lopes de Almeida e Francisco Rego Chaves Fernandes. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1994.

FERRAZ, Maria do Amparo Pessoa. O gás em Pernambuco - breve história da utilização do gás a partir do século XIX-. 1ª ed. Recife: Copergas, 2001.

FOLHA DO GNV. Rio de Janeiro: NGV communications group, n.67, outubro 2006.

FOLHA DO GNV. Rio de Janeiro: NGV communications group, n.71, fevereiro 2007.

GASMIG. Pesquisa GASMIG estudo quantitativo, solicitada pela FOR comunicações a Juécio& Associados. Belo Horizonte: Juécio&associados,2004.

GELLER, Howard S..Revolução energética: políticas para um futuro sustentável;tradução Maria Vidal Barbosa; revisão técnica Márcio Edgard Schuler.Rio de Janeiro: Relume Dumará: USAid, 2003.

GUJARATI, Damodar N..Econometria Básica.3.ed.São Paulo: Pearson Makron Books,2000.

MARTINS, Gilberto de Andrade, LINTZ Alexandre. Guia para elaboração de monografias e trabalhos de conclusão de curso. São Paulo: Atlas, 2000.

MORAES, Suzy Elaine Gasparini. O Mercado de Gás Natural no Estado de São Paulo. São Paulo: USP, 2003.

NEIVA, Jucy. Conheça o Petróleo. 5. ed. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1986.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. A.. O Uso do Gás Natural Veicular no Transporte Público. Fortaleza: Livro Técnico, 2006.

PEREIRA DA SILVA, ALESSANDRA. Et al. Ecotoxicologia e avaliação de risco do gás

natural. Centro de Recursos Ambientais. Salvador. Bahia. 2006.

PETROBRÁS. Lei do Gás: O Cenário Ideal para o desenvolvimento da Indústria de gás natural no Brasil. Rio de Janeiro. 2007.

RUSSOMANO, Victor Henrique. Introdução à administração de energia na indústria. São Paulo: Pioneira Editora da Universidade de São Paulo, 1987.

SANDRONI, Paulo. Novo dicionário de economia – 2.ed. São Paulo: Editora Best Seller, 1994.

SANTOS, Edmilson Moutinho, ZAMALLOA, Guido Carrera, VILLANUEVA, Luz Dondero, FAGÁ, Murilo Tadeu Werneck. Gás natural: estratégias para uma energia nova no Brasil. São Paulo: Annablume, Fapesp, Petrobras, 2002.

\_\_\_\_\_. Gás natural – Estratégias para uma energia nova no Brasil. Editora Annablume. Rio de Janeiro, 2002.

SOARES, Ilton G. e CASTELAR, Ivan. Econometria aplicada com o uso do Eviews. Fortaleza: UFC/CAEN, 2003.

THOMAS, José Eduardo (Organizador). Fundamentos de engenharia de petróleo. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

YERGIN, Daniel. O petróleo; tradução: Leila Marina U. Di Natale, Maria Cristina Guimarães, Maria Christina L. de Góes. São Paulo :Scritta, 1992.

## **SITES PESQUISADOS**

### **Disponível em:**

<http://www.abgnv.org.br/palestra/palestra.asp?paCod=277>:Data de Acesso:09/2006

<http://www.aquecimentodaterra.com.br/> : Data de acesso: 02/2007

<http://www.anp.com.br>: Data de Acesso: 10/2006

<http://www.petrobras.com.br> : Data de Acesso: 09/2006

<http://www.br.com.br>: 09/2006

[http://www.gasnet.com.br/gasnet\\_br/distribuicao/glossario\\_gas.asp](http://www.gasnet.com.br/gasnet_br/distribuicao/glossario_gas.asp): Data de Acesso: 02/2007

<http://www.cegas.com.br>:Data de Acesso : 09/2006

<http://www.ipiranga.com.br> : 09/2006

<http://www.arce.ce.gov.br/> : Data de Acesso : 09/2006

<http://www.iee.usp.br/biblioteca/producao/2003/Teses/> : Data de Acesso: 03/2007

## **RELATÓRIOS**

Relatórios de Atividades da CEGAS de diversos anos

# ANEXO

## GLOSSÁRIO

**Abastecimento interruptível:** abastecimento sujeito a interrupção a critério da companhia distribuidora ou de acordo com condições estabelecidas em contrato.

**ABEGÁS:** Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás Canalizado.

**ABNT:** Associação Brasileira de Normas Técnicas.

**AGA:** Associação Americana de Gás (American Gas Association).

**ANP:** Agência Nacional do Petróleo.

**ANSI:** Instituto do Normas Nacionais Americanas (American National Standard Institute). Equivale à Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

**API:** American Petroleum Institute: É também medida numérica da densidade do petróleo bruto; quanto menor o grau API mais frações pesadas ele possui.

**Ar:** mistura de nitrogênio, oxigênio, vapor de água, dióxido de carbono, argônio, neônio e pequenas quantidades de outros gases raros. Para todos os fins práticos de combustão, o ar pode ser considerando como composto, em volume, de oxigênio (O<sub>2</sub>)20,9%; nitrogênio (N<sub>2</sub>) 79,1%; e, em peso, de oxigênio (O<sub>2</sub>)23,15%;nitrogênio (N<sub>2</sub>) 76,85%. O peso do ar a 15,5°C é 1,22 kg/m<sup>3</sup>, ao nível do mar e a pressão atmosférica tem um volume de 0,37 m<sup>3</sup>.

**Ar de combustão:** ar que reage quimicamente com o combustível no processo de queima.

**Ar em excesso:** ar que passa através da câmara de combustão e dutos de tiragem, em excesso ao que é teoricamente necessário para combustão completa.

**Ar primário:** ar misturado com combustível para atingir determinadas características antes de ser admitido na câmara de combustão.

