



**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS  
DE SERGIPE FANESE  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ANA SIMPLÍCIA LEMOS COUTINHO**

**VANTAGENS DA SUBSTITUIÇÃO DO GLP PELO GÁS  
NATURAL EM RESIDÊNCIAS E CONDOMÍNIOS**

**Aracaju - Sergipe  
2008.1**

**ANA SIMPLÍCIA LEMOS COUTINHO**

**VANTAGENS DA SUBSTITUIÇÃO DO GLP PELO GÁS  
NATURAL EM RESIDÊNCIAS E CONDOMÍNIOS**

**Monografia apresentada à  
Coordenação do Curso de Engenharia  
de Produção, da FANESE, como  
requisito parcial para a obtenção do  
grau de Bacharel em Engenharia de  
Produção.**

**Orientador: Prof. Kleber Andrade  
Souza**

**Coordenadora: Profa. MSc. Helenice L.  
Garcia**

**Aracaju - Sergipe  
2008.1**

**ANA SIMPLÍCIA LEMOS COUTINHO**

**VANTAGENS DA SUBSTITUIÇÃO DO GLP PELO GÁS  
NATURAL EM RESIDÊNCIAS E CONDOMÍNIOS**

**Monografia apresentada à banca examinadora da Faculdade de Administração de Negócios de Sergipe – FANESE, como requisito parcial para cumprimento do Estágio Curricular e elemento obrigatório para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção no período de 2008.1.**

---

**Profa. Msc. Helenice Leite Garcia  
1ª Examinadora**

---

**Profa. Dra. Ana Eleonora Almeida Paixão  
2ª Examinadora**

---

**Prof. Esp. Kleber Andrade Souza  
Orientador**

**Aprovado (a) com média: \_\_\_\_\_**

**Aracaju (SE), \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2008.**

**A minha família.**

## **AGRADECIMENTOS**

A DEUS, por proporcionar-me a conclusão de mais uma etapa da vida que se consuma neste trabalho.

A FAMÍLIA, em especial as minhas tias Beta, Railda e Melinha, pela formação e pelo grande apoio que me deram durante estes anos de vida acadêmica.

A professora Helenice Garcia, pela valiosa amizade dispensada no decorrer do curso, pela paciência e incansável disposição em colaborar com todos.

Aos professores Francisco Lopes, Marcos Aguiar e Anselmo Nascimento, que foram tão importantes na construção da minha formação profissional.

A todos os COLEGAS de turma, pelos agradáveis momentos vividos e pelo grande elo de amizade formado, em especial a Solierte, amigo de todos os momentos.

Ao professor orientador Kleber Souza, pela competência, que muito contribuiu para inspiração e amadurecimento dos meus conhecimentos e conceitos, os quais me garantiram a conclusão deste trabalho.

A todos os Colaboradores da Sergipe Gás S.A. pelo aprendizado e incentivo a mim dispensado.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente estiveram presentes e torceram para a conclusão de mais essa etapa.

**O ser humano separa uma parte do mundo para, moldando-a ao seu jeito, construir um abrigo protetor e permanente [...] O ser humano está sempre tornando habitável a casa que construiu para si. Ético significa, portanto, tudo aquilo que ajuda a tornar melhor o ambiente para que seja uma morada saudável: materialmente sustentável, psicologicamente integrada e espiritualmente fecunda.**

**Leonardo Boff**

***In: A águia e a galinha.***

## RESUMO

O presente estudo, intitulado "Vantagens da substituição do GLP pelo gás natural em residências e condomínios", foi desenvolvido com o principal objetivo de avaliar a comercialização, distribuição e medição de gás natural, no segmento residencial e condominial, considerando suas vantagens e desvantagens em sobreposição ao Gás Liquefeito de Petróleo (GLP). Para que esse objetivo fosse alcançado, buscou-se: analisar os benefícios na substituição do gás liquefeito para o uso do gás natural; verificar a existência de aumento na demanda na utilização do gás natural nos últimos cinco anos; e identificar a infra-estrutura de distribuição do gás natural em Aracaju. A escolha se deve à crescente participação do gás natural na matriz energética brasileira, configurando esse combustível fóssil como tema atual e multidisciplinar, na medida em que inclui conhecimentos de engenharia, economia, geologia, sociologia, entre outros. A pesquisa é do tipo descritivo, pois busca descrever aspectos peculiares à substituição do GLP pelo gás natural, em residências e condomínios, partindo-se da premissa de que tal substituição traz muitos benefícios para o cliente. Também é uma pesquisa do tipo qualitativa, devido ao seu caráter interpretativo e à maior proximidade do pesquisador com a Sergipe Gás S.A. (SERGAS), a qual disponibiliza informações indispensáveis sobre o gás natural. O método é indutivo, uma vez que o grau de confirmação dos enunciados depende das evidências ocorrentes. Quanto ao procedimento, realizou-se uma pesquisa bibliográfica e documental, a partir da leitura de textos publicados em livros, artigos e em sites de Companhias distribuidoras de gás natural no Brasil. Dentre outras evidências, foi possível concluir que as vantagens da substituição do GLP pelo gás natural em residências e condomínios são muitas. Também foi constatado que o gás natural tende a um grande desenvolvimento em Sergipe, por ser o 5º maior produtor de gás natural do Brasil, o terceiro produtor desse gás em campos marinhos na região Nordeste e a 7ª maior reserva nacional, disponibilizando cerca de 4,7 bilhões de metros cúbicos.

Palavras-chave: Gás natural. Gás Liquefeito de Petróleo. Produção.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 – Origem e Extração do Gás Natural .....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 2 – Traçado do GASBOL .....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 3 – Rede de Gasodutos e Conexões com Bolívia e Argentina .....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 4 – Caminhão ou Carreta com Feixe de Cilindros para Transporte de Gás Natural Comprimido .....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 5 – Sistema de Distribuição GNC para Consumo em Baixa Pressão .....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 6 – Locais de Atuação da SERGAS .....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 7 – Mapa Parcial de Expansão da Distribuição do Gás Natural em Aracaju .....</b>	<b>64</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 – Consumo Médio Diário de Gás Natural por Segmento no Brasil (2004) .....</b>	<b>25</b>
<b>Tabela 2 – Cidades Atendidas pelas Distribuidoras (2005) .....</b>	<b>26</b>
<b>Tabela 3 – Tarifas dos Gasodutos de Transporte de Produção Nacional .....</b>	<b>31</b>
<b>Tabela 4 – Movimentação Média Diária Anual do Gás Natural no Brasil .....</b>	<b>45</b>
<b>Tabela 5 – Principais Diferenças entre o Gás Natural e o GLP .....</b>	<b>49</b>
<b>Tabela 6 – Emissões Padrões em Atividades Energéticas por Tipo de Combustível e por Uso Final .....</b>	<b>52</b>
<b>Tabela 7 – Evolução da Rede de Dutos de Gás Natural em Sergipe .....</b>	<b>61</b>
<b>Tabela 8 – Evolução dos Segmentos de Gás Natural em Sergipe .....</b>	<b>62</b>
<b>Tabela 9 – Número de Clientes por Segmento .....</b>	<b>62</b>

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1 – Estrutura e oferta interna de energia no mundo (2004) - 11.223,0 10<sup>6</sup> tep .....</b>	<b>18</b>
<b>Gráfico 2 – Evolução de consumo de gás natural por segmento .....</b>	<b>23</b>
<b>Gráfico 3 – Demanda de Gás Natural .....</b>	<b>24</b>

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS .....</b>	<b>ix</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Situação Problema .....</b>	<b>11</b>
<b>1.2 Objetivos .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2.1 Objetivo geral .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>12</b>
<b>1.3 Justificativa .....</b>	<b>12</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Origem e Características do Gás Natural.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Indústria do Gás Natural (IGN) no Brasil.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.1 Regulação da IGN.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.2 Entraves ao consumo do gás natural.....</b>	<b>30</b>
<b>2.3 Instalações Internas de Gás Natural e Funcionamento .....</b>	<b>31</b>
<b>2.4 Dimensionamento de Tubulações: instalação residencial.....</b>	<b>36</b>
<b>2.5 Transporte e Distribuição do Gás Natural .....</b>	<b>38</b>
<b>2.6 Vantagens da Substituição do GLP pelo Gás Natural em Residências e Condomínios .....</b>	<b>49</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>55</b>
<b>3.1 Tipo de Pesquisa.....</b>	<b>55</b>
<b>3.2 Procedimento de Pesquisa .....</b>	<b>55</b>
<b>3.3 Tratamento de Dados.....</b>	<b>56</b>
<b>4 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>57</b>
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>67</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com o passar do tempo, o homem percebeu que precisava ter uma postura diferenciada em relação à natureza, para que sua qualidade de vida não fosse comprometida.

O gás natural (GN) é um derivado fóssil encontrado em reservatórios profundos, associado ou não ao petróleo. A formação de petróleo e gás natural, embora ainda ocorra na natureza, é considerada não-renovável, pois os movimentos da crosta terrestre apresentam-se escassos e muito lentos, reduzindo a acumulação desses produtos. Além disso, não podem ser repostos pela ação humana, nem pela natureza, em um prazo útil. Mesmo que tais reservas estejam propensas ao esgotamento, no futuro, devido à grande quantidade que é anualmente extraída do subsolo, o gás natural deve ser o principal combustível a suceder o petróleo, prevalecendo durante a próxima metade do século atual (ABREU; MARTINEZ, 2003).

O petróleo e o gás natural são constituídos por hidrocarbonetos, ou seja, substâncias químicas formadas por átomos de hidrogênio e carbono. O petróleo é formado por compostos que são líquidos nas condições atmosféricas de pressão e temperatura, enquanto o gás natural é constituído por frações que permanecem gasosas nas mesmas condições do petróleo (ABREU; MARTINEZ, 2003).

De acordo com a região em que se encontra, o gás natural possui diferentes especificações. Por ser caracteristicamente inodoro, para ser utilizado, deve ser adicionado um odorante, que não altere suas condições de uso. O gás natural é mais leve do que o gás liquefeito de petróleo, razão pela qual dificilmente se acumula ao nível do solo, o que torna sua utilização mais segura.

A definição de gás natural como porção do petróleo gerou intensas discussões no período do monopólio do petróleo, pois desvincular o gás natural do petróleo implicaria excluí-lo da Lei n. 2004, de 3 de outubro de 1953. Todavia, a Petrobras classificava o gás natural como parte componente do petróleo, no seu código de reserva.

O gás natural conquista, hoje, uma participação cada vez maior na matriz energética brasileira. Em todo o mundo, as atenções têm se voltado para tal combustível, que parecem conduzir a um fortalecimento das forças de coesão econômica e ambiental na América do Sul. Os efeitos positivos desse processo são manifestos, a exemplo de um melhor aproveitamento dos recursos naturais e financeiros, das abrangentes alternativas energéticas com custos aceitáveis para os consumidores, aumento da capacidade de oferta, dentre outros. Dessa forma, a utilização do gás natural é com freqüência um importante fator de redução dos custos nos processos industriais.

### **1.1 Situação Problema**

O transporte, o descarregamento e a movimentação de botijões de gás liquefeito de petróleo (GLP) nas casas e condomínios, além dos custos elevados comparativamente ao gás natural, apresentam-se como atividades em que são percebidos vários riscos reais.

Entre estes riscos, destacam-se o manuseio de inflamáveis junto a áreas de uso comum, com circulação de pessoas e veículos, assim como, ocasionais prejuízos aos passeios e acessos utilizados.

Também há os riscos inerentes à central de gás, a qual se atribui a possibilidade de diversos tipos de acidentes, principalmente devido ao fato de a administração de alguns condomínios permitir que pessoas não habilitadas tentem solucionar algum problema na alimentação de GLP.

Quanto às casas, os riscos variam, estando relacionados a alguns fatores: existência de elementos com elevado potencial de risco de incêndio; vazamentos; descuido relacionado à manutenção do conjunto (botijão, válvula, mangueira, entupimentos etc.); coberturas de sapé, piaçava e similares; fontes de ignição; dentre outros.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Avaliar a comercialização, distribuição e medição de gás natural no segmento residencial e condominial, considerando suas vantagens e desvantagens em sobreposição ao GLP.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Analisar os benefícios na substituição do gás liquefeito para o uso do gás natural.
- Verificar a existência de aumento na demanda na utilização do gás natural nos últimos cinco anos.
- Identificar a infra-estrutura de distribuição do gás natural em Aracaju.

## **1.3 Justificativa**

A crescente participação do gás natural na matriz energética brasileira é assunto atual e de grande relevância devido à sua contribuição para a sociedade e para as comunidades científicas, pois abrange uma série de conhecimentos, por exemplo: engenharia, economia, geologia, sociologia, entre outros.

Desse modo, é necessário fazer um resgate histórico sobre o gás natural, abordando seu conceito, características, assim como sua situação no mundo e no Brasil, passando ao seu processamento primário para chegar ao seu uso no âmbito doméstico, uma vez que se trata de um produto viável nos seguintes aspectos: ecologia, segurança, infra-estrutura, níveis aceitáveis de manutenção de custos etc.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Origem e Características do Gás Natural**

O gás natural é uma mistura de hidrocarbonetos leves, originados da decomposição de matéria orgânica fossilizada ao longo de milhões de anos, que em condições normais de pressão e temperatura, permanece em estado gasoso. Este gás é encontrado na natureza em acumulações de rochas porosas no subsolo, terrestre ou marinho, em geral associado ao petróleo (ABREU; MARTINEZ, 2003).

Conforme Abreu e Martinez (2003, p. 14), os combustíveis fósseis, sem exceção, resultam do acúmulo de energia solar que incidiu sobre a superfície terrestre, transformada em energia química pela ação dos organismos vivos, ou seja, através de processos metabólicos assim como a fotossíntese. Tal acúmulo ocorreu ao longo das eras geológicas, durante centenas de milhões de anos, o que justifica a dificuldade de reproduzir esses combustíveis industrialmente e de modo econômico.

Os registros afirmam que o gás natural foi utilizado pela primeira vez na história da humanidade, há mais ou menos 3.000 anos, na China, onde um vazamento de gás na superfície permitiu a coleta e o transporte desse produto, por meio de tubulações de bambu, a fim de que fosse inflamado e usado na evaporação de água salgada para obtenção de sal (CORRÊA, 2003, p. 13).

A primeira fábrica a utilizar o gás situava-se na cidade inglesa Birmingham. Tal fato ocorreu no final do século XVIII, cem anos antes da luz elétrica. Ainda hoje se encontram em algumas cidades antigos lampiões de gás, embora desativados devido ao avanço tecnológico. No início, o gás utilizado derivava do carvão mineral. Houve também um período que, em muitos locais, se fazia o uso do gás manufacturado (CORRÊA, 2003).

Porém, a indústria do gás natural nasceu nos Estados Unidos da América, na segunda metade do século XIX, sendo inicialmente utilizado no setor industrial, em substituição ao gás manufacturado. O surgimento da indústria moderna de gás natural nos Estados Unidos culminou com a tecnologia usada na construção dos gasodutos com tubos de aço e solda longitudinal, e soldados eletricamente uns aos outros (CORRÊA, 2003).