**Armazenagem em rede (line pack):** armazenagem de gás num sistema de gasodutos pelo aumento da pressão normal de operação.

**As Built (como construído):** Desenho final da obra, com a implantação de todas as alterações efetuadas durante a construção.

**ASTM:** sigla da American Society for Testing and Materials.

**ATM:** sigla de atmosfera, unidade de pressão.

**Atmosfera:** mistura de gases compreendendo o ar; mistura de gases dentro de uma câmara específica, tal como na câmara da combustão de um forno. Denominação dada também à unidade de pressão, que equivale a 101,3 kPa ao nível do mar. Termo que também designa ambiente externo e ventilado, quando referir-se ao local de descarga de produtos de combustão ou gases.

**Atomização:** processo utilizado para transformar um combustível líquido para o estado mais

próximo possível do gasoso, reduzindo-o a pequenas gotículas, de maneira a aumentar a superfície específica até aproximar-se da fase gasosa, a fim de haver uma mistura eficiente com o oxigênio, conseqüentemente, uma boa combustão.

**Bacia:** depressão da superfície da terra na qual são depositados sedimentos, normalmente caracterizados por acumulação por longo período de tempo; uma extensa faixa de terra sob a qual camadas de pedra são inclinadas, normalmente dos lados para o centro.

**Bacia Sedimentar:** depressão da crosta terrestre onde se acumulam rochas sedimentares que podem ser portadoras de petróleo ou gás, associados ou não.

**Balanco térmico:** princípio segundo o qual a quantidade de calor fornecida a um sistema é igual àquela retirada do mesmo, seja ela utilizada ou perdida.

**Barril (bbl):** medida padrão para petróleo e seus derivados. Um barril é igual a 35 galões imperiais, 42 galões americanos ou 159 litros.

**Barril de petróleo (boe):** unidade utilizada para comparar (converter) em equivalência térmica, uma quantidade de energia em barris de petróleo.

**Biogás:** mistura de metano (CH<sub>4</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), produzida pela fermentação de matérias orgânicas, em proporções de cerca de 1/3 de CO<sub>2</sub>, e 2/3 de CH<sub>4</sub>, com traços de oxigênio nitrogênio provenientes da atmosfera.

**Bloqueio de segurança:** interrupção do fornecimento de gás pelo fechamento das válvulas de bloqueio.

**Boiler:** aparelho para aquecimento de água, que pode ser a gás ou elétrico.

**Bombear o sifão:** retirar água da tubulação através de sifões existentes nas redes e instalações.

**Booster:** compressor com pequena relação de compressão, utilizado para aumentar a pressão num sistema de gás.

**Botijão:** recipiente transportável, destinado a conter gás liquefeito de petróleo (GLP) com dispositivo para ligação e capacidade de, no máximo, 250 litros.

**BTU (British Thermat Unit):** quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de uma libra de água em 1°F.

**Butano:** hidrocarboneto saturado com quatro átomos de carbono e dez átomos de hidrogênio (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>), encontrado no estado gasoso incolor, com odor de gás natural. Compõe o GLP, sendo empregado como combustível doméstico, como iluminante; como fonte de calor industrial em caldeiras, fornalhas e secadores; para corte de metais e aerossóis.

**Butano-ar, Propano-ar:** butano ou propano comercial misturado com ar e fornecido como gás de cidade ou como parte dele, ou ainda como stand by de GN.

**Butano comercial:** gás liquefeito de petróleo consistindo predominantemente de butanos e/ou butilenos (hidrocarbonetos C<sub>4</sub>).

**By-Pass (desvio):** arranjo de tubulação com válvula de controle que conduz gás, ar ou outro fluido, contornando, ao invés de atravessar, todo um trecho de uma tubulação.

**Cabine de medidores:** local destinado ao abrigo de um ou mais medidores.

**Cabine do regulador:** local destinado ao abrigo do regulador. Este termo é empregado principalmente nos reguladores residenciais, instalados na entrada de algumas edificações.

**Caldeira:** aparelho destinado à geração de vapor de água de uso comercial, residencial ou industrial.

**Calor específico:** calor necessário para elevar em 10 a temperatura de uma unidade de massa de uma substância.

**Campo de gás:** um ou mais reservatórios de hidrocarbonetos contendo gás natural, porém, com quantidades desprezíveis de petróleo.

**Campo de Petróleo ou de Gás Natural:** área produtora de petróleo ou gás natural, a partir de um reservatório contínuo ou de mais de um reservatório, a profundidades variáveis, abrangendo instalações e equipamentos destinados à produção.

**Canalização Interna:** tubulação que interliga a jusante do medidor até os pontos de alimentação dos aparelhos de utilização.

**Capacidade nominal dos aparelhos de utilização:** calor fornecido na queima do gás para o qual o equipamento foi projetado para funcionar em sua capacidade máxima.

**Carbono:** elemento químico que tem a mais ampla aplicação dentre todos os elementos e entra na composição de todos os compostos orgânicos. Não se funde e é quimicamente inativo a baixas temperaturas; a temperaturas mais elevadas queima e absorve oxigênio.

**Catalisador:** substância que, por sua presença, modifica a velocidade de uma reação química, sem sofrer alteração durante o processo.

**Célula combustível:** célula elétrica usada para gerar energia elétrica a partir de uma reação entre compostos químicos, sem necessidade de combustão e sem a produção de barulho ou poluição. Pode usar gás natural como insumo.

**Central de butano-ar (ou propano-ar):** estação geradora de gás onde o butano ou propano é misturado com o ar e injetado num sistema de distribuição.

**Chama piloto:** pequena chama que acende um queimador ou conjunto de queimadores quando o gás é admitido.

**Chuva ácida:** assim chamada por resultar da combinação entre óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>) e óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), liberados pela combustão de combustíveis fósseis

(especialmente o carvão) com a umidade do ar, resultando na formação de ácidos nítrico, nitroso, sulfúrico e sulfuroso, Causa estragos ao meio ambiente e ao patrimônio exposto.

**Ciclo combinado:** combinação de turbinas de ciclo a gás com turbinas de ciclo a vapor, para gerar energia elétrica.

**City-gate ou Estação de Entrega e Recebimento de Gás Natural ou Estação de Transferência de Custódia de Gás Natural:** conjunto de instalações contendo manifolds e sistema de medição, destinado a entregar o gás natural oriundo de uma concessão, de uma unidade de processamento de gás natural, de um sistema de transporte ou de um sistema de transferência, para a concessionária estadual distribuidora de gás canalizado.

**Climatização:** Sistema que produz água resfriada, a qual é utilizada para fins de condicionamento de ambientes. Este sistema utiliza o gás canalizado como fonte de energia.

**Cogeração:** produção seqüencial de eletricidade e energia térmica útil a partir da mesma fonte de energia. O gás natural é um combustível vantajoso para unidades de cogeração de ciclo combinado, nas quais o calor desperdiçado é convertido em energia elétrica.

**Combustão:** combinação, geralmente rápida, entre duas substâncias, combustíveis e comburentes, que libera uma grande quantidade de calor.

**Combustão completa:** oxidação completa de um combustível, com ou sem sucesso de oxigênio.

**Combustão incompleta:** queima com suprimento insuficiente de oxigênio, de forma que a substância a ser queimada é consumida parcialmente.

**Combustão perfeita ou estequiométrica:** oxidação total de um combustível com a quantidade teórica exata do oxigênio necessário.

**Combustível:** substância que queimará sob condições controláveis, fornecendo calor numa forma utilizável.

**Combustível fóssil:** qualquer combustível orgânico de ocorrência natural, tal qual o petróleo, gás natural e carvão.

**Companhia distribuidora ou Concessionária:** entidade pública ou particular responsável pelo fornecimento, abastecimento, distribuição e venda de gás canalizado aos consumidores.

**Compressibilidade:** no gás, refere-se à modificação da densidade quando sob condições de compressão alteradas.

**Condensado:** frações líquidas de gás natural obtidas no processo de separação normal de campo, mantidas na fase líquida na condição de pressão e temperatura de separação.

**Condição Padrão de Medição:** condição em que a pressão absoluta é de 0,101325 mpa (cento e um mil trezentos e vinte e cinco milionésimos de megapascal) e a temperatura é de

20° C (vinte graus centígrados).

**Condições Padrão:** de acordo com o I.G.U., 288,15° °K (15°C) e 1.01325 bar seco. De acordo com e AGA (American Gas Association) 60° F e 30 polegadas de mercúrio seco; de acordo com o Compresseg Gas Institute, a temperatura de 20°C(68° F) e uma pressão de 1 atmosfera. No Reino Unido, para um gás, 60°F, 30 polegadas de mercúrio saturado com vapor de água.

**Conjunto de medição e regulação:** instalação existente em consumidores, destinada a regular a pressão e efetuar a medição do gás fornecido.

**Consumo Interno ou Consumo Próprio:** parcela de produtos de derivados de petróleo, gás úmido, consumido pela própria unidade produtora, ou indústria do petróleo.

**Conversão:** projeto que está sendo desenvolvido pela COMPAGAS e que consiste na troca do GLP (gás liquefeito de petróleo) por gás natural. Para tal, além das mudanças realizadas na rede, são ainda feitas mudanças nos aparelhos de queima dos clientes (fogões, aquecedores, fornos etc).

**Criogenia:** processo de produção, manutenção e utilização de temperaturas extremamente baixas, inferiores a - 46° C.

**Demanda:** quantidade de gás utilizada por um consumidor num dado período de tempo. Expresso normalmente em m<sup>3</sup>/h, por dia ou por ano.

**Densidade:** massa de uma substância por unidade de volume expressa normalmente em termos de kg por m<sup>3</sup>.

**Densidade absoluta:** relação entre a massa por unidade de volume. Quando medida nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP) é denominada "densidade absoluta normal".

**Derivados Básicos:** principais derivados de petróleo, referidos no art. 177 da Constituição Federal, a serem classificados pela Agência Nacional do Petróleo.

**Derivados de Petróleo:** produtos decorrentes da transformação do petróleo.

**Detector de gás:** instrumento para detectar a presença de vários gases, geralmente por medida de segurança contra gases tóxicos ou inflamáveis.

**Dióxido de carbono CO<sub>2</sub>:** gás carbônico, incolor e inodoro, responsável em grande parte pelo efeito estufa na atmosfera terrestre.

**Distribuição de Gás Canalizado:** serviços locais de comercialização de gás canalizado, junto aos usuários finais, explorados com exclusividade pelos Estados, diretamente ou mediante concessão, nos termos do § 20 do art. 25 da Constituição Federal.

**Duto:** conjunto de tubos interligados; denominado poliduto, quando transporta líquidos

diversos; oleoduto quando transporta petróleo e seus derivados líquidos; e gasoduto quando transporta gases.

**Econometria:** Ramo da economia que cuida do estabelecimento de leis quantitativas para os fenômenos econômicos. Partindo da teoria econômica geral, analisa os dados fornecidos pela estatística, mediante a aplicação de métodos matemáticos.

**Efeito estufa (greenhouse effect):** emissões de dióxido de carbono, óxido nitroso, metano e outros gases provenientes de motores de veículos, plantas industriais, plantas termelétricas e outras fontes, que se acumulam entre a superfície terrestre e a atmosfera mais elevada. Muitos cientistas relacionam essas emissões ao aquecimento da temperatura no planeta.

**EIA:** Estudo de Impacto Ambiental exigido pelos órgãos ambientais para obtenção das licenças para construção de gasoduto.