As reações que resultaram na formação do petróleo e do gás natural podem ser produzidas artificialmente, todavia, os produtos resultantes não são economicamente viáveis com relação àqueles extraídos do subsolo. Entretanto, essas reações “podem ser empregadas em condições especiais, como numa região sem acesso às jazidas do subsolo ou sob fortes restrições de suprimento de combustíveis” (ABREU; MARTINEZ, 2003, p. 14).

Uma mistura de hidrocarbonetos leves, o gás natural permanece no estado gasoso à temperatura ambiente e pressão atmosférica. Caracteriza-se por ser um gás inodoro, incolor, atóxico e mais leve do que o ar. O gás natural é uma fonte de energia limpa, que pode ser usada nas indústrias, substituindo outros combustíveis mais poluentes, a exemplo dos óleos combustíveis, lenha e carvão.

O gás natural, assim como o petróleo, também é constituído de outras substâncias. Trata-se de impurezas provenientes de outros elementos químicos componentes da matéria orgânica que originou o gás natural. As impurezas comuns são, além da água salgada, compostos de enxofre (gás sulfídrico e outros compostos sulfurados), de oxigênio (gás carbônico), de nitrogênio e metais diversos. A utilização do gás natural depende da eliminação de contaminantes ou da redução dos seus teores.

As principais propriedades do gás natural são a sua densidade em relação ao ar, o poder calorífico, o índice de Wobbe, o ponto de orvalho da água e dos hidrocarbonetos e os teores de carbono, CO<sub>2</sub>, hidrogênio, oxigênio e compostos sulfurosos. Outras características essenciais importantes são os baixos índices de emissão de poluentes – em comparação a outros combustíveis fósseis – rápida dispersão em caso de vazamentos, e os baixos índices de odor e de contaminantes. Em relação a outros combustíveis fósseis, o gás natural apresenta maior flexibilidade, tanto em termos de transporte como de aproveitamento (ANEEL, 2002).

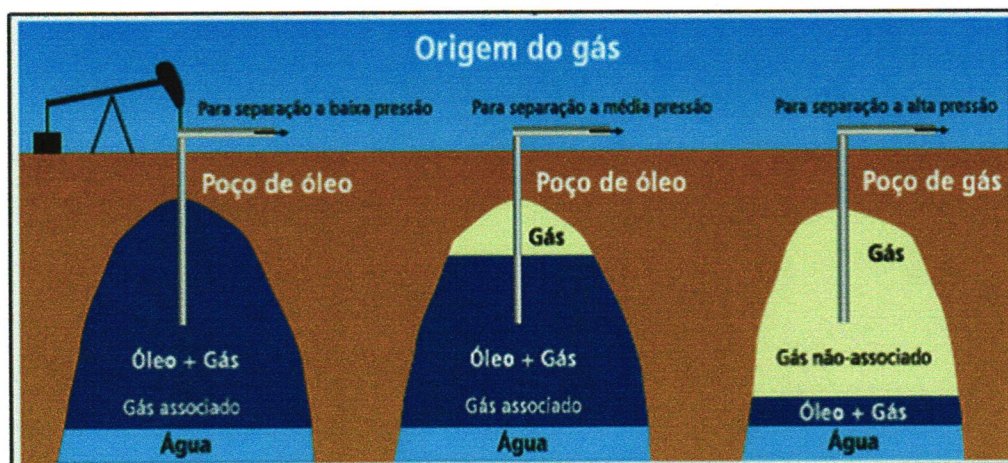
Cabe esclarecer que o índice de Wobbe é o quociente entre o poder calorífico e a raiz quadrada da densidade relativa sob as mesmas condições de temperatura e pressão de referência. Trata-se de uma medida da quantidade de energia disponibilizada em um sistema de combustão através de um orifício injetor. A quantidade de energia disponibilizada é uma função linear do índice de Wobbe. Caso dois gases tenham composições distintas, mas apresentem o mesmo índice de Wobbe, disponibilizarão à mesma quantidade de energia através de um orifício injetor à mesma pressão (ANP, 2002, p. 7).

O gás natural associado pode ser encontrado em pequenas ou grandes quantidades nas jazidas petrolíferas. Um reservatório é caracterizado como produtor de petróleo devido ao predomínio energético e econômico deste produto sobre o gás (IBP, 2008).

Segundo Abreu e Martinez (2003, p. 15, grifos dos autores), havendo “predominância do petróleo, quem define as condições de exploração da jazida é a produção deste combustível e, então, o **gás natural associado** é um subproduto da produção do primeiro”. Caso não existam condições econômicas para o aproveitamento do gás natural, ele é reinjetado na jazida ou queimado em queimadores de segurança (*flare*), evitando-se, assim, a formação de uma atmosfera rica em gases combustíveis no entorno das instalações de produção.

Diz-se que o gás natural não-associado ao petróleo, é aquele predominante, cujo aproveitamento econômico é essencial ao desenvolvimento da produção. O gás natural não-associado é o de maior ocorrência no mundo.

O gás natural também pode ser denominado de gás úmido, ou seja, aquele que contém frações líquidas de hidrocarbonetos comercialmente recuperáveis, e de gás seco, aquele que tem a fração líquida retida depois de processado na Unidade de Processamento de Gás Natural (UPGN). Na Figura 1, é mostrado um esquema da origem e extração do gás natural (VIEIRA *et al.*, 2005, p. 21).



**Figura 1:** Origem e Extração do Gás Natural  
 Fonte: Bahiagás (apud VIEIRA *et al.*, 2005, p. 21).

A composição do gás natural pode variar de conforme o campo, de acordo com o tipo de matéria orgânica que lhe deu origem, os processos naturais a que foi submetido e o processamento em unidades industriais, dentre outros fatores. O metano predomina em sua composição e quantidades menores de etano, propano e outros hidrocarbonetos de maior peso molecular. Também são encontrados nitrogênio, dióxido de carbono, água e compostos de enxofre, em forma de impurezas, porém, com baixo teor (VIEIRA *et al.*, 2005, pp. 21-22).

O metano é o hidrocarboneto existente na natureza que apresenta a maior relação de hidrogênio em relação ao carbono, o que favorece a menor formação de  $\text{CO}_2$  na reação de combustão. Desse modo, com uma composição predominante em metano, identifica-se o principal motivo para que o gás natural gere menos  $\text{CO}_2$ , em relação à combustão de outros combustíveis (VIEIRA *et al.*, 2005, p. 22).

Além de insumo básico da indústria gasoquímica, o gás natural tem-se apresentado cada vez mais competitivo em comparação a muitos outros combustíveis, tanto no setor industrial como no de transporte e na geração de energia elétrica. Nesse último caso, a inserção do gás natural na matriz energética nacional, combinada com a necessidade de ampliação do parque gerador de energia elétrica e com a diminuição dos melhores potenciais hidráulicos do país, tem despertado o interesse de analistas e empreendedores em ampliar o seu uso na geração termelétrica.

O gás natural, sob o ponto de vista ambiental, apresenta-se atualmente como uma fonte energética abundante menos nociva ao meio ambiente. Porém, cabe considerar o seu efeito nocivo sobre o ambiente terrestre em casos de vazamentos, tratando-se de um dos gases causadores do efeito estufa.

Assim, ao mencionar as características do gás natural, é importante levar em consideração o gás em si, o combustível, o produto e a matéria-prima, isto é, os quatro diferentes aspectos fundamentais deste gás.

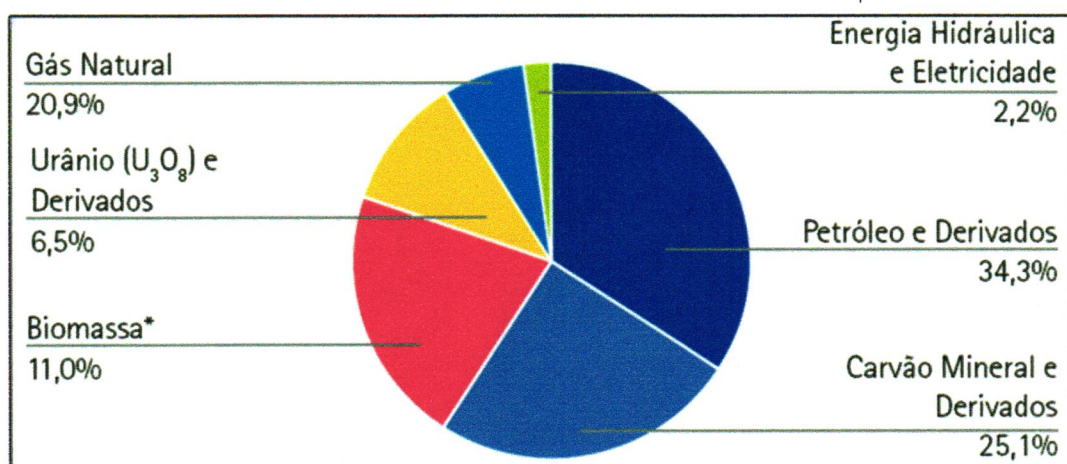
## **2.2 Indústria do Gás Natural (IGN) no Brasil**

Apesar do avanço das fontes de energia renovável e nuclear, o mundo ainda muito dependerá da energia de origem fóssil. As energias fósseis, até o ano 2025, “representarão aproximadamente 80% da matriz energética global, e sua demanda será superior no caso do *espírito da nova era*”. No período 2000-2025, um uso crescente de petróleo e carvão será indispensável para a obtenção de um intenso crescimento no consumo global de energia (SANTOS *et al.*, 2007, p. 74, grifos dos autores).

Segundo Santos *et al.* (2007, p. 74), conseqüentemente, as fontes de energia fóssil começam a perder participação relativa, passando a representar pouco mais de 60% da matriz em 2025, podendo-se reduzir mais rapidamente o papel do petróleo e do carvão e, entre as fontes de energia fóssil, o papel central passa gradativamente a ser ocupado pelo gás natural.

Ainda de acordo com Santos *et al.* (2007, p. 68), até os anos 1920 foram introduzidos métodos, tecnologias e infra-estrutura necessários a revolução na construção de grandes gasodutos de aço, importantes para a difusão do gás natural em diversos mercados, como o residencial e industrial.

Esse foi o primeiro passo para a inserção do gás natural na matriz energética mundial que, atualmente, representa 20,9% da oferta de energia, como se verifica no Gráfico 1.



**Gráfico 1:** Estrutura e oferta interna de energia no mundo (2004) - 11.223,0 10<sup>6</sup> tep  
**Fonte:** BRASIL, Balanço Energético Nacional (2007, ano base 2006, p. 35).

\* Biomassa inclui lenha, carvão vegetal, produtos da cana-de-açúcar, energia solar, eólica, geotérmica, etc.

Existem algumas peculiaridades técnico-econômicas determinantes para a dinâmica e desenvolvimento da Indústria de Gás Natural (IGN). O volume ocupado pelo gás natural é mil vezes maior do que o do petróleo no que se refere ao mesmo conteúdo energético. Por essa razão, o IGN requer investimentos e uma ampla infraestrutura de transporte e distribuição, da qual provém, em média, 2/3 dos custos totais do gás natural (ALMEIDA, 2004).

A IGN é constituída de uma indústria de rede, porque em sua extensa cadeia de produção, a coordenação entre as diversas etapas compõe elemento fundamental e a utilidade de cada equipamento está inevitavelmente vinculada à sua correta inclusão na cadeia. Por conseqüência, a falha de um destes equipamentos inviabiliza toda a cadeia, na medida em que a interrupção, seja qual for sua origem, provavelmente causará danos irreparáveis, tanto para o produtor, quanto para os consumidores. A divisão dessa cadeia se dá em três níveis de atividade: exploração, desenvolvimento e produção (*upstream*), processamento e transporte (*midstream*) e distribuição (*downstream*) (CECCHI, 2001).

Exploração é a fase em que são identificados os reservatórios (geofísica e geologia), perfuração e instalação de equipamentos para examinar a viabilidade do campo. Constatada a viabilidade econômica, passa-se à etapa de desenvolvimento do campo, que auferirá os investimentos nos equipamentos necessários à fase de produção do gás propriamente dito. A produção do gás natural (associado ou não ao petróleo) ocorre, não raro, em regiões distantes dos mercados consumidores e

muitas vezes em lugares de difícil acesso, a exemplo do que sucede entre a Floresta Amazônica e a Plataforma Continental do Brasil. Logo, aumentam os custos e os riscos dessa fase da cadeia do gás natural.

O *midstream* corresponde ao transporte do gás natural, através de dutos, até as estações de medição de vazão e redução de pressão (*city gates*<sup>1</sup>). Segundo a Agência Nacional do Petróleo (ANP, 2004), o transporte de gás canalizado é permitido exclusivamente para empresas que não comercializem o produto, mas essas podem comprar o gás natural indispensável ao seu próprio consumo.

Quanto à distribuição (*downstream*) é a etapa final da cadeia do gás natural e se inicia nos *city gates*, instalados nas interconexões entre os gasodutos de transporte e distribuição, terminando no usuário final. Nesta etapa, o gás já deve estar atendendo aos padrões de especificações e, quando necessário, deverá também estar odorizado para ser facilmente detectado em caso de vazamentos.

A indústria do Gás Natural se caracteriza por grandes economias de escala e investimentos que requerem elevado custo fixo. Apesar do grande volume de recursos despendidos na construção da infra-estrutura de gasodutos, os custos de transporte do Gás Natural são relativamente baixos, assim como o custo marginal da produção, isto é, o custo adicional de fornecimento de mais um metro cúbico a um cliente individual. Como consequência deste elevado custo fixo e da grande economia de escala existente, cria-se uma tendência à formação de uma estrutura de monopólio natural, com apenas uma empresa atuando e inibindo a entrada de novos agentes.

Essas são as mesmas razões porque, no segmento de distribuição, a presença de uma única firma decorre principalmente do fato da duplicação da rede ser antieconômica. Em outras palavras, significa que não é justificável, do ponto de vista econômico, que seja levado duas tubulações de gás ao mesmo mercado consumidor para que o usuário escolha de qual empresa distribuidora deseja comprar o gás natural. Se duas ou mais empresas atuassem na distribuição de gás, a ausência de grandes economias de escala dificultaria a redução dos preços do gás, tornando o combustível mais caro para a sociedade.

---

<sup>1</sup> *City Gate* é o ponto de entrega do gás natural; é onde a Petrobras mede e entrega o gás para a distribuidora estadual de gás (GASENERGIA, 2005).

Se a produção for caracterizada por economias de escala em toda parte, então o custo médio diminui enquanto a saída aumenta, e é sempre bem menos cara para que uma empresa produza toda a saída do que para diversas empresas produzir essa saída. Conseqüentemente, quando o custo médio reduzir com a saída, há um monopólio natural (CARLTON; PERLOFF, 1994, p. 151, tradução livre).

Devido à presença de grandes economias de escala, no setor de transporte e distribuição, o mercado comporta apenas uma firma operando em escala e escopo eficientes, pois o custo médio de uma única firma operando no mercado é menor que o de duas ou mais firmas em operação no mesmo mercado. Assim, há a tendência de concentração de mercado, por razão da elevada escala mínima de eficiência<sup>2</sup>. Este é o caso em que a escala mínima de eficiência é maior ou igual à totalidade do mercado. Se existe mais de uma firma atuando no mercado, os custos serão mais elevados do que em uma situação de monopólio.

Também é aspecto importante as economias de rede, pois, na medida em que as malhas de transporte e distribuição se tornam mais extensas e ramificadas, o custo marginal de expansão da rede decresce. Com a expansão da malha dutoviária, as áreas desprovidas de infra-estrutura de gasodutos tendem a se aproximar da rede de dutos, implicando em custos reduzidos em novas construções.

Além disso, é de grande importância que alguns aspectos do setor de transporte e distribuição sejam regulamentados, por exemplo: garantir retornos atrativos para os investidores; reduzir os riscos de investimento; evitar o abuso de poder de mercado, muito comum num regime monopolista.

Alguns dos aspectos mais característicos da IGN são as particularidades de seus ativos de transporte e distribuição: elevada intensidade em capital; longo prazo de maturação dos investimentos e existência de custos afundados. Tais fatos implicam em uma especificidade locacional importante, isto é, uma vez construídos, os gasodutos não podem ser realocados para um projeto diferente daquele para o qual foi inicialmente concebido (ALMEIDA, 2004).

É imprescindível que as instalações de infra-estrutura respondam, respectivamente, às intensas variações da demanda – sejam elas cíclicas ou

---

<sup>2</sup> Escala mínima de eficiência corresponde ao nível da planta onde todas as economias de escala possíveis são exauríveis e, portanto, representa a menor quantidade de produto possível de ser obtida de forma que o custo médio de longo prazo seja minimizado (KUPFER; HASENCLEVER, 2002, p. 52).

sazonais – bem como ao crescimento sustentado e de longo prazo desta mesma demanda. Desse modo, essas instalações são quase sempre superdimensionadas, projetadas de modo a ser facilmente expandidas e ter sua oferta ampliada em etapas bem definidas e escalonadas no tempo. Ante a possibilidade de os gasodutos não serem capazes de acompanhar o crescimento da demanda, os ativos de infra-estrutura se transformam rapidamente em pontos de estrangulamento, que inviabilizam em definitivo a continuidade do desenvolvimento (CECCHI, 2001).

Uma vez que essas instalações de infra-estrutura são superdimensionadas e não podem ser parceladas, seus ativos exigem um investimento inicial significativo, cujo prazo de maturação é consideravelmente elevado, sendo necessário muito tempo para que o investimento comece a dar retorno.

Há também o problema dos custos afundados (*sunk costs*), que estão fortemente vinculados aos custos fixos, podendo ser definidos como a diferença entre o custo de oportunidade *ex-ante* e o seu retorno após o compromisso de investimento ser realizado. Os gasodutos de transporte e distribuição são ativos que não podem ser reaproveitados em outras localidades, isto é, caso a demanda esperada pelo gás natural fique abaixo do esperado, não é possível aos os investidores reinstalar os dutos em novas cidades como forma de recuperar seus investimentos.

A dificuldade em diminuir as incertezas do mercado acaba afastando um grande número de agentes, o que torna esse mercado cada vez mais concentrado. É diretamente proporcional a relação entre a dimensão de *sunk costs* no custo fixo total do projeto e a tendência ao monopólio natural. Esta realidade reforça o entendimento de que é necessária a regulação neste mercado (AUSTVIK, 2000).

O gás natural compete com a eletricidade e o óleo combustível no setor industrial, enquanto no transporte, ele compete com o álcool, a gasolina e o diesel. Quanto ao setor residencial, a cocção é feita utilizando-se, na maioria dos casos, o gás liquefeito do petróleo (GLP).

Assim sendo, ainda não há um mercado cativo para o consumo do gás natural. Além disso, há baixa densidade energética e grande custo de transporte do insumo que raramente viabiliza o seu desenvolvimento. Pelo fato de o gás natural não possuir um mercado garantido, o preço desse gás tem o seu limite estabelecido

pelos energéticos substitutos, isto é, o consumo de gás será viável desde que esteja com o preço abaixo de seus concorrentes em todos os mercados.

Embora seja grande a concorrência com outros combustíveis, a IGN vem ganhando espaço no cenário mundial nas últimas décadas, devido a influência de fatores políticos, como o choque no preço do petróleo e as constantes guerras próximas às regiões petrolíferas, que vem incentivando os países importadores deste insumo a procurarem combustíveis alternativos. Influenciados por fatores ecológicos, os países industrializados vêm destacando o uso do gás natural em suas políticas energéticas. A isso, acrescenta-se o crescimento da própria dinâmica tecnológica da IGN, que pode ser constatado com o aumento do rendimento das turbinas a gás, sobretudo de tecnologia de ciclo combinado, que transformou a geração de eletricidade num mercado bastante atrativo para o gás natural.

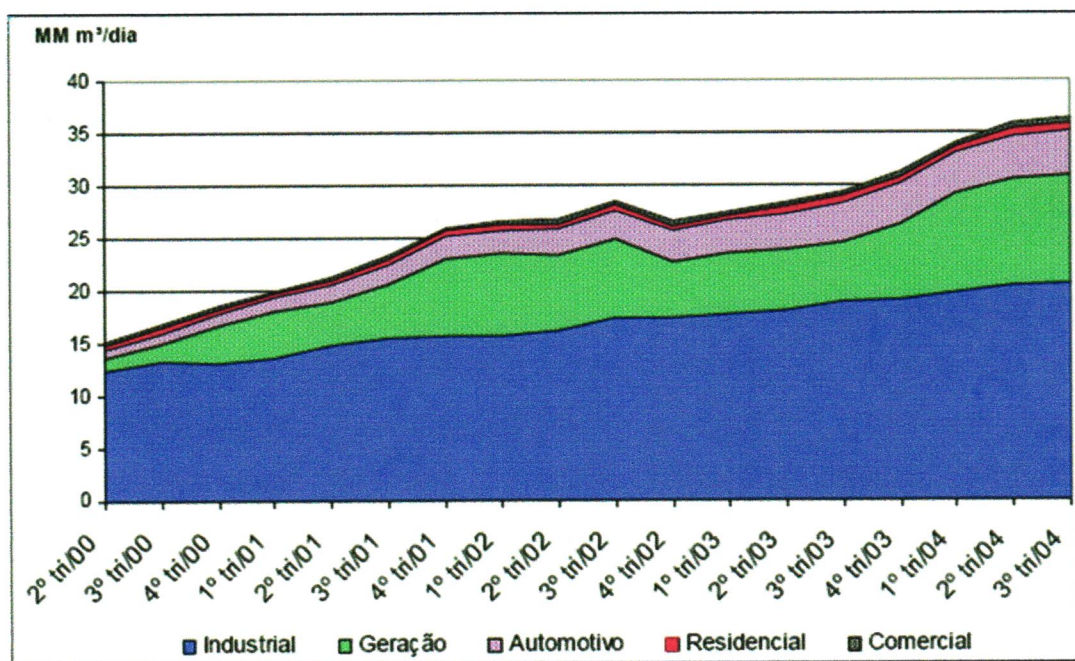
Quanto ao desenvolvimento do gás natural no cenário nacional, teve início na década de 1950, com as primeiras descobertas de óleo e gás na Bahia, quando gás era utilizado basicamente para ampliar a taxa de recuperação dos poços de petróleo, uma vez que a reinjeção do gás aumenta a pressão nos poços e facilita a extração do óleo. Na década de seguinte, com o surgimento das primeiras Unidades de Processamento de Gás Natural (UPGNs) na Bahia, o gás natural passou a ser comercializado e seu uso vem se expandindo ao longo do tempo. Inicialmente, o fornecimento de gás atingiu as indústrias têxteis e de cerâmica, mas o uso do gás na indústria petroquímica se deu a partir da década de 70 (KRAUSE; PINTO JUNIOR, 1998).

A produção interna de petróleo e, conseqüentemente, de gás natural associado foram incentivadas por fatos que aumentaram os custos de importação de petróleo: o primeiro choque do petróleo em 1973; a crise dos juros em 1979 (aumento da dívida externa); a elevação dos preços do petróleo e seus derivados e a desvalorização cambial brasileira. Nesse sentido,

O Brasil caminha na direção da matriz energética mundial, onde há uma maior participação de gás natural e uma menor participação de hidráulica, entretanto, ainda apresenta situação privilegiada em termos de utilização de fontes renováveis de energia. No país, 41% da [Oferta Interna de Energia] OIE é renovável, enquanto que a média mundial é de 14% e nos países da [Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento] OECD é de 6% (BRASIL, 2003, p.18).

O gás natural ainda possui uma baixa participação na matriz energética brasileira, embora seja um recurso natural abundante nesse território. Atualmente, de toda a energia que o país consome, 7,5% é proveniente do Gás Natural, o que corresponde a uma demanda em torno de 37 milhões de metros cúbicos de gás natural por dia ( $m^3/d$ ). Segundo o planejamento estratégico da Petrobras de 2005, a perspectiva é de que esse consumo no Brasil ocupe, em 2010, de 12% a 15% da matriz energética, alcançando a meta de 78 milhões  $m^3/dia$ .

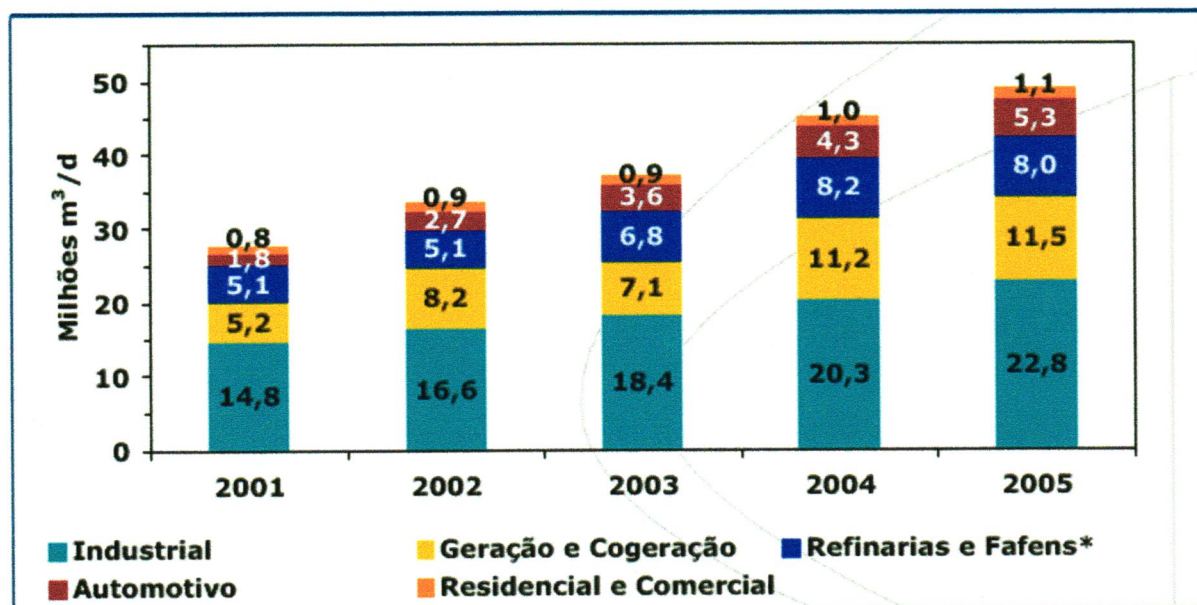
Como mostra o Gráfico 2, no segundo trimestre de 2000 a média de consumo de gás natural se encontrava em torno de 15 milhões de  $m^3$  diários. Contudo, já no final do terceiro trimestre de 2004, o consumo desse gás registrava uma demanda diária por volta de 37 milhões de  $m^3$  ao dia, o que figura uma média de crescimento de 25% ao ano. Também se pode notar que, ao longo desse período, o aumento do consumo deste combustível se deve aos setores automotivo, industrial e de geração elétrica, enquanto os setores residencial e comercial mantiveram o seu padrão de consumo praticamente inalterado.



**Gráfico 2:** Evolução de consumo de gás natural por segmento

Fonte: BNDES, 2005.

Entre 2001 e 2005, a demanda de gás natural passou de 28 para 49 milhões m<sup>3</sup>/d, registrando um crescimento de 15% a.a., o que é demonstrado no Gráfico 3.



\* Dados para Refinarias e Fafens são estimativas baseadas em dados da Petrobras, Brasil Energia e ANP.

**Gráfico 3:** Demanda de Gás Natural

Fonte: CBIE, ANP e Petrobras (apud CBIE, 2006, p. 4).

Segundo a ANP (2006), a produção nacional de gás natural, no mês de dezembro de 2006, foi de 47,9 milhões de m<sup>3</sup>/d, o que corresponde a um volume 0,6% inferior ao registrado no mês de novembro de 2006 e 0,7% superior à produção de dezembro de 2005.

Verifica-se na Tabela 1 que a maior participação do gás natural é na indústria, constituindo em torno de 56% do total de m<sup>3</sup> vendidos pelas distribuidoras. Quanto à co-geração, representa a demanda de 29% do total consumido. Também se observa a baixa participação do consumo residencial e comercial em comparação a demanda total pelo gás, que representam respectivamente apenas 2% e 1%. Assim, embora seja considerável a evolução do consumo, o atual estágio da IGN ainda se encontra muito abaixo dos 78 milhões m<sup>3</sup>/dia esperados pela Petrobras. O baixo aproveitamento do gás natural é atribuído ao fato de apenas uma área reduzida do território brasileiro ser coberta pela sua rede de gasodutos.

**Tabela 1 – Consumo Médio Diário de Gás Natural por Segmento no Brasil (2004)**

	<b>Co-geração</b>	<b>Industrial</b>	<b>Automotivo</b>	<b>Residencial</b>	<b>Comercial</b>
<b>JAN</b>	7.438	20.585	3.829	481	381
<b>FEV</b>	9.899	18.814	3.892	488	407
<b>MAR</b>	11.031	19.611	4.129	541	403
<b>ABR</b>	10.478	12.407	3.116	285	196
<b>MAIO</b>	9.354	20.612	4.251	523	413
<b>JUN</b>	9.574	20.646	4.281	738	493
<b>JUL</b>	9.777	20.836	4.253	663	467
<b>AGO</b>	10.546	21.003	4.487	659	467
<b>SET</b>	10.461	20.036	4.371	700	504
<b>OUT</b>	11.923	20.281	4.604	603	485
<b>NOV</b>	9.730	21.291	4.652	593	572
<b>DEZ</b>	10.632	20.217	4.891	560	475
<b>Média mensal</b>	10.070	19.695	4.230	570	439
<b>Parcela mercado</b>	29%	56%	12%	2%	1%

Fonte: IBP (2005).