**Emissões fugitivas:** emissões que escapam de um sistema que deveria ser hermético.

**Enxofre (S):** elemento químico, geralmente de cor amarela; impureza nos combustíveis, nessa forma ou como composto sulfuroso; pode formar ácidos corrosivos como o sulfúrico e sulfídrico.

**Estação Redutora de Pressão (ERP):** Conjunto de equipamentos destinados a reduzir a pressão de uma determinada rede de distribuição de gás.

**Estações de regulação:** áreas onde estão instalados reguladores de pressão do gás.

**Estocagem de Gás Natural:** armazenamento de gás natural em reservatórios próprios, formações naturais ou artificiais.

**Etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>):** hidrocarboneto e agente de iluminação, presente no gás manufacturado. Um importante insumo na indústria química e de plásticos.

**Excesso de ar:** ar em excesso ao teoricamente necessário à combustão completa. Fator de carga (loadfactor): razão entre demanda máxima provável e demanda máxima possível.

**Fator de simultaneidade:** coeficiente de minoração, expresso em porcentagem, aplicado à potência instalada, para obtenção da potência de projeto de uma instalação de gás. Expressa a probabilidade de uso concomitante de vários aparelhos a gás numa instalação.

**Fator de velocidade de chama:** velocidade de queima de uma mistura estequiométrica de gás e ar expressa como uma porcentagem de velocidade de queima da mesma mistura de hidrogênio e ar.

**Filtro:** meio mecânico de remover materiais sólidos de um líquido ou gás; é construído de tal forma que o fluido passa através do material filtrante e os sólidos são retidos.

**Fluído:** designação comum a líquidos e gases.

**Fóssil:** vestígio ou resto petrificado ou endurecido de seres vivos que habitaram a Terra antes do período holoceno, que se conservaram sem perder as características essenciais.

**Gás Ácido:** gás natural contendo compostos de enxofre que precisam ser removidos para sua utilização.

**Gás associado:** gás natural encontrado dissolvido no petróleo, ou na forma de uma capa de gás acima do reservatório de óleo. Também conhecido como gás em solução e gás aprisionado. Normalmente está presente em um reservatório de petróleo nas fases iniciais de produção. Nesse caso, a produção de gás é determinada diretamente pela produção de petróleo.

**Gás de Carvão:** gás manufacturado, feito pela destilação destrutiva (carbonização) de carvão betuminoso em retortas de gás ou fornos de coque. Seus principais componentes são metano (20% a 30%) e hidrogênio (cerca de 50%). Foi o primeiro gás produzido industrialmente e distribuído em larga escala.

**Gás de cidade:** gás levado por tubulação aos consumidores, a partir de uma usina. Pode se constituir de gás manufacturado e gás natural usado para enriquecimento.

**Gás de referência:** gás padrão, típico de um grupo de gás distribuído normalmente, e pelo qual os equipamentos são projetados e ajustados.

**Gás de Refinaria:** Gás resultante das operações de refino do petróleo; consiste principalmente de hidrogênio, metano, etileno, propileno e os butilenos. Pode também conter outros gases tais como nitrogênio e dióxido de carbono. Sua composição pode ser altamente variável e o poder calorífico pode variar de 40 MJ/NM<sup>3</sup> a 80 MJ/Nm<sup>3</sup>.

**Gás engarrafado:** gás liquefeito de petróleo, mantido sob pressão em cilindros de aço, por conveniência de transporte para usuários industriais, comerciais ou residenciais.

**Gas Grid:** termo usado para as redes de transmissão e distribuição de gás numa região ou país, nas quais o gás é transportado para usuários industriais, comerciais e residenciais.

**Gás interruptível:** gás fornecido sob acordos que permitem a interrupção ou corte do fornecimento pelo fornecedor.

**Gás Liquefeito de Petróleo (GLP):** mistura de hidrocarbonetos leves, gasosos, predominantemente propano e butano. São armazenados no estado líquido em botijões ou cilindros, através da elevação moderada da pressão ou da redução da temperatura. Também conhecido como gás engarrafado, gás envasilhado ou gás de cozinha.

**Gás manufacturado:** gases derivados de fontes primárias de energia, por processos envolvendo reação química; por exemplo, o gás natural produzido de carvão vegetal ou hidrocarbonetos líquidos, como a nafta.

**Gás nas condições normais:** gás estando seco à temperatura 273,15°K (0°C) e pressão absoluta de 1,01325mbar.

**Gás natural bruto:** gás direto do poço, antes de ser tratado ou limpo. Mistura de hidrocarbonetos leves e outras substâncias associadas, que ocorre naturalmente em um reservatório subterrâneo, a qual, em condições atmosféricas, é essencialmente gás, mas pode conter líquidos.

**Gás natural comercializável:** volume pronto para transporte, após remoção de certos hidrocarbonetos e outros compostos presentes no gás natural não processado, atendendo a especificações de uso geral. Exclui-se daí o gás combustível usado ou não aproveitado nas plataformas.

**Gás natural desulfurado:** gás natural que contém quantidades tão pequenas de compostos sulfurosos que pode ser utilizado sem purificação.

**Gás natural liquefeito (GNL):** gás natural que tenha sido liquefeito por resfriamento a menos de 258°F (-161°C) à pressão atmosférica.

**Gás natural não associado:** gás natural livre num reservatório que não está em contato e nem dissolvido no petróleo bruto do reservatório.

**Gás Natural ou Gás:** todo hidrocarboneto ou mistura de hidrocarbonetos que permaneça em estado gasoso ou dissolvido no óleo nas condições originais do reservatório, e que se mantenha no estado gasoso nas condições atmosféricas normais, extraído diretamente a partir de reservatórios petrolíferos ou gaseíferos, incluindo gases úmidos, secos, residuais e gases raros. Ao se processar o gás natural úmido nas UPGNs se obtém: (i) o gás seco, que contém principalmente metano (C1,) e etano (C2); (ii) o líquido de gás natural (LGN), que contém propano (C3) e butano (C4), que formam o gás liquefeito de petróleo (GLP); e (iii) a gasolina natural (C5).