Confrontando as informações do IBGE com as demonstradas na Tabela 2, nota-se que é muito reduzida a relação entre o número de cidades atendidas pelo gás natural e o total de cidades brasileiras. Considerando o total de 5.560 cidades, até o final de 2003 apenas 241 cidades (cerca de 5% do total) eram atendidas.

**Tabela 2 – Cidades Atendidas pelas Distribuidoras**

	<b>Cidades na área de concessão</b>	<b>Cidades atendidas por gasodutos</b>	<b>Tamanho da rede (km)</b>
<b>Nordeste</b>			
ALGÁS	102	9	206
BAHIAGÁS	417	12	529
CEGÁS	184	11	213,6
COPERGÁS	185	13	211
PBGAS	250	7	230
POTIGÁS	167	8	225
SERGAS	75	7	117
<b>Sudeste</b>			
GASMIG	853	23	360
CEG	20	18	3.416
CEG RIO	72	65	676
COMGÁS	177	44	4.400
GAS NATURAL	93	17	1.000
GAS BRASILIANO	375	7	443,21
BR DISTRIBUIDORA	78	-	83
<b>Sul</b>			
COMPAGÁS	399	8	402
SULGÁS	467	16	370
SCGÁS	293	34	665
<b>Centro-Oeste</b>			
MSGÁS	78	2	151
<b>TOTAL</b>	<b>4.285</b>	<b>283</b>	<b>13.633,81</b>

Fonte: GASNET (2005).

Segundo a Transportadora Brasileira Gasoduto Bolívia-Brasil (TBG, 2008), um dos principais gasodutos é o Gasoduto Bolívia-Brasil (GASBOL), que liga a Bolívia ao sul e sudeste brasileiro, passando por 135 cidades brasileiras em seus 3.000 km de extensão, ao custo de US\$ 2 bilhões. Ainda que seja amplo o volume de reservas de gás natural, grande parte do gás consumido no Brasil procede da Bolívia, através do GASBOL. Uma média de 22,2 milhões de metros cúbicos diários, em 2004, foram importados, 95% dos quais procedentes da Bolívia e o percentual restante, da Argentina (ANP, 2004).

Também há o Gasoduto Uruguaiana-Porto Alegre, criado pela Transportadora Sulbrasileira de Gás (TSG), com duas finalidades: fornecer gás natural ao Estado do Rio Grande do Sul, que importa 70% do seu consumo de eletricidade, e interligar as principais bacias gasíferas do Brasil, da Argentina e da Bolívia. A previsão para o empreendimento, segundo a GASENERGIA (2005), exige investimentos na ordem de US\$350 milhões e, com capacidade máxima, poderá

transportar 15 milhões de m<sup>3</sup>/dia. Com 615 km de extensão, o empreendimento beneficia 23 municípios dentro da sua área de influência.

São Miguel-Cuiabá, ou lateral-Cuiabá é outro importante gasoduto, que inicia na estação de medição São Matias, na Bolívia e, no Brasil, passa pelo município de Cáceres, até chegar em Cuiabá, capital do estado, fornecendo gás natural à Usina Termelétrica Mário Covas. Com 680 km de extensão, esse gasoduto tem uma capacidade de transporte de 14,9 milhões de metros cúbicos diários (GASENERGIA, 2005).

Há também o gasoduto que transporta a produção da bacia de Campos para as áreas das regiões metropolitanas do Rio de Janeiro e de São Paulo, assim como um terceiro, que atende a região Nordeste, transportando a produção da própria região para as indústrias locais.

### **2.2.1 Regulação da IGN**

Em virtude da queima mais limpa, com menor emissão de carbono, baixo nível de enxofre e particulados, as novas legislações ambientais privilegiam o uso do gás natural. Os novos acordos ambientais assinados pelos países desenvolvidos, cuja principal referência é o Protocolo de Kyoto <sup>3</sup>, criaram um incentivo para uma maior utilização do gás natural.

Passados oito anos da assinatura do Protocolo de Kyoto no Japão, esse tratado internacional entrou em vigor 16 de fevereiro de 2005, sem a participação dos Estados Unidos e da Austrália. Compete aos países signatários desenvolver projetos para diminuir a taxa de emissão poluidora aos níveis de 1990, ou seja, 5,2% abaixo dos níveis emitidos na época. Para atingir a meta, os países terão prazo que vai de 2008 a 2012.

Dentre as medidas implementadas para tornar realizável o cumprimento dessas metas, foi criado um mercado de crédito de carbono, no qual as empresas responsáveis por tais projetos podem vender sua parcela de redução de emissões

---

<sup>3</sup> O Protocolo de Kyoto, efetivado em 1997, na cidade japonesa de Kyoto, tem como objetivo firmar acordos e discussões internacionais para conjuntamente estabelecer metas de redução na emissão de gases-estufa na atmosfera, principalmente por parte dos países industrializados, além de criar formas de desenvolvimento de maneira menos impactante àqueles países em pleno desenvolvimento (FREITAS, 2008).

para outros países, incentivando, desse modo, projetos ambientalmente limpos. Tendo em vista que podem se transformar numa fonte adicional de recursos para a IGN, é indispensável que os agentes envolvidos dêem a atenção necessária a esses acordos.

Com a vigência do Protocolo de Kyoto, os governos municipais e estaduais buscam se adaptar às regras do acordo, sobretudo porque torna possível a negociação de créditos de carbono, cujo papel no desenvolvimento de projetos de infra-estrutura no Brasil é importante.

Devido à falta de concorrência e conseqüente dificuldade de substituição de mercadoria adquirida, o poder de fixação de preço do fornecedor do serviço de transporte do gás natural é consideravelmente elevado, sendo muito provável que ele se prevaleça de tal situação em prejuízo de todos (CECCHI, 2001).

Tratando-se de um segmento que proporciona economias de escala, caso a empresa responsável pelo transporte ofertasse o seu serviço ao custo marginal de produção, como ocorre na concorrência perfeita, a empresa encarregada do transporte iria incorrer em sucessivas perdas e este importante segmento da economia não seria atrativo aos investimentos da iniciativa privada.

Por ser um setor de infra-estrutura com várias particularidades, dificilmente a livre negociação entre ofertantes e demandantes conduzirá a um preço correto. O monopólio sem a devida supervisão pode não atender às necessidades da sociedade e reduzir as externalidades de rede geradas pelas indústrias de infra-estrutura. Logo, para evitar que ocorram as falhas de mercado, cabe ao Estado intervir na produção através de uma estrutura regulatória capaz de conciliar o bem estar da sociedade com um retorno atrativo para os investimentos privados.

Na externalidade de rede o benefício de um consumidor depende do número de usuários ligados à rede. O benefício de um consumidor que dispõe de uma linha telefônica depende diretamente do número de pessoas que estão conectadas, e com as quais ele pode se conectar (KUPFER; HASENCLEVER, 2002, p. 519).

Sendo recente no Brasil, a IGN busca acompanhar a evolução dos mercados já desenvolvidos, o que apresenta riscos aos investidores e aumenta os custos de transação, pois, até pouco tempo, a política energética nacional priorizava a indústria petrolífera, deixando o gás natural em segundo plano. Nesse sentido, "não há consistência entre as regulações federal e estadual, assim como entre gás e

eletricidade. Sendo assim, a abertura do mercado de redes e dutos para a competição requer um novo arcabouço regulatório” (ALMEIDA; BICALHO, 2000, p. 11).

A Lei nº 9.478/97 estabelece que a ANP, entidade integrante da Administração Federal indireta vinculada ao Ministério de Minas e Energia, regule as atividades de exploração, produção, importação e transporte de gás natural. A Constituição Federal de 1988, no artigo 25, § 2º, alterado pela Emenda Constitucional nº 5 de 1995, preceitua que: “cabe aos Estados explorar diretamente, ou mediante concessão os serviços locais de gás canalizado, na forma da lei, vedada a edição de medida provisória para a sua regulamentação.”

Cabe ressaltar que a regulação do segmento de distribuição do gás natural é de responsabilidade dos Estados da Federação que, para exercerem tal função, utilizam-se das agências reguladoras estaduais ou das secretarias estaduais correspondentes, as quais assumem o mesmo papel. Tal tema exige grande atenção, pois o segmento de distribuição do gás natural poderia estar sujeito a uma dupla ação regulatória (KRAUSE; PINTO JUNIOR, 1998).

No caso do GN essa questão assume particular relevância, ao contrário do que se passa, por exemplo, com a indústria elétrica na qual a ANEEL exerce o papel de poder concedente único. Esse será um tema que, do ponto de vista jurídico, exigirá reflexões sistematizadas nos próximos anos. O segmento de distribuição do GN poderia estar sujeito a uma dupla ação regulatória: por um lado, as tarefas que incumbem à ANP e, por outro, as agências estaduais, sem a garantia, nesse último caso, de uma configuração institucional semelhante de um estado a outro (KRAUSE; PINTO JUNIOR, 1998, p. 11).

Assim sendo, devido a essa falta de consistência na legislação, os estados são controladores da distribuição do gás natural, podendo acrescer as incertezas e inibir a ampliação do setor, por não existir a garantia de uma configuração institucional semelhante entre os estados. Contudo, especialistas, autoridades e agentes da cadeia produtiva têm se reunido com o objetivo de que seja definida a nova lei do gás, cujos dispositivos sejam mais claros e uniformes.

### 2.2.2 Entraves ao consumo do gás natural

A tendência de preços seguida pela IGN é diferente daquela dos produtos derivados do petróleo, assim como a do álcool. Parcela considerável da composição dos preços do gás natural é destinada à remuneração dos transportadores e distribuidores do gás. O valor dessa *commodity* ocupa um lugar reduzido no preço final deste combustível, embora seja seguida uma tendência de equilíbrio entre oferta e demanda mundial no preço do diesel, gasolina, óleo combustível, dentre outros derivados do petróleo.

Tendo em vista a parcela reduzida dos custos do gás natural, agrupada à variação do preço internacional de sua *commodity*, esse produto segue apenas parcialmente a evolução do preço nos mercados externos. No caso do álcool, o preço depende basicamente da safra de cana-de-açúcar, que varia em função das condições climáticas durante o intervalo entre o plantio e a colheita.

O preço do gás natural vendido nas distribuidoras é calculado pela soma de duas parcelas: a primeira parte seria a remuneração do produtor, referida como *commodity*, que inclui os custos de produção, transferência e processamento; a segunda, a tarifa de transporte entre a produção e o ponto de recepção do gás. Os preços do gás de produção nacional, em janeiro de 2002, deixaram de seguir as regras de reajuste do GASBOL<sup>4</sup>, passando a ser fixados através de contratos liberalizados, assim como ocorre com o gás importado.

Desde então, a ANP passou a resolver os possíveis conflitos entre as partes contratantes, bem como a conferir a compatibilidade das tarifas acordadas com o mercado e o atendimento aos interesses do consumidor.

Como foi mencionado, o Brasil importa gás principalmente da Bolívia, através do GASBOL, que é operado pela TBG, onde a forma de tarifação não varia com a distância. Todavia, as tarifas dos demais gasodutos de transporte existentes no país variam de um estado ao outro. Conseqüentemente, o preço do gás natural em todos os *city gates* de Minas Gerais serão iguais, mas diferente nos *city gates* do Estado do Rio de Janeiro. Na Tabela 3, verifica-se as tarifas para o cálculo dos preços máximos do gás natural de produção nacional, para vendas à vista às

---

<sup>4</sup> Os contratos do gás de produção nacional eram regidos pela Portaria 001/MF-MME que foi revogada em 2002.

empresas concessionárias de gás canalizado, conforme a Portaria nº 45 de 2002, da ANP.

**Tabela 3 – Tarifas dos Gasodutos de Transporte de Produção Nacional**

<b>Estado</b>	<b>R\$/mil m<sup>3</sup></b>
Ceará	26,94
Rio Grande do Norte	19,2
Paraíba	30,46
Pernambuco	38,84
Sergipe	14,29
Bahia	15,15
Espírito Santo	15,05
Rio de Janeiro	16,18
São Paulo	30,98
Minas Gerais	36,56
<b>Média</b>	<b>24,42</b>

Fonte: ANP, 2005.

Comparando a evolução dos preços do gás natural com o dos demais combustíveis, verifica-se o surgimento de incertezas que podem dificultar o investimento na expansão desse produto.

Portanto, enquanto o preço do gás natural estiver muito reduzido, com relação ao preço dos combustíveis concorrentes, constata-se a necessidade de algumas decisões, como, por exemplo: investir na construção de gasodutos, bem como de adquirir novos equipamentos movidos pelo novo insumo, fazer a conversão de veículos, dentre outras. Mas, como o preço do gás natural não acompanha de todo os demais combustíveis, razão porque, em períodos de grande queda do preço do barril de petróleo ou de uma super safra de cana-de-açúcar, a diminuição do diferencial de preços poderia diminuir a atratividade pelo combustível e, conseqüentemente, aumentaria os riscos para os vultosos investimentos indispensáveis.

### **2.3 Instalações Internas de Gás Natural e Funcionamento**

Em virtude do aumento do número de gasodutos, vêm crescendo consideravelmente as instalações internas de gás natural em residências, gradativamente substituindo o GLP, cuja tubulação, em alguns casos, é usada para o gás natural. A análise da viabilidade de substituição do GLP pelo gás natural em

prédios requer a observação do consumo de gás total do prédio, a fim de se constatar a possibilidade do aproveitamento da mesma tubulação do ramal principal (coluna), além de ser indispensável analisar o consumo de cada apartamento.

Para que a tubulação interna em instalações residenciais seja reutilizada é necessário dimensioná-la em função dos consumos dos equipamentos ou aparelhos de utilização. A adaptação destes ao uso do gás natural exige que sejam convertidos, ou seja, modificados, razão porque há empresas especializadas na conversão. Além disso, é necessário avaliar a possibilidade de reutilização dos reguladores de pressão e dos medidores de vazão.

Cabe ressaltar que o uso do gás natural não se limita a aquecedores e fogões, pois também pode ser utilizado em:

saunas, aquecedores de piscina, lavadoras e secadoras de roupa, sistema de refrigeração, lareiras, aquecedores de ambiente e até churrasqueiras. O segmento tende a se ampliar cada vez mais, com investimentos significativos em conversões e adaptações em condomínios e grandes edifícios (SERGAS, 2007, p. 1).

No consumidor, uma instalação para o gás natural residencial é normalmente composta de: uma Estação Medidora e Redutora de Pressão (EMRP), tubulação primária ligando a EMRP ao medidor individual ou válvula redutora, tubulação secundária até o ponto de consumo e interligações com o equipamento. Estas devem estar de acordo com as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (COMPAGAS, 2008).