**Gás natural seco:** gás natural que não contém petróleo bruto ou condensado, ou gás do qual tenham sido retirados os líquidos.

**Gás natural úmido:** gás com predominância do metano, mas com teor relativamente alto de outros hidrocarbonetos, os quais seriam normalmente separados como LGNs nas UPGNs.

**Gás pobre:** gás de poder calorífico relativamente baixo.

**Gases de combustão:** gases resultantes da queima de um combustível.

**Gasoduto:** Tubulação destinada à transferência de gás. Na forma mais ampla, pode ser entendido como sistema de gás.

**Gasoduto de transmissão:** tubulação cuja finalidade é transportar o gás de uma fonte para um ou mais centros de distribuição, ou destinado em pressões mais altas, por ser mais extenso

e por apresentar grandes distâncias entre suas derivações.

**Gasogênio:** gás combustível produzido pela gaseificação contínua de combustível sólido numa mistura de ar e vapor (ou às vezes somente ar). Foi muito usado em veículo, durante a 2ª Guerra Mundial, em substituição à gasolina e nafta.

**Gasolina Natural (C5+):** Mistura de hidrocarbonetos que se encontra na fase líquida, em determinadas condições de pressão e temperatura, composta de pentano (C5) e outros hidrocarbonetos pesados. Obtida em separadores especiais ou unidades de processamento de gás natural (UPGN) Pode ser misturada à gasolina para especificação, reprocessada ou adicionada à corrente do petróleo.

**Geração de eletricidade em ponta:** Geração de energia elétrica, nos chamados "horários de ponta de consumo" utilizando gerador a gás natural.

**Geração térmica:** conversão de energia, na qual se consome combustível para gerar calor, que é então convertido em energia elétrica. O combustível pode ser carvão, petróleo ou gás urânio.

**GNC:** gás natural comprimido, utilizado em veículos ou equipamentos, que operam a pressão mais elevada.

**GNV:** gás natural veicular, utilizado em veículos ou equipamentos, que operam a pressão mais elevada.

**Hidratos:** condensado indesejável, semelhante a gelo, que aparece no gás natural, contendo vapor de água quando submetido a pressão.

**Hidrocarbonetos:** compostos químicos orgânicos, formados por átomos de carbono e hidrogênio, que compõem a base de todos os derivados de petróleo. Podem se apresentar na forma sólida, líquida ou gasosa. O petróleo e o gás natural são exemplos de hidrocarbonetos.

**Hub:** localidade geográfica na qual um grande número de compradores e vendedores negociam o gás natural e o entregam fisicamente nesse ponto.

**Impacto Ambiental:** qualquer alteração ambiental causada pelo homem, afetando a ele próprio e às formas animais e vegetais de vida.

**Índice de combustão:** relação entre monóxido e dióxido de carbono, existente nos produtos de combustão.

**Índice de Wobbe:** poder calorífico superior do gás, dividido pela raiz quadrada de sua densidade relativa ao ar.

**Inertes:** constituintes de um gás que não contribuem para seu poder calorífico. Os inertes comuns são o dióxido de carbono, oxigênio e nitrogênio.

**Injetor:** peça utilizada na alimentação de gás para um queimador (ex.: nos fogões).

**Instalação de armazenagem:** instalação utilizada para a armazenagem de gás natural, de propriedade ou explorada por uma empresa, exceto a parte utilizada para as atividades de produção.

**Instalação predial:** conjunto de tubulações, medidores, reguladores, registros, drenos, válvulas, recipientes de gás e aparelhos de utilização, com os necessários complementos destinado ao armazenamento, condução e utilização do gás combustível.

**Instalações internas:** todo o trecho da instalação de gás desde a saída do medidor até dentro do apartamento, incluindo as conexões de ligações com os aparelhos de consumo (fogões, aquecedores e boilers), independente dessas instalações passarem por áreas comuns do prédio ou dentro do apartamento.

**Kcal:** denomina-se kilocaloria e significa a quantidade de calor liberada na combustão completa de uma combustível. Ela pode ser expressa em Kcal/m<sup>3</sup> (volume) ou Kcal/kg (massa). Cada combustível tem uma determinada quantidade de kilocalorias por metro cúbico ou por kilo, que lhe é peculiar.

**LGN:** líquidos de gás natural. Hidrocarbonetos de alto valor comercial, que podem ser extraídos do gás natural produzido, a forma líquida. Inclui etano, GLP e pentano, além de alguns hidrocarbonetos mais pesados, como a gasolina.

**Limitador de vazão:** dispositivo que tem por objetivo interromper a passagem de gás na instalação predial, a jusante do ponto onde está instalado, quando a vazão exceder um valor estabelecido.

**Liquefação de gás:** processo de resfriamento de gás natural a uma temperatura de -162°C, reduzido dessa forma seu volume em 600 e tornando-o líquido. O gás assim liquefeito pode ser transportado por navios metaneiros, ou armazenados em tanques ou reservatórios subterrâneos.

**Malha:** lay out de um sistema de distribuição do gás em uma cidade.

**Manômetro:** aparelho de medição da pressão de líquidos e gases. Quando mede a pressão atmosférica leva o nome de barômetro.

**Matriz energética nacional:** participação relativa das diversas fontes energéticas de um país no consumo de energia primária. Essas fontes podem ser renováveis ou não renováveis.

**Medição:** registro de uma quantidade de gás que passa através de uma determinada seção de tubulação, em um período de tempo.

**Medidor:** aparelho destinado à medição do volume de gás consumido em um determinado período de tempo.

**Medidor coletivo:** aparelho destinado à medição do consumo total de gás de um conjunto de

consumidores.