Os reguladores de 1º estágio pressionam os reguladores de 2º estágio, que rebaixam para a pressão de utilização dos aparelhos de consumo. A pressão de trabalho dos aparelhos de consumo que utilizam gás natural é em torno de 1,96 kPa (200mmca). Nos aparelhos que trabalham com GLP, a pressão de serviço é de 2,75 kPa (280 mmca).

Em instalações domiciliares de gás natural são utilizados:

- Reguladores de Pressão de 1º Estágio: dispositivo destinado a reduzir a pressão do gás, antes de sua entrada no ramal interno, para um valor aproximado de 35 kPa (0,35 kgf/cm<sup>2</sup>).

- **Reguladores de Pressão de 2° Estágio:** dispositivo destinado a reduzir a pressão de distribuição do gás para um valor adequado ao funcionamento do aparelho de utilização do gás, normalmente 1,96 kPa (200 mmca).

Quanto aos medidores de vazão, realizam a leitura do consumo de gás que é medido em m<sup>3</sup>/h. Sua troca ocorre, em geral, concomitante à substituição do GLP pelo gás natural. Cabe ressaltar algumas comparações: o poder calorífico do gás natural é de aproximadamente 33.488 kJ/m<sup>3</sup> (8.000 kcal/m<sup>3</sup>), enquanto o do GLP é de 100.045 kJ/m<sup>3</sup> (23.900 kcal/m<sup>3</sup>), podendo ocorrer variações desses números. Em geral, o diâmetro da tubulação de gás natural é de 1,5 a 1,7 vezes maior do que a do GLP, motivo porque se deve calcular a tubulação com base no consumo de cada apartamento ou residência, verificando se a tubulação de GLP aceita a substituição por gás natural. Tal possibilidade é constatada na maioria dos casos, devido ao superdimensionamento da tubulação de GLP.

Os equipamentos residenciais necessitam de uma pressão de operação baixa para o funcionamento 1,96 kPa (200 mmca). A estação redutora é constituída de válvula de bloqueio, manômetro e válvula controladora de pressão, com medidas individuais através de medidor tipo diafragma. A pressão manométrica da montante da estação situa-se em torno de 196 kPa (2 kgf/cm<sup>2</sup>), para instalações industriais e 34,32 kPa (3.500 mmca), para instalações prediais. A tubulação, até a chegada da estação, pode ser de aço (API 5L gr. B), soldada. Quanto às instalações internas, compõem-se de tubos soldados ou rosqueados, SCH – 40 ou DIN 2440, com rosca NPT ou BSP.

Há três acessórios que se destacam dentre os vários necessários para uma instalação residencial de gás natural, que são: os reguladores de pressão, os medidores de vazão e as válvulas de fechamento rápido.

Também denominados de válvulas de regulação auto-operadoras, os reguladores de pressão são aplicados no controle de pressão para aplicações em espaços residenciais, comerciais e industriais. Os tipos de reguladores de pressão (rebaixamentos de pressão) variam de acordo com a necessidade em relação aos diversos tipos de gases e fluidos. O desempenho dos reguladores de pressão é delineado em gráficos de curvas de desempenho, os quais são fornecidos pelos

fabricantes, relacionando três variáveis: pressão de entrada, pressão de saída e vazão.

A decisão sobre qual regulador deve ser utilizado requer conhecimento acerca dos seguintes aspectos: a pressão de entrada (a montante) do regulador; a pressão de saída (a jusante) do regulador; a faixa de ajuste da mola do regulador (Variação da pressão que se quer); o fluido ou gás a ser utilizado; a vazão (consumo) necessária.

A maioria dos reguladores de pressão possui um “vent”, isto é, um orifício para ventilação com tela com o fim de impedir a entrada de insetos e objetos estranhos na câmara de molas. Em alguns reguladores há válvulas de alívio, reguladas para atuarem em uma faixa de 200 a 300% da pressão nominal de saída.

O prazo de garantia dos reguladores de pressão residenciais é, normalmente, de cinco anos, a partir da data de fabricação, que geralmente é gravada no corpo do regulador. Passado este prazo de uso do regulador de pressão, recomenda-se sua substituição.

Os medidores de vazão utilizados em instalações residenciais são do tipo diafragma, confeccionados com materiais resistentes à ação de gases. Através de um medidor uma parede da câmara de medição incorpora um material flexível, deslocando quantidades determinadas de volume (em  $\text{dm}^3$ ). O ciclo de trabalho é constitui-se do conjunto de movimentos realizados pelo mecanismo interno do medidor, repetindo-se periodicamente, excluindo-se o totalizador e outros mecanismos redutores. A vazão do volume de gás que escoar pelo medidor por unidade de tempo é expresso em  $\text{m}^3/\text{h}$ . Deve-se determinar a vazão mínima, ou seja, acima da qual todo medidor deve permanecer dentro dos erros máximos admissíveis, assim como a vazão máxima, que é a maior vazão em que o medidor deve operar. O tempo mínimo de resistência do medidor na vazão máxima é de 2000h.

A pressão máxima de trabalho do medidor deve ser determinada, pois os medidores que funcionam após o regulador de 2º estágio não podem ultrapassar a pressão de 50 kPa. Assim, a oscilação da perda de pressão durante um ciclo de trabalho não pode exceder 60 kPa.

As marcações mínimas para identificação de um medidor são as seguintes: símbolo ou marca do fabricante; ano de fabricação; número de série;

vazão máxima ( $m^3/h$ ); vazão mínima ( $m^3/h$ ); designação do medidor (G); volume cíclico nominal ( $dm^3$ ); país de origem; pressão máxima de trabalho (Pa); temperatura máxima e mínima de trabalho.

Quanto às válvulas de fechamento rápido, sua função é bloquear a passagem de um gás ou um fluido, possibilitando manobras de abertura, isolamento e fechamento de redes, assim como manutenções corretivas e preventivas. O mercado disponibiliza vários tipos de válvulas, cujas aplicações são diversas. Todavia, em instalações de gás natural residenciais são utilizadas, geralmente, válvulas de esfera rosqueada com três vias microfundidas em aço carbono e diâmetros variados no padrão BSP ou NPT.

Há algumas informações técnicas necessárias para especificação de uma válvula, por exemplo: temperatura de trabalho do fluido ou gás; pressão de trabalho da válvula; diâmetro nominal da válvula; classe da válvula; tipo de encaixe da válvula (flangeada/rosqueada); vazão de fluido ou gás que escoar pela válvula na unidade de tempo ou coeficiente de vazão (CV).

Cabe aqui descrever quais são os aparelhos mais utilizados nas instalações internas de gás natural:

- Fogões Residenciais: possuem de quatro a seis queimadores com pressão de operação em torno de 200mmca e vazões variáveis entre 29.302 kJ/h (7.000 kcal/h) a 46.046 kJ/h (11.000 kcal/h).
- Aquecedores: têm a função de realizar o aquecimento da água para os diversos pontos de consumo em uma residência, que podem ser chuveiros, pias, tanques, banheiras, etc.

Geralmente os aquecedores têm pressão de operação do gás com 1,96 kPa (200mmca) e vazões variáveis de acordo com o número de pontos de consumo de água quente da residência. O consumo de gás natural pode variar geralmente de 31.395 kJ/h (7.500 kcal/h) a 188.370 kJ/h (45.000 kcal/h).

Em residências, são mais utilizados dois tipos de aquecedores: os aquecedores de acumulação e os aquecedores de passagem.

Os aquecedores de acumulação, como o nome indica, acumulam água aquecida em seu reservatório, através de chama piloto e ligando e desligando o

queimador para manter a água quente. Nas residências, comumente variam de 75 a 150 litros de acumulação de água.

Já os aquecedores de passagem são aqueles onde a água fria é aquecida assim que passa por ele, que pode ter ou não chama piloto.

Também há aquecedores para calefação e aquecimento de piscinas. Ao adquirir um aquecedor, é necessário verificar o número de pontos de consumo de água quente em litros da residência, bem como determinar a potência necessária do aquecedor.

#### **2.4 Dimensionamento de Tubulações: instalação residencial**

As Normas Brasileiras estabelecem a pressão nominal referente ao dimensionamento da tubulação de gás e à especificação que os reguladores de pressão devem manter nos pontos de utilização, ou seja, o mais próximo possível da pressão nominal estabelecida para os respectivos aparelhos de utilização de gás ou, na falta destes, da pressão nominal informada pelo fabricante. No caso de fogões, fornos, fogareiros e aquecedores de água a gás, de modelo doméstico, a pressão nominal está estabelecida em 2 kPa (0,02 kgf/cm<sup>2</sup>), segundo à ABNT/NBR 13933, de 2003.

Quanto aos pontos de utilização, é importante que sejam verificadas as oscilações momentâneas de pressão, variando entre 15% e 25% da pressão nominal. Os aparelhos para os quais fabricantes sugerem diferentes pressões nominais do gás não podem ser abastecidos pelo mesmo regulador de último estágio. Cabe ao fabricante designar o consumo de cada equipamento.

No dimensionamento deve ser observada a perda de carga distribuída e localizada, segundo os valores fornecidos pelos fabricantes das conexões e registros. Já o cálculo do consumo da rede interna comum a várias unidades residenciais deve ser feito observando o fator de simultaneidade, retirado de tabela ou calculado.

Para toda rede interna admite-se a perda de carga máxima de 0,19 kPa (20mmca). O segmento de tubulação à jusante, a cada regulador de pressão inserido na rede interna, pode perder 10% da pressão, em perda de carga, da saída do regulador, e seu rendimento deve ser feito como uma nova instalação.

Também é necessário considerar, para o dimensionamento da rede, os seguintes critérios:

- Cada trecho deve ser dimensionado computando-se a soma das vazões dos aparelhos de utilização, por ele servido.
- O comprimento total deve ser calculado somando-se o trecho horizontal, trecho vertical e as referidas perdas de carga localizadas.
- Nos trechos verticais ascendentes, deve-se considerar um ganho de pressão de 0,005 kPa para cada 1,00 m do referido trecho; ou seja, um edifício com 100m de altura teria um ganho de pressão nos apartamentos do último andar de 50mmca.
- Nos trechos verticais descendentes deve-se considerar uma perda de pressão de 0,005 kPa para cada 1,0 m do referido trecho.

Há várias equações a partir das quais se efetua o cálculo de tubulações de redes internas de gás natural. Mas, embora fique a critério do projetista, sugere-se que o cálculo das tubulações seja realizado conforme as fórmulas propostas pela ABNT. Dentre as equações existentes, as mais utilizadas para redes internas são as seguintes:

$$1) Q_{0,9} = 2,22 \times 10^{-2} (H \times D_{4,8} / S_{0,8} \times L)^{0,5} \text{ (Fórmula de Lacey)}$$

$$2) PA_{abs_2} - PB_{abs_2} = 4,67 \times 10^{-5} \times S \times L \times Q_{1,82} / D_{4,82}$$

Sendo:

**Q** é a vazão do gás, em metros cúbicos por hora.

**D** é o diâmetro interno do tubo em mm.

**H** é a perda de carga máxima admitida em kPa.

**L** é o comprimento do trecho da tubulação em m.

**S** é a densidade relativa do gás em relação ao ar. (adimensional)

**PA** é a pressão de entrada de cada trecho, em kPa.

**PB** é a pressão de saída de cada trecho, em kPa.

**Potência Computada (C):** deve-se fazer o somatório de todas as potências nominais dos aparelhos de utilização (dado fornecido pelos fabricantes de cada aparelho).

**Fator de Simultaneidade (F):** esse fator adimensional é obtido em função de C, podendo ser extraído de gráfico ou pelo cálculo.

**Potência Adotada (A):** multiplica-se o F por C:  $A = F \times C$ , sendo que A e C são dadas em kcal/h.

**Vazão de Gás (Q):** divide-se A pelo Poder Calorífico Inferior do GÁS (PCI), ou seja:  $Q = A / PCI$ , determinada em m<sup>3</sup>/h.

**Poder Calorífico Inferior (PCI):** no caso do gás natural, pode-se adotar 38.636 kJ/m<sup>3</sup>(9.230 kcal/m<sup>3</sup>), à temperatura de 293 K(20°C).

**Perda de Carga ( $\Delta P$ ):** diferença entre a pressão final e a pressão inicial de uma tubulação, determinada em kPa.

## 2.5 Transporte e Distribuição do Gás Natural

A alternativa estratégica de aumentar a participação do gás natural na matriz energética brasileira para em torno de 12% até 2010, determinada pelo governo brasileiro, em 1993, na aprovação do relatório da Comissão do Gás Natural, sinalizava a necessidade de viabilizar o acesso ao mercado e, principalmente, de se adequar a uma estrutura de transporte de gás a essa finalidade (ABREU; MARTINEZ, 2003).

Considera-se como sendo referencial do transporte e distribuição do gás natural no Brasil, o GASBOL (Figura 2), que foi projetado e construído conforme a norma americana ASME B31.8, adotada em todo o mundo para projeto, construção, operação e manutenção de gasodutos. O gasoduto constitui-se de tubos de aço carbono fabricados segundo a norma API 5L-X70 e está enterrado a uma profundidade média de 1,0 m.



**Figura 2:** Traçado do GASBOL  
**Fonte:** TBG (2008, p. 13).

As tubulações do gasoduto são formadas revestimentos anticorrosivos externos e em alguns pontos mais alagados, nas travessias de rios, cruzamentos de estradas e ferrovias, o duto é protegido por concreto, com espessuras variando de 2 a 4 polegadas. Todo o gasoduto é protegido contra corrosão, através de um sistema de proteção catódica. O trecho de Cuiabá até Curitiba é revestido internamente com *Fusion Bonded Epoxi* (FBE = Liga por Fusão Epóxi), que embora ajude na proteção contra corrosão interna, seu verdadeiro objetivo é a redução do atrito do gás com as paredes do tubo, reduzindo a energia necessária para o transporte do gás, pois o gás natural não corrói o duto (TBG, 2008).

Em toda a extensão do gasoduto há 115 válvulas de bloqueio instaladas, compostas de atuadores pneumáticos, que usam o próprio gás natural para atuação, e possuem dispositivos automáticos para fechamento em caso de vazamento ou rompimento do gasoduto (TBG, 2008).

O lado brasileiro do gasoduto possui atualmente sete estações de compressão em operação, sendo uma em Miranda (MS), uma em Campo Grande-

MS, uma em Três Lagoas (MS), uma em Penápolis (SP) e uma São Carlos (SP) no trecho Norte; uma em Araucária (PR) e uma em Biguaçu (SC) no trecho Sul. Cinco novas estações estão em fase de construção, sendo uma em Corumbá-MS, uma em Anastácio (MS), uma em Ribas do Rio Pardo (MS), uma em Mirandópolis (SP) e uma em Jacanga (SP), possibilitando aumento da capacidade atual de transporte do trecho de Corumbá até Paulínia para 30 MMm<sup>3</sup>/d (TBG, 2008).

As estações do trecho sul são dotadas de compressores alternativos, impulsionados por motores de combustão a gás. As demais estações são equipadas com compressores centrífugos acionados por turbinas a gás.