**Medidor de diafragma:** medidor no qual uma parede da câmara de medição incorpora um material flexível, deslocando quantidades determinadas de volume.

**Medidor de turbina:** medidor no qual a vazão é determinada pela rotação do elemento primário, provocada pelo escoamento do fluido no qual está imerso.

**Medidor individual:** aparelho destinado a medição do volume de gás consumido por apenas um consumidor.

**Mercaptana:** composto de carbono, hidrogênio e enxofre, encontrados no óleo e no gás. Ao serem misturados em pequenas quantidades ao gás natural e aos gases liquefeitos conferem ao gás um odor característico, aumentando a segurança na utilização desses combustíveis, pois permite a identificação de vazamentos.

**Metano:** hidrocarboneto encontrado na natureza, formado por um átomo de carbono e quatro átomos de hidrogênio (CH<sub>4</sub>) e que, junto com outros hidrocarbonetos, é predominante na composição do gás natural.

**Metaneiro:** navio especialmente projetado para o transporte de gás natural liquefeito (GNL).

**Mistura GLP-AR:** mistura de gás liquefeito de petróleo e ar para obter um determinado poder calorífico e passível de ser distribuído através de um sistema de distribuição, utilizando também como reserva e para fins de suplementação de pico.

**Monóxido de carbono (CO):** Gás tóxico formado na queima incompleta de um combustível. Quando o equipamento de queima não está devidamente regulado, as quantidades de monóxido de carbono geradas podem ser altas e muito prejudiciais ao ser humano.

**Nafta:** fração de destilação do petróleo, constituída por hidrocarbonetos de baixo ponto de ebulição, usada para fins energéticos e não energéticos.

**Netback:** o valor do gás vendido ao cliente no ponto de consumo, descontados o custo de transporte e o custo de produção.

**Número de Metano:** Indica a capacidade anti-detonante do gás natural, seus limites podem ser comparados com a octanagem da gasolina.

**Odorizante:** substância do tipo das mercaptanas que conferem odor característico ao gás natural, para detectar sua presença no ambiente, em caso de vazamento.

**Óleo Combustível:** óleos residuais de alta viscosidade, obtidos do refino do petróleo ou através da mistura de derivados pesados com óleos residuais de refinaria. São utilizados como combustíveis industriais para geração de calor, ou indiretamente na produção de trabalho a partir de uma fonte térmica.

**Óleo Cru ou Bruto:** fração do petróleo existente na fase líquida nas condições originais do

reservatório, que permanece líquida nas condições de pressão e temperatura da superfície.

**Ozono:** forma reativa do oxigênio que filtra a radiação ultravioleta na estratosfera, mas é destruída pelo carbono, flúor corados e halogênios. Na atmosfera é produzido por reações entre compostos voláteis e óxidos de nitrogênio, e como constituinte do smog (nevoeiro com fumaça) fotoquímico, é um irritante e pode causar dificuldades respiratórias.

**Perda de distribuição:** quantidade de gás perdida através de vazamento ou condensação no fornecimento de gás a consumidores através de gasodutos.

**Petróleo:** mistura de hidrocarbonetos oleosos de ocorrência natural, com cores variando de verde a preta, encontrada em lençóis na terra, a exemplo do óleo cru e condensado. O nome é derivado do latim oleum o que ocorre naturalmente nas rochas petra.

**Pico diário:** volume máximo de gás fornecido em um dia.

**Pig instrumentado:** sistema utilizado na inspeção de gasodutos para avaliar o estado das tubulações.

**Pó na rede:** Resíduos provenientes de redes antigas e que são carregadas pelo gás através da tubulação.

**Poço comercial:** poço de produção líquida suficiente, no qual existe a expectativa de retorno do investimento em prazo razoável, e cuja operação gere lucro. Um poço raso, que produza 50 barris por dia em local rapidamente acessível em terra, pode ser um poço comercial. Tal poço, virtualmente localizado em qualquer área em mar, onde a infra-estrutura de produção, e gasodutos tenham que ser construídos, não seria considerado um poço comercial.

**Poder calorífico:** quantidade de calor (energia sob a forma de calor) que se desprende na combustão (queima) completa de uma unidade de volume de gás. O poder calorífico é expresso em Kcal/m<sup>3</sup>. Cada combustível possui seu próprio poder calorífico que corresponde à capacidade do combustível de gerar calor.

**Poder calorífico inferior:** quantidade de calor liberada pela combustão completa de uma unidade em volume ou massa de um combustível, quando queimado completamente em uma certa temperatura, permanecendo os produtos de combustão em fase gasosa (sem condensação do vapor d'água).

**Poder calorífico superior:** quantidade de calor liberada pela combustão completa de uma unidade em volume ou massa de um combustível, quando queimado completamente em uma determinada temperatura, levando-se os produtos da combustão, por resfriamento, à temperatura da mistura inicial (o vapor d'água é condensado e o calor recuperado).

**Polietileno:** é um material usado em tubulações de gás em baixas e médias pressões. Sua principal vantagem é maior facilidade na instalação e não sofrer com processos corrosivos.

**Ponto de fulgor (flashpoint):** temperatura na qual um líquido inflamável, num ambiente fechado, liberta vapor suficiente para criar uma mistura explosiva no espaço de ar acima dela, mistura esta que formará um lampejo se exposta em contato com uma chama ou faísca, para se avaliar a segurança em armazenamento, transporte, algumas vezes, no manuseio do combustível.

**Ponto de fusão:** temperatura específica na qual uma substância sofre uma mudança de estado de sólido para líquido.

**Ponto de instalação:** extremidade da canalização interna, destinada a receber o medidor.

**Ponto de orvalho:** temperatura na qual a condensação da fase vapor ocorre. Se não for especificada nenhuma pressão, o ponto de orvalho refere-se geralmente a pressão atmosférica normal.