O recebimento do gás em Mutum, na fronteira com a Bolívia, ocorre através de uma estação de medição. Outra, em Guararema, na interconexão com o sistema de gasodutos da Petrobras, mede e condiciona o gás entregue a este sistema.

Um total de 36 estações de entrega compõe o sistema de transferência do gás para as companhias distribuidoras estaduais e grandes consumidores. Há duas estações de redução de pressão, sendo uma em Paulínia (SP) e outra em Araucária (PR), que controlam a pressão do gás nos pontos em que o gasoduto muda de pressão de projeto. Até esses pontos, o gasoduto tem uma pressão de projeto de 100 Kgf/cm<sup>2</sup> e, a partir destes pontos, a pressão de projeto passa para 75 Kgf/cm<sup>2</sup>.

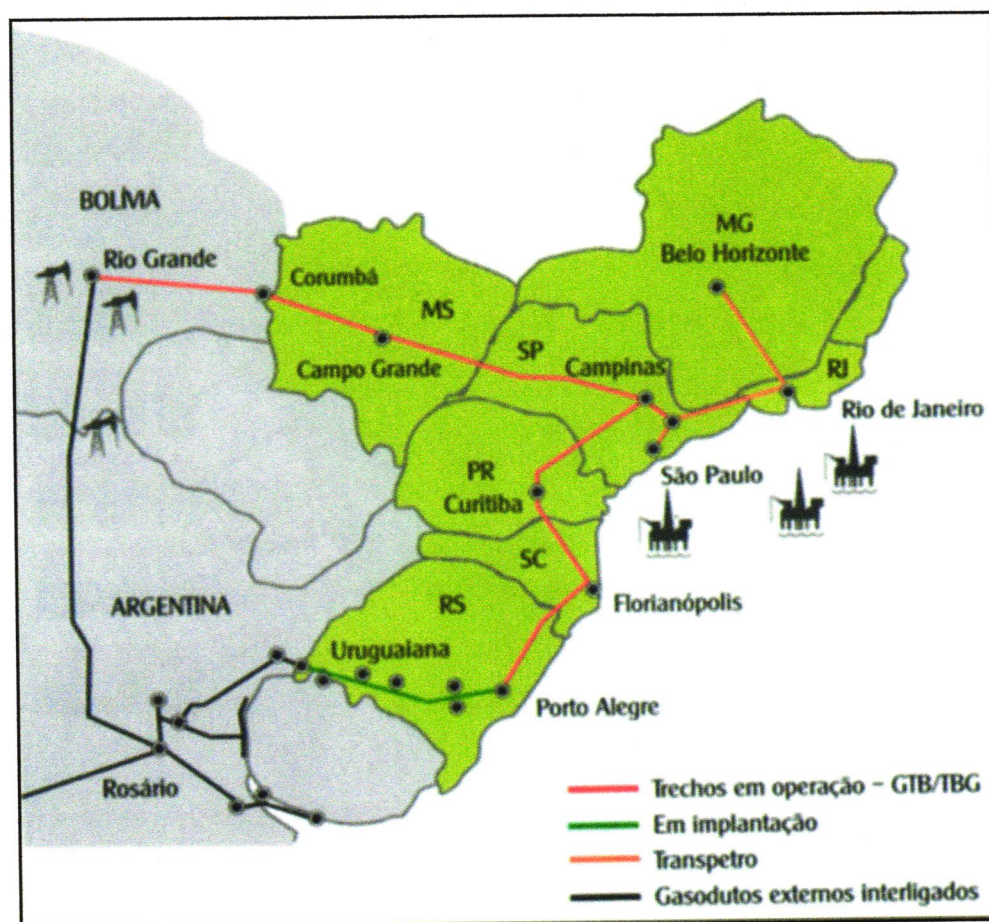
O gasoduto utiliza o Sistema de Controle e Supervisão (SCADA) é composto basicamente de: a) Controladores Lógicos Programáveis (CLP) – que fazem a interface com o processo; b) computadores PC com o software de supervisão – realizando a interface homem-máquina; e c) sistemas de telecomunicações de dados, para envio de dados e comandos entre a CSC e as estações no campo, baseados em satélites VSAT (estações de compressão e de medição), com backup por linha telefônica e INMARSAT (estações de entrega).

As funções avançadas do sistema SCADA são: monitorar e acompanhar a operacionalidade dos dutos. Esse monitoramento é denominado *Pipeline Monitoring System* (PMS = sistema de monitoração da tubulação), que realiza as funções de acompanhamento dos gradientes hidráulicos das linhas; acompanhamento de *pigs* (barras de metal); cálculo do inventário da linha; simulações e auxílio na detecção de vazamento em tempo real.

A Petrobras estabeleceu duas diretrizes, a fim de viabilizar o desenvolvimento da posição do gás natural, quais sejam:

- interligar toda a região Nordeste, desde a Bahia até o Ceará;
- ligar as regiões Sudeste e Sul (ABREU; MARTINEZ, 2003, p. 53).

As principais conexões do Brasil com a Bolívia e a Argentina, assim como a rede de dutos brasileira, que utiliza o gás natural procedente desses países, são mostradas na Figura 3:



**Figura 3:** Rede de Gasodutos e Conexões com Bolívia e Argentina  
**Fonte:** ABREU e MARTINEZ (2003, p. 74).

Os estados do Nordeste foram interligados gradativamente, sendo mais recente a operação dos trechos Guararé (RN) – Pecém (CE) e Pilar (AL) – Cabo (PE). Assim, as reservas da região podem ser mobilizadas para atender sua demanda.

A ligação dutoviária do Nordeste com a Bacia de Campos, interligando toda a região costeira, torna-se mais viável devido à produção de gás natural na Bacia de Campos.

Quanto ao Sudeste e o Sul, a ligação dutoviária teve que ser construída na região litorânea, em virtude da maior concentração humana e conseqüente consumo potencial.

Ao observar os mapas dos gasodutos brasileiros, constata-se que estão dispostos segundo as áreas de administração em que estão incluídos. Os gasodutos no Brasil são constituídos das seguintes malhas: Malha RJ-MG-SP; Malha Espírito Santo; Malha SE-BA (Nordeste Meridional); Malha CE-RN-PB-PE-AL (Nordeste Setentrional); Gasoduto Bolívia-Brasil; e Gasoduto Uruguaiana-Porto Alegre.

A Malha RJ-MG-SP é assim formada:

- 1 Cabiúnas-REDUC: esse gasoduto iniciou suas atividades em 1982 com o objetivo de transportar o gás natural da Bacia de Campos para abastecer o Estado do Rio de Janeiro. O trecho completo, com 183 km de extensão, começa em Cabiúnas, no município de Macaé, e segue até Duque de Caxias. Operando na capacidade máxima, pode movimentar até 1.551.250.000m<sup>3</sup> por ano.
- 2 REDUC-REGAP: Também conhecido como GASBEL, o gasoduto REDUC-REGAP entrou em operação em 1996, para transportar o gás natural proveniente da Bacia de Campos e processado na Refinaria de Duque de Caxias até o Estado de Minas Gerais. Passando pelos municípios mineiros de Juiz de Fora e Betim, o trecho completo possui ao todo 357 km e está apto a transportar até 712.477.956m<sup>3</sup> por ano.
- 3 REDUC-ESVOL: conhecido também como GASVOL, foi implementado para conduzir o gás natural de Duque de Caxias, no Rio de Janeiro, ao gasoduto GASPAL (interliga Volta Redonda a São Paulo) e aos municípios de Japerí, Pirai e Volta Redonda. Operando desde 1986, a extensão completa do duto é de 95,2km, sendo capaz de transportar até 1.538.477.628m<sup>3</sup> por ano.

- 4 **ESVOL-SÃO PAULO:** esse gasoduto entrou em atividade em 1988, para levar o gás natural da Bacia de Campos a diversas localidades situadas no trajeto entre Volta Redonda e Capuava, em São Paulo. O trecho completo possui 325,7km de extensão, possuindo pontos de entrega nos municípios de Barra Mansa, Resende, Lorena, Pindamonhangaba, Taubaté, São José dos Campos Guararema, Suzano, Cruzeiro, e Capuava. Operando com capacidade máxima, o duto pode transportar até 1.538.477.628 m<sup>3</sup> por ano.
- 5 **ESVOL-TEVOL:** com apenas 5,5km de extensão, o gasoduto ESVOL-TEVOL entrou em operação em 1986 com a finalidade de transportar o gás natural do GASVOL ao mercado de Volta Redonda, no Rio de Janeiro, até São Paulo. Operando com capacidade máxima, o trecho pode transportar até 1.538.477.628 m<sup>3</sup> por ano.
- 6 **RPBC-Capuava:** esse gasoduto é o responsável pelo transporte de gás natural proveniente de Merluza, na Bacia de Santos, entre as cidades paulistas de Cubatão e Capuava. Operando desde 1993, o trecho de 37km de extensão possui uma capacidade de 350.400.000m<sup>3</sup> por ano.
- 7 **RPBC-Comgás:** O gasoduto RPBC-Comgás começou suas atividades em 1993 com o objetivo de transportar o gás natural até o ponto de entrega da Comgás, na Baixada Santista. O trecho possui 1,5km de extensão e pode fornecer até 565.600.000 m<sup>3</sup> por ano.

#### A Malha Espírito Santo:

- 1 **Lagoa Parda-Vitória:** Concluído em 1984, o gasoduto Lagoa Parda-Aracruz é o responsável pelo transporte de gás natural desde Lagoa Parda até os municípios capixabas de Aracruz, Serra e Vitória. O trecho completo, com 100km, está apto a conduzir até 365.000.000 m<sup>3</sup> por ano.
- 2 **Serra-Viana:** Também conhecido como GASVIT, o gasoduto Serra-Viana opera desde 1997 para suprir os pontos de entrega dos municípios capixabas de Cariacica e Viana. Com 46km de extensão, o trecho pode transportar até 240.680.000 m<sup>3</sup> por ano.

**A Malha SE-BA (Nordeste Meridional):**

- 1 Atalaia-Catu: conhecido também como GASEB, o gasoduto Atalaia-Catu foi implementado, em 1974, com a finalidade de transportar o gás natural de Aracaju, no Sergipe, até os municípios baianos de Estância, Esplanada, Araçás e Pojuca. O trecho completo tem 230km de extensão e pode conduzir até 402.461.404 m<sup>3</sup> por ano.
- 2 Santiago-Camaçari 14: implementado em 1975, esse gasoduto transporta o gás natural de Santiago a Camaçari, beneficiando também o município de Mata de São João. O trecho possui 32km de extensão e pode conduzir até 365.008.000 m<sup>3</sup> por ano.
- 3 Santiado-Camaçari 18: com 32km de extensão, o gasoduto Santiago-Camaçari 18 é o responsável pelo transporte do gás natural de Santiago, em Pojuca, até Camaçari. Em atividade desde 1992, o trecho está apto a conduzir até 657.000.000m<sup>3</sup> por ano.
- 4 Candeias-Camaçari: foi implementado em 1981 com o objetivo de conduzir o gás natural de Candeias e Lamarão até os municípios de São Sebastião do Passé e Camaçari. O trecho completo possui 37km e pode transportar até 365.000.000 m<sup>3</sup> por ano.
- 5 Aratu-Camaçari: em operação desde 1970, o gasoduto Aratu-Camaçari é o mais antigo do Brasil. É utilizado para transportar o gás natural do município de Simões Filho até Camaçari. O trecho, com 20km, está apto a transportar até 255.500.000 m<sup>3</sup> por ano.

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

- 1 Guamaré-Pecem: com 383km de extensão, o gasoduto Guamaré-Pecem é o responsável pelo transporte de gás natural desde Guamaré, no Rio Grande do Norte, até os municípios cearenses de Icapuí, Horizonte, Maracanaú, e futuramente a São Gonçalo do Amarante. O trecho pode conduzir até 292.000.000 m<sup>3</sup> por ano.
- 2 Guamaré-Cabo: conhecido também como Nordestão, esse gasoduto começou suas atividades em 1986 com a finalidade de transportar o

gás natural processado em Guamaré aos estados RN, PB e PE, com pontos de entrega em 11 municípios. Com 424km de extensão, o maior gasoduto da região Nordeste pode conduzir até 313.900.000m<sup>3</sup> por dia.

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

Segundo o IBP (2008), a movimentação média diária anual do gás natural no Brasil, conforme os dados fornecidos pela ANP em 2006, verificando a posição em dezembro de 2007, de acordo com a rede de gasodutos existentes, é demonstrada na Tabela 4:

**Tabela 4 – Movimentação Média Diária Anual do Gás Natural no Brasil**

EMPRESA	QUILOM.	MÉDIA DIÁRIA ANUAL (milhões m <sup>3</sup> /dia)					
		2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>PETROBRAS</b>							
Transporte	3.245km	20,0	22,3	31,6	33,1	33,3	33,7
Transferência	2.423km						
TOTAL	5.668km						
<b>TBG</b>							
TOTAL	2.583km	11,8	14,0	20,0	24,5	24,9	
<b>TSB</b>							
TOTAL	50km	1,6	1,3	1,6	1,4	1,7	
<b>GAS OCIDENTE</b>							
TOTAL	267km	1,3	1,1	0,8	0,7	0,6	
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>8.568km</b>	<b>34,7</b>	<b>38,7</b>	<b>54,0</b>	<b>59,7</b>	<b>60,5</b>	

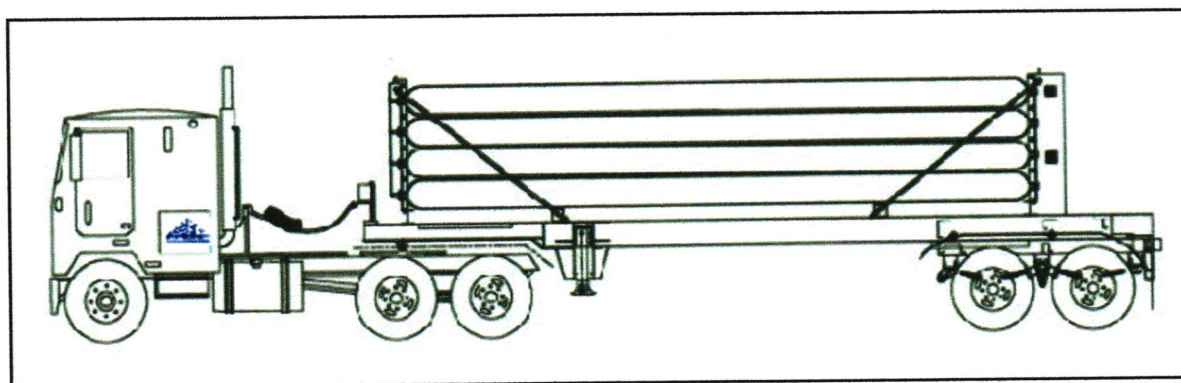
Fonte: Adaptado do IBP (2008, p. 12).

Cabe ressaltar que, conforme o parágrafo único, do artigo 2º, da Portaria nº 104, de 8 de julho de 2002:

Parágrafo único. A comercialização e o transporte do gás natural não especificado no Regulamento Técnico ficam autorizados, desde que respeitadas as condições de entrega por duto dedicado do referido produto, o acordo entre todas as partes envolvidas e os limites de emissão de

produtos de combustão estabelecidos pelo órgão ambiental com jurisdição na área (ANP, 2002, p. 1).

Quanto ao transporte terrestre de Gás Natural Comprimido (GNC) é feito através carretas especiais (Figura 4), sendo uma solução promissora para mercados considerados pequenos ou para condições onde uma antecipação do mercado consumidor seja desejada, visando posterior ligação por gasoduto. No caso do GNC, são necessárias estações para carga e descarga das carretas. A primeira, semelhante a um posto de Gás Natural Veicular (GNV), garante a compressão do gás dentro da carreta utilizada para o transporte. A segunda torna-se necessária para a descompressão e a posterior condução ao ponto de consumo (consumidor final).



**Figura 4:** Caminhão ou Carreta com Feixe de Cilindros para Transporte de Gás Natural Comprimido

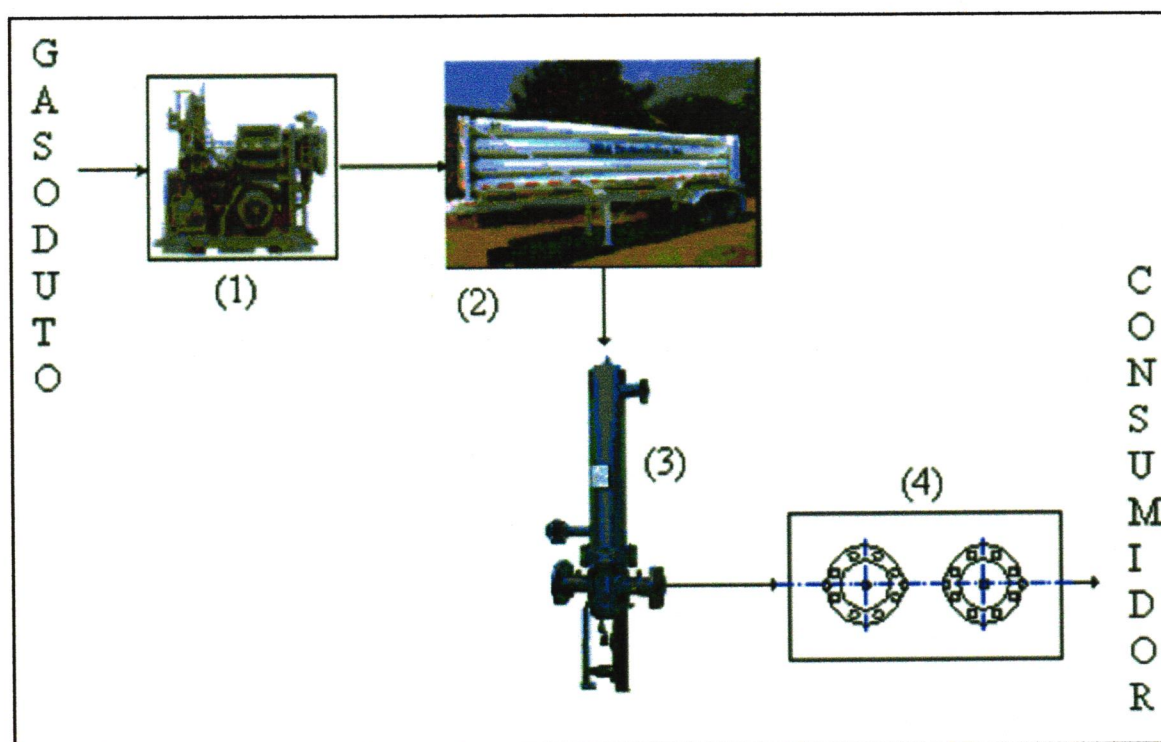
Fonte: Sebben (2003, p. 24).

Segundo o Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP, 2008, p. 9), o transporte de gás natural em fase gasosa é realizado a partir da verificação das condições das altas pressões (P) e de temperatura (T) ambiente ou de semi-refrigeração:

- Gasodutos: T = ambiente e P = 100-120 kgf/cm<sup>2</sup>;
- Navios e barcaças pressurizadas: T = ambiente ou semi-refrigerado (-25°C) e P = 100 a 275 kgf/cm<sup>2</sup>;
- Caminhões-tanque (± 5.000m<sup>3</sup>): T = ambiente ou semi-refrigerado e P = 100 a 275 kgf/cm<sup>2</sup>.

Um sistema de distribuição de gás natural para consumo industrial e residencial é indicado na Figura 5. Verifica-se que uma estação de compressão (1), ligada ao gasoduto, abastece e comprime o gás no interior dos cilindros da carreta (2). Esta é desconectada da estação (1) para transportar o gás natural comprimido até o ponto de consumo.

Há uma estação de redução de pressão, constituída basicamente de um trocador de calor (3) e de válvulas rebaixadoras de pressão (4), no local de consumo. O trocador de calor deve ser conectado a uma fonte de água quente ou vapor, cuja utilidade é aquecer o gás antes que a pressão seja rebaixada, haja vista que a expansão do gás pode resultar em temperaturas muito baixas, favorecendo a formação de hidratos, que podem bloquear ou danificar algum componente.



**Figura 5:** Sistema de Distribuição GNC para Consumo em Baixa Pressão  
**Fonte:** Sebben (2003, p. 27).

Embora o setor residencial e o comercial devessem ser os principais focos da estratégia nacional de massificação do uso do gás natural, seus consumidores estão dispersos no espaço urbano. Por essa razão, a infra-estrutura para supri-los através de dutos é muito dispendiosa. Assim, é essencial que as

distribuidoras de gás natural consideram a diversidade de características logísticas referentes à distribuição física de produtos.

Para que uma empresa, seja qual for o seu ramo de atuação, determine a forma de distribuir os seus produtos, se faz imprescindível a formatação de um planejamento estratégico com vistas à montagem de um sistema logístico unificando centros distribuidores, rotas de transporte, níveis de estoque e procedimentos para processar pedidos que contribuam para o sucesso do negócio (NOVAES, 2001). Desse modo, é necessário tomar decisões no sentido de definir:

- a) a localização das fábricas;
- b) os fornecedores que serão utilizados;
- c) a quantidade de centros de distribuição onde a empresa deve operar;
- d) onde eles devem estar localizados;
- e) os clientes ou zonas de mercado, de cada centro de distribuição, que devem ser supridos;
- f) as linhas de produto que devem ser produzidas ou estocadas em cada fábrica ou centro de distribuição;
- g) as modalidades de transporte que devem ser usadas para suprimento e para distribuição;

Entende-se que cabe à gestão empresarial definir essas questões, ou seja, estabelecer políticas e linhas de ação a fim de efetivar a atividade, juntamente com uma análise sistêmica, haja vista que se trata de questões interdependentes.

Além disso, não há dúvida de que os esforços empresariais devem ter o cliente como foco principal, sendo indispensável obter informações prévias de características desse foco, monitorando suas necessidades (BALLOU, 1993).

Desse modo, as redes de distribuição transportam menores volumes de gás natural, a menores pressões e através de tubulações de diâmetros menores em relação ao gasoduto. O gás natural dos gasodutos é recebido pelas redes de distribuição, que o conduzem até as indústrias e aos centros urbanos e por fim, até a residência. Assim como as redes de energia elétrica, telefone, água ou fibra ótica, a rede de gás natural é importante, segura e contribui para facilitar a vida dos indivíduos bem como fomenta o comércio e a indústria.

## 2.6 Vantagens da Substituição do GLP pelo Gás Natural em Residências e Condomínios

O gás natural vem adquirindo relevância energética no mundo inteiro, especialmente em virtude de sua abundância e vantagens ambientais (SANTOS, 2002).

As características que podem orientar as principais diferenças entre o gás natural e o GLP são demonstradas na Tabela 5, a seguir:

**Tabela 5 – Principais Diferenças entre o Gás Natural e o GLP**

	<b>GÁS NATURAL</b>	<b>GLP</b>
Origem	Reservatórios de petróleo e de gás não-associado	Destilação de petróleo e processamento de gás natural
Peso molecular	17 a 21	44 a 56
Poder calorífico (kcal/m <sup>3</sup> )	Rico: 10.900 Processado: 9.300	24.000 a 32.000
Densidade relativa	0.58 a 0.72	1.50 a 2.0
Principais componentes	Metano, etano	Propano e butano
Principais utilizações	Residencial, comercial e automotivo (combustível); Industrial (combustível, petroquímica e siderúrgica), geração termelétrica	Residencial e comercial (combustível)
Pressão de armazenamento	200 atm	15 atm

Fonte: Compet (2008, p. 1).

Há uma diferença fundamental entre a origem desses gases, pois o gás natural é encontrado na natureza em reservatórios no subsolo, ao passo que o GLP, assim como os demais gases, provém de processos industriais.

Quanto ao peso molecular – em consequência, densidade - o GLP é o único mais pesado que o ar. Assim, em caso de vazamento, ele se concentra ao nível do solo, enquanto demais gases se dispersam rapidamente ou, em ambientes fechados, concentram-se no teto. Trata-se de uma diferença fundamental para nortear as ações em caso de vazamento de gás.

Basicamente, o GLP, além do uso residencial e comercial, também é utilizado como combustível industrial, enquanto o gás natural tem aplicações em todos os setores, inclusive no setor automotivo. Deve-se destacar que a utilização do GLP em veículos é proibida por lei, pois essa aplicação é perigosa, devido às

improvisações e à falta de regulamentação nos equipamentos utilizados para esse fim.

Tratando-se de pressão de armazenamento, o GLP é comercializado em botijões de 13 kg e em cilindros de 45 kg. Em ambos, quando cheios, a pressão fica em torno de 15 atm. A essa pressão e à temperatura ambiente, 85% do seu volume está no estado líquido e 15 % no estado vapor. O gás natural, quando utilizado em veículos (GNV), é vendido nos postos de serviço à pressão de 200 atm, que é a pressão final do cilindro do veículo. Nessa condição, a quantidade de gás natural no cilindro é de aproximadamente 30 kg. Para os demais usos, ele é distribuído em redes normais de distribuição de gás.

O petróleo é constituído, basicamente, por hidrocarbonetos, que são compostos químicos formados por átomos de carbono e hidrogênio. O GLP é uma mistura de dois hidrocarbonetos específicos, o propano e o butano, que, embora não seja tóxico, se inalado em grande quantidade, apresenta efeito anestésico.

Dos produtos obtidos no processo de refino do petróleo, que é a separação das misturas de hidrocarbonetos, o GLP é o que apresenta a menor densidade ( $d=m/v$ ), que é a relação entre massa (kg) e volume ( $m^3$ ) de um elemento. Quanto mais denso esse elemento, mais pesado ele é, o que significa que o GLP é o mais leve dentre os produtos resultantes do refino do petróleo.

Por ser o combustível fóssil mais limpo e menos intensivo em carbono, o gás natural é importante como combustível de transição, até que se desenvolvam alternativas tecnológicas de baixo impacto ambiental (VIEIRA *et al.*, 2005). Isso significa que esse gás contribui para a redução do desmatamento e do tráfego de caminhões que transportam óleos combustíveis para as indústrias.

Também se verifica como vantagem do gás natural sua oferta de variadas aplicações no cotidiano, fomentando a melhoria na qualidade de vida das pessoas. Em termos ambientais, a vantagem do gás natural é significativa no que diz respeito ao efeito estufa. Assim,

Em substituição aos demais combustíveis fósseis, o gás provoca uma grande redução nas emissões de  $CO_2$  (cerca de 20 a 23% menos do que o óleo combustível e 40 a 50% menos do que os combustíveis sólidos como o carvão). No atual estágio tecnológico do uso de combustíveis fósseis, o gás natural é o menos poluente. A utilização [...] em equipamentos adaptados e adequados para a queima de gás também elimina a emissão de óxido de enxofre, fuligem e materiais particulados, enquanto as emissões de CO e  $NO_x$  podem ser relativamente bem controladas (SANTOS, 2002, pp. 94-95).

Comparando o gás natural à energia nuclear ou hidroelétrica, ele perde no que tange à emissão de gases que produzem o “efeito estufa”. Mas as vantagens do gás natural se estendem a quase todos os aspectos em relação aos demais combustíveis fósseis: qualidade local do ar, chuvas ácidas, efeito estufa, ataque a camada de ozônio.

Há vantagens também pelo fato de não gerar resíduos radioativos de alta periculosidade (energia nuclear) e por não causar impactos consideráveis de reassentamento populacional ou obstrução de áreas produtivas, neste caso, a exemplo do que ocorre devido às hidroelétricas.

Na Tabela 6, verifica-se a comparação do gás natural com base nos parâmetros de emissões de gases em atividades relacionadas ao uso de energia, por tipo de combustível e por uso final.

**Tabela 6 – Emissões Padrões em Atividades Energéticas por Tipo de Combustível e por Uso Final**

Combustível	Atividade	Material Particulado (Kg/t)	SO <sub>2</sub> (Kg/t)	NO <sub>x</sub> (Kg/t)	HC (Kg/t)	CO (Kg/t)
Petróleo	IND	3,00	4,00	7,50	0,40	0,55
	COM	3,00	4,00	7,50	0,40	0,55
	APM	3,00	4,00	7,50	0,40	0,55
	COT	3,00	4,00	7,50	0,40	0,55
Gás Natural	CEL	0,29	1,00	11,50	0,02	0,32
	AUT	0,34	1,00	3,60	0,06	0,32
	NAP	0,29	1,00	11,50	0,02	0,32
	IND	0,34	1,00	3,60	0,06	0,32
	RES	0,36	1,00	1,56	0,18	0,32
	COM	0,34	1,00	3,60	0,06	0,32
	TRS	0,36	1,00	3,60	0,15	0,32
	APM	0,34	1,00	3,60	0,06	0,32
Carvão	COT	0,34	1,00	0,60	0,06	0,32
	CEL	20,00	3,80	9,00	0,15	0,50
	AUT	16,25	3,80	7,50	0,50	1,00
	IND	16,25	3,80	7,50	0,50	1,00
	COM	16,25	3,80	7,50	0,50	1,00
	APM	16,25	3,80	7,50	0,50	1,00

Sendo:

Atividade	
Centrais de geração elétrica	CEL
Geração elétrica autoprodutora	AUT
Consumo próprio da refinaria	REF
Não aproveitado	NAP
Industrial	IND
Residencial	RES
Comercial, serviço público	COM
Transporte	TRS
Água, pesca, mineração	APM

Fonte: OLADE – SIEE (Sistema de informação econômica energética da América Latina e do Caribe) (apud SANTOS, 2002, p. 95).

No que se refere ao uso do gás natural para aquecedores de passagem a vantagem está na garantia de

um banho na temperatura ideal, com vazão de água confortável, sem preocupar-se com uma conta de energia astronômica, ou ainda com a possibilidade de um novo racionamento. Um único aquecedor modulado é capaz de atender todo o apartamento ou casa, em capacidades diversas, de acordo com a quantidade de pontos de consumo. Quanto à segurança, no mínimo três sistemas impossibilitam qualquer situação danosa ao usuário ou ao ambiente (SERGAS, 2007, p. 1).

Abreu e Martinez (2003, p. 25) apresentam as vantagens do gás natural classificando-as em três grupos: a) Vantagens macroeconômicas; b) Vantagens ambientais e c) Vantagens diretas para o usuário.

As vantagens macroeconômicas podem ser constatadas nos seguintes aspectos: diversificação da matriz energética; fontes de importação regional; disponibilidade ampla, crescente e dispersa; desafogo dos sistemas de transporte rodo-ferro-hidroviário, que envolve planejamento logístico; atração de capitais externos de risco; melhoria do rendimento energético; aumento da competitividade das indústrias; e geração de energia elétrica junto aos centros de consumo.

Quanto às vantagens ambientais, são aquelas referentes, principalmente, à poluição do ar, devidas à: reduzida presença de contaminantes, tendo em vista uma combustão limpa; não emissão de particulados (cinzas); dispensa de tratamento dos gases de combustão; rápida dispersão de vazamentos; e emprego em veículos automotivos.

No que se refere às vantagens diretas para o usuário, são aquelas atribuídas aos seguintes fatores: facilidade de adaptação das instalações existentes; economia, pois é desnecessário investir em armazenamento e também ampliar o espaço; menor custo de manutenção dos equipamentos porque a corrosão é menor; custo reduzido de manuseio do combustível e das instalações; combustão facilmente regulável, admitindo grande variação de fluxo; elevado rendimento energético; pagamento após o consumo; menores prêmios de seguro; e custo bastante competitivo com outras alternativas.

Por essas razões, é necessário considerar que o uso ecológico e eficiente da energia apresenta dimensões ambientais, econômicas e sociais, que vão além dos limites dos países e das gerações, passando, assim, a um contexto mais amplo de sustentabilidade do desenvolvimento da espécie humana, pois a energia permeia a existência da humanidade. Desse modo, ao mesmo tempo em que a energia é

imprescindível para a sobrevivência, deve-se garantir que sua utilização não coloque em risco o meio ambiente e, conseqüentemente, as gerações futuras.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Tipo de Pesquisa**

A pesquisa que viabilizou a elaboração do presente trabalho é do tipo descritivo, quanto ao fim proposto, que é descrever aspectos inerentes à substituição do GLP pelo gás natural em residências e condomínios, especialmente no que se refere às vantagens dessa substituição.

Em virtude de sua natureza interpretativa e da maior proximidade do pesquisador com o objeto de estudo – SERGAS – é uma pesquisa do tipo qualitativa.

O método, por sua vez, é indutivo, tendo em vista que o grau de confirmação dos enunciados depende das evidências ocorrentes, que, no caso deste estudo, são fenômenos de natureza química, ambiental, econômico e social, referentes ao gás natural.

#### **3.2 Procedimento de Pesquisa**

O presente trabalho procede de uma pesquisa bibliográfica e documental, no que diz respeito aos meios utilizados para obtenção de informações, o que significa que tem outros estudos como fundamentação científica e operatória, publicados em livros, artigos e dados disponíveis em sites de Companhias distribuidoras de gás natural no Brasil.

Algumas informações acerca do gás natural em Aracaju foram obtidas pela pesquisadora, junto à SERGAS, Companhia da qual é uma das colaboradoras.

### **3.3 Tratamento de Dados**

Os dados de natureza teórica, técnica e quantitativa, após serem interpretados, foram digitados e formatados no Word, aplicativo de textos comumente utilizado para o registro de trabalhos acadêmicos. Uma vez que não foi realizada pesquisa de campo, dispensa tratamento estatístico peculiar, exceto quanto às informações decorrentes da pesquisa bibliográfica e documental, cujas análises encontram-se na Fundamentação Teórica deste trabalho.

#### 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Conforme balanço publicado pela SERGAS (2007), a história do gás natural em Aracaju foi iniciada em janeiro de 1993, quando a Assembléia Legislativa de Sergipe autorizou a criação da então Empresa Sergipana de Gás S. A. (EMSERGAS) – desde 2003, denominada Sergipe Gás S.A. (SERGAS), através da Lei nº 3.305/93, que culminou na constituição da EMSERGAS como Sociedade de Economia Mista integrante da Administração Indireta do Estado de Sergipe. Em dezembro de 1994, a Companhia firmou o contrato de suprimento de gás natural com a Petrobras, iniciando, um ano depois, as atividades de distribuição de gás canalizado no Estado. Ainda em 1995 a Companhia atingia apenas 40.000m<sup>3</sup>/dia, na comercialização total.

Após conquistar importantes clientes – Cerâmica Santa Márcia S.A. (Samarsa), em 1995; Vale do Rio Doce e Brahma, em 1997; Trop Fruit Nordeste S.A., em 1999; e Indústria de Biscoitos Mabel, em 2000.

Em virtude da grande vantagem do preço do gás natural em relação à gasolina, a então EMSERGAS, no ano de 2001, registrou significativo aumento dos consumidores de gás natural veicular em Sergipe.

No ano de 2002 teve início a construção do gasoduto que liga o atual viaduto do Distrito Industrial de Aracaju (DIA) ao Hospital João Alves Filho, com derivação pela Avenida Desembargador Maynard, chegando ao bairro Siqueira Campos, que permitiu, sobretudo, o aumento da distribuição do GNV em Aracaju.

O crescimento da comercialização do gás natural nos segmentos comercial e residencial na área urbana de Aracaju ocorreu no final de 2004, com a construção do Sistema de Distribuição de Gás Natural. No ano seguinte, a SERGAS implantou o gás natural nos municípios de Carmópolis e de São Cristóvão.

Em 2006, a Companhia apresentou um elevado volume de vendas, alcançando 96.418.857m<sup>3</sup> de gás natural comercializados. No mesmo ano, foi concluída a construção do gasoduto que liga a BR-101, garantindo o aumento da pressão de distribuição em Aracaju. Também fazem parte da trajetória do uso do gás natural na referida capital, sob a administração da SERGAS: a implantação do primeiro posto de gás comprimido no município de Itabaiana; funcionamento da primeira etapa do ramal Atalaia (Plano de Expansão), distribuindo o gás para o

sistema hoteleiro e restaurantes desse bairro; implantação do primeiro sistema de cogeração a partir do gás natural em um dos shoppings da capital; dentre outras realizações de caráter social e ambiental.

Conforme a Agência Nacional do Petróleo (ANP), Sergipe é o 5º maior produtor de gás natural do Brasil, sendo o 3º produtor de gás natural em campos marinhos no nordeste e a 7ª maior reserva comprovada desse combustível a nível nacional, disponibilizando cerca de 4,7 bilhões de metros cúbicos.

Além do equilíbrio entre a demanda e a oferta do gás natural, em virtude de uma infra-estrutura já disponível, Sergipe passou a ser beneficiado pelo Projeto Malhas, que resulta numa imensa rede de gasodutos ligando o norte do Ceará ao norte do Espírito Santo, possibilitando uma autonomia na capacidade de suprimento desse gás para a região Nordeste durante muitos anos.

O território sergipano possui gasodutos de transferência e de transporte – tipos de propriedade da Petrobras – e também de distribuição, todos pertencentes à SERGAS. “Os gasodutos de transferência são aqueles destinados à movimentação de petróleo, de derivados ou gás natural em meio ou percurso considerado de interesse específico e exclusivo do proprietário ou explorador das facilidades” (SERGAS, 2007, p. 16).

Há dois gasodutos de transferência no território de Sergipe, totalizando uma extensão de 276km, assim divididos:

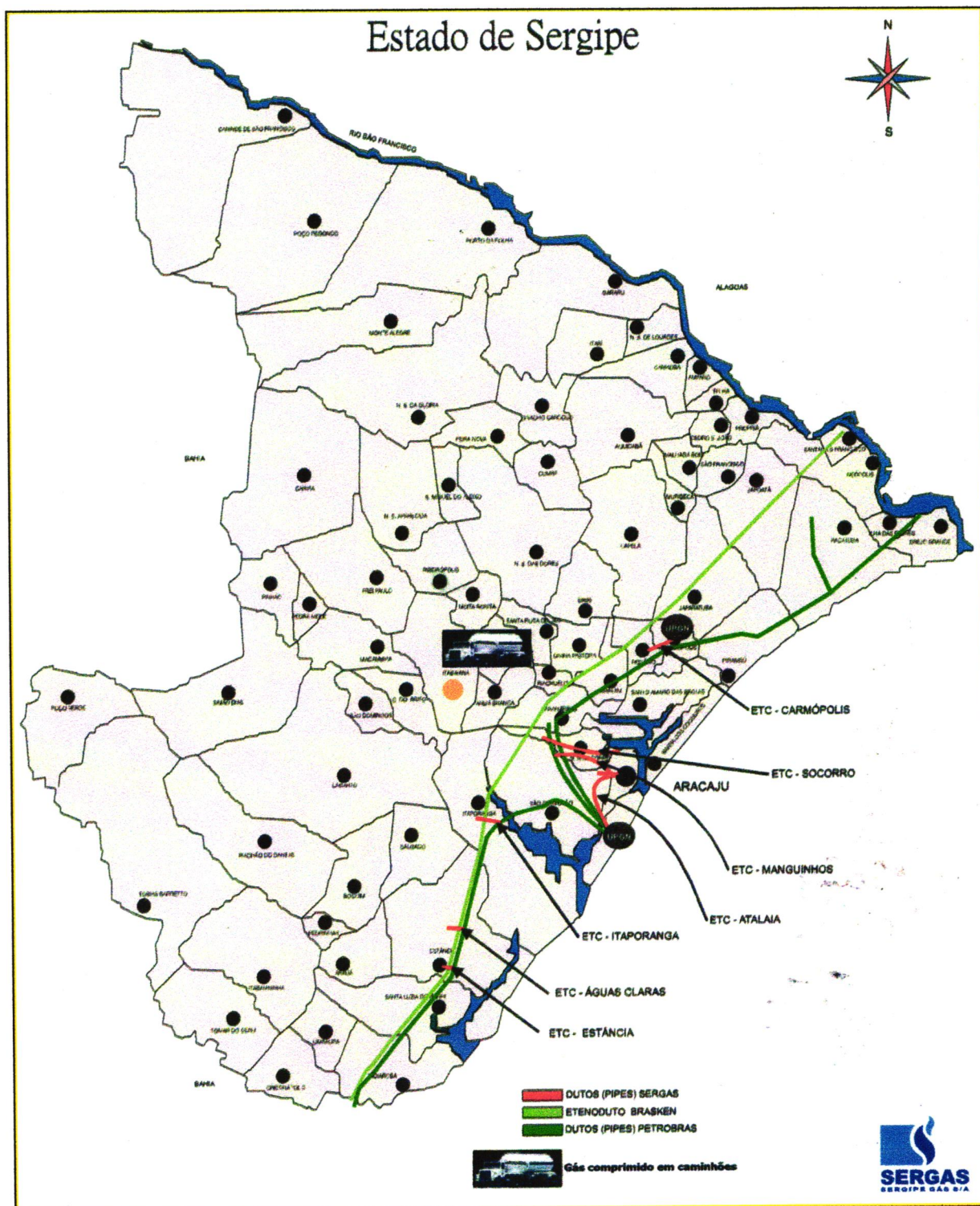
- a) 250km correspondem à extensão do Gasoduto Alagoas/Sergipe, nos seguintes trechos: Furado-Robalo (DN 10”), Robalo-Carmópolis (DN 12”) e Carmópolis/Atalaia (DN 14”), sendo este responsável pela movimentação de cerca de 800.000 m<sup>3</sup>/dia, conduzindo o gás natural produzido nos poços de Furado(AL), de Robalo(SE) e de Carmópolis(SE) para ser processado na Unidade de Processamento de Gás Natural de Aracaju (TECARMO);
- b) 26km referentes ao Gasoduto Atalaia/Laranjeiras, que movimenta em torno de 1.300.000 m<sup>3</sup>/dia, abastecendo a FAFEN e dois city-gates da SERGAS.

Quanto aos gasodutos de transporte, destinam-se à movimentação de gás natural, contemplado como de interesse geral, incluindo estações de compressão, de medição, de redução de pressão, de armazenagem e de entrega. Em Sergipe há um gasoduto de transporte, o Gasoduto Sergipe-Bahia (GASEB), com extensão territorial equivalente a 229 km (DN 12"), cujo diâmetro é de 14" em toda a sua extensão. Atualmente, o GASEB movimento em torno de 600.000 m<sup>3</sup>/dia.

No que se refere aos gasodutos de distribuição, destinam-se ao uso de qualquer pessoa física ou jurídica, quer o mercado ou a cadeia econômica produtiva que utilize o gás para fins de produção de energia ou de matéria prima, ou qualquer outra finalidade nas áreas de produção industrial, comercial, residencial ou automotiva.

Segundo a SERGAS (2007), atualmente, a rede de distribuição da Companhia alcança a extensão de 117km, já abrangendo sete municípios: Aracaju, N. Sra. do Socorro, Itaporanga D'Ajuda, Estância, Rosário do Catete, Carmópolis e São Cristóvão. Os gasodutos de distribuição são de média e de baixa pressão, constituídos de aço carbono com diâmetro de 6", 4", 3" e 2" e em polietileno de alta densidade, com diâmetro de 110 mm, 75 mm, 63 mm e 32 mm.

Os locais de atuação da SERGAS são demonstrados no mapa a seguir (Figura 6), especificando cada Estação de Transferência de Custódia (ETC), que é o conjunto de equipamentos e instalações onde é feita a transferência de propriedade do gás, do Supridor à Concessionária, cuja finalidade é regular a pressão, assim como medir e registrar o volume de gás, nas condições de entrega, de modo contínuo.



**Figura 6: Locais de Atuação da SERGAS**  
Fonte: SERGAS (2008).

A infra-estrutura de distribuição do gás natural em Sergipe apresentou um crescimento de 198% no período de 1995 a 2006, mas a maior elevação nos investimentos ocorreu no período de 2003 a 2006, quando a SERGAS "ampliou sua

rede de dutos de 55km para 117km” (SERGAS, 2007, p. 19). A evolução da rede de dutos de gás natural em Sergipe é expressa na Tabela 7.

**Tabela 7 – Evolução da Rede de Dutos de Gás Natural em Sergipe**

<b>EVOLUÇÃO DA REDE</b>			
<b>Ano</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
<b>Km</b>	112,79	122,59	131,29

Fonte: SERGAS (2008).

Cabe esclarecer que há também os gasodutos virtuais, ou seja, uma modalidade de transporte oferecida como alternativa para conduzir o gás