**Potência de projeto (Pp):** potência, expressa em KW ou Kcal/h, utilizada para dimensionamento.

**Potência instalada (P):** somatória das potências máximas dos aparelhos de utilização instalados, expressa em KW ou kcal/h.

**Potência nominal:** quantidade de calor contida no combustível consumido, na unidade de tempo, pelo aparelho de utilização, com todos os queimadores acesos e devidamente regulados, indicada pelo fabricante.

**Pressão:** unidade empregada para designar os diversos níveis em que trabalham as redes de gás. Esses níveis podem ser: baixa, média pressão e alta pressão.

**Pressão absoluta:** soma da pressão manométrica com a pressão atmosférica.

**Pressão atmosférica:** pressão do peso do ar e do vapor de água na superfície da terra. Aproximadamente 101Kpa ou 760 mm de mercúrio, ao nível do mar.

**Pressostato:** dispositivo sensor de pressão, projetado para fornecer um sinal de saída em função de um valor pré-determinado.

**Processamento de gás:** separação entre óleo e gás e a remoção de impureza e líquidos do gás natural.

**Propano:** hidrocarboneto saturado com três átomos de carbono e oito de hidrogênio (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>), gasoso, incolor e possui cheiro característico. Empregado como combustível doméstico e como iluminante; utilizado como fonte de calor industrial em caldeiras, fornalhas e secadores. É um dos componentes do GLP, o gás de cozinha.

**Queima:** reação química entre combustível e comburente com liberação do calor.

**Queimador:** componente de um sistema de combustão, responsável pela manutenção de uma chama estável, onde se processa uma combustão segura e controlada.

**Ramal do usuário:** é uma tubulação que, recebendo o gás da rede de distribuição, o fornece ao consumidor.

**Ramal entupido:** obstrução da passagem do gás, geralmente motivada por corrosão, água ou sujeira.

**Ramal externo:** é a parte da canalização de gás compreendida entre a rede de distribuição e o conjunto de medição e regulagem de pressão. Sua construção e manutenção são de responsabilidade da Distribuidora.

**Ramal interno:** conjunto de dutos, elementos e acessórios, instalados após o conjunto de medição e regulagem de pressão. Sua manutenção é de responsabilidade do cliente.

**Rede de distribuição:** tubulação de distribuição, estações de controle de pressão, válvulas, equipamentos operados por uma companhia de gás, para levar gás desde os pontos de suprimento ou de fabricação até os medidores dos consumidores.

**Refrigerador a gás:** aparelho destinado a resfriar um compartimento fechado, cuja fonte de energia principal é gás combustível, geralmente operando em ciclo de absorção.

**Registro de conexão de aparelho:** dispositivo de corte que, pertencente à instalação individual, está situado o mais próximo possível da conexão de cada aparelho a gás podendo interromper o fornecimento de gás a cada um deles. Não deve ser confundido com os registros incorporados aos aparelhos a gás. É necessário em todos os casos.

**Registro geral de corte:** dispositivo destinado a interromper o fornecimento de gás para um usuário.

**Regulador combustível-ar:** relação da taxa de fornecimento de combustível para a taxa de fornecimento de ar necessário para obter a característica de combustão desejada.

**Regulador de pressão:** dispositivo colocado na linha de gás para reduzir, controlar ou manter a pressão.

**Reservas Possíveis:** reservas de petróleo e gás natural cuja análise dos dados geológicos e de engenharia indica uma maior incerteza na sua recuperação quando comparada com a estimativa de reservas prováveis.

**Reservas Provadas:** reservas de petróleo e gás natural que, com base na análise de dados geológicos e de engenharia, se estima recuperar comercialmente de reservatórios descobertos e avaliados, com elevado grau de certeza, e cuja estimativa considere as condições econômicas vigentes, os métodos operacionais, usualmente viáveis e os regulamentos instituídos pela legislações petrolífera e tributária brasileiras.

**Reservas Prováveis:** reservas de petróleo e gás natural cuja análise dos dados geológicos e de engenharia indica uma maior incerteza na sua recuperação quando comparada com a

estimativa de reservas provadas.

**Reservas Totais:** soma das reservas provadas, prováveis e possíveis.

**Revisão:** vistoria técnica para verificar se as instalações e aparelhos dos clientes estão de acordo com as normas de segurança estabelecidas pelo Regulamento de Instalações Prediais de Gás.

**RIMA:** relatório de impacto ambiental, menos elaborado que o EIA e de leitura acessível ao público em geral. Exigido pelos órgãos ambientais responsáveis pela emissão da licença prévia de gasodutos.

**Scada:** sistema direto de aquisição, supervisão e controle de dados relacionados à operação de gasodutos (pressão, temperatura vazão, etc) de acionamento remoto automático ou manual.

**Serviço de Ponta:** serviço que assegura ao comprador uma certa quantidade de gás natural, entregue a pedido deste para atender os períodos de demande de ponta.

**Serviço firme:** a qualidade de serviço de transporte ou venda de gás aos clientes, conforme uma programação de entrega que antecipa interrupções não planejadas. É geralmente associado às companhias de distribuição, que atendem clientes residenciais e outros usuários finais de alta prioridade.

**Serviço Interruptível:** Serviço de gás sujeito a interrupção à critério do transportador. Também conhecido como "serviço de melhor preço". As tarifas para serviços interruptíveis são inferiores àquelas praticadas pra serviço firme.

**Ship or pay:** Cláusula incluída nos contratos de transporte de gás natural segundo a qual o consumidor final ou a concessionária, para quem está sendo feito o transporte, são obrigados a pagar pelo transporte do gás mesmo no caso de o gás não ser transportado.

**Sistema de bloqueio de segurança:** sistema de válvulas de bloqueio, associado a um circuito de controle, que gerencia o fornecimento de gás aos queimadores, permitindo ou não o fluxo.

**Sistema de combustão:** conjunto composto por queimadores, sistema de suprimento de ar de combustão, sistema de suprimento de gás e geralmente sistema de proteção de controle de chama.

**Sistema de detecção de chama:** sistema composto por sensor de chama, amplificador de sinal de chama e relê de chama.

**Sistema de distribuição:** anéis, laterais, gerais, redes, ramais e equipamentos que distribuem ou controlam o gás do ponto ou pontos de suprimento locais (usualmente as City Gates) até e inclusive os medidores dos consumidores.

**Sistema de distribuição de alta pressão:** sistema de gasodutos de distribuição que opera a pressão maior do que a padrão de abastecimento do consumidor. Em tal sistema é exigida a

instalação de um regulador em cada ramal para controlar a pressão de abastecimento do consumidor.

**Sistema de suprimento de ar de combustão:** sistema de suprimento de gás e geralmente sistema de proteção de controle de chama.

**Take-or-Pay:** cláusula contratual na qual o comprador assume a obrigação de pagar por uma certa quantidade de gás contratada, independente de retirá-la.

**Tanque estacionário:** vasos de formato cilíndrico pressurizados, usados para armazenar grandes quantidades de gás liquefeito de petróleo (GLP).

**Telemetria:** transmissão para um ponto distante, para registro ou demonstração de informações relativas ao estado do sistema do qual é derivado.

**Temperatura ambiente:** temperatura do ar no meio circulante a uma estrutura ou um equipamento.

**Terminal:** peça a ser colocada na extremidade exterior da chaminé primária, destinada a impedir a entrada de água de chuva e minimizar os efeitos dos ventos na seção de saída da chaminé. Instalação de despacho ou recebimento de gás natural liquefeito (GNL).

**Termodinâmica:** parte da física que investiga os processos de transformação de energia e o comportamento dos sistemas nesses processos.

**Teste de estanqueidade:** teste, geralmente feito em baixos níveis de pressão para demonstrar se um sistema de tubulação não apresenta vazamentos.

**Tiragem:** fluxo de gases ou ar através de chaminé, conduta ou equipamento, provocado por diferenças de pressão ou da densidade.

**Tiragem forçada ou induzida:** fluxo de tiragem onde o deslocamento dos produtos da combustão é feito através de dispositivo mecânico usualmente ventiladores.

**Tiragem natural:** tipo de tiragem onde o deslocamento dos produtos da combustão é feito através da conversão natural.

**Tomada de pressão:** tubo que transmite a pressão do gás de um ponto onde deva ser controlada ao atuador do regulador, manômetro ou outro dispositivo.

**Transformação e conversão de energia:** embora muitas vezes utilizados de forma equivalente, a rigor, a transformação se aplica à produção de energia sem mudança do estado físico da fonte geradora, mudança essa que ocorre no caso da conversão.

**Tratamento ou Processamento de Gás Natural:** conjunto de operações destinadas a permitir o seu transporte, distribuição e utilização.

**Trocador de calor (heat exchange):** equipamento destinado à transferência de calor de fluido em movimento para outro, sem contato direto entre ambos. Existem dois tipos;

contínuos e descontínuos ou de batelada.

**Tubo camisa:** Tubo, no interior do qual a tubulação é montada, cuja finalidade é proteger a rede de distribuição em locais com riscos de impactos mecânicos, tais como cruzamentos, travessias, etc.

**Tubo flexível:** usado para ligar um aparelho de queima a outro tubo rígido de alimentação de gás.

**Tubo rígido:** tubo que durante a construção de tubulações não pode ser dobrado ou curvado.

**Tubo sem costura:** tubo fabricado sem junta soldada e normalmente feito por extrusão.

**Tubo semi-rígido:** tubo que durante a construção de tubulações, pode ser dobrado ou curvado, desde que a temperatura seja adequada e dentro dos limites estabelecidos pelas respectivas normas técnicas de sua fabricação.

**Turbina a gás:** turbina propulsão pela combustão de uma mistura comprimida de ar e gás natural, usada na geração de energia elétrica.

**UPGN:** Unidade de Processamento de gás natural, instalada com a finalidade de remover GLP, gasolina e outros líquidos de valor comercial presentes no gás natural bruto.

**Vala:** nome dado às escavações longas e estreitas executadas no solo para a colocação das tubulações de gás.

**Válvula de alívio:** dispositivo que permite reduzir a pressão interna da instalação, através da liberação direta de gás para o exterior, quando se atinge um valor pré-determinado.

**Válvula de Bloqueio Intermediária:** Dispositivo que restringe, total ou parcialmente, o fluxo de gás e é instalado ao longo da rede de distribuição.

**Válvula de medidor:** dispositivo de corte situado o mais próximo possível da entrada do medidor de gás.

**Válvula de prumada coletiva:** dispositivo de corte que permite interromper a passagem de gás no trecho da instalação comunitária, que abastece vários consumidores.

**Válvula de ramal:** dispositivo de corte mais próximo ou no limite da propriedade, acessível pelo exterior da propriedade e identificável, que pode interromper a passagem total gás para o consumidor.

**Válvula de segurança:** válvula instalada na calçada. É o mesmo que válvula de ramal. Em casos de emergência é fechada imediatamente.

**Vaporização:** passagem do estado líquido para o estado gasoso.

**Vazão nominal:** é a vazão volumétrica máxima do gás que pode ser consumida por um aparelho de utilização.

**Ventilação permanente:** é um dos principais itens de segurança para ambientes que

contenham aparelhos a gás. Existem vários modos de se obter ventilação permanente: janelas com báculos fixas, portas com grades de ventilação e outros.

**Volátil:** líquido que, nas condições ambientes, se torna gasoso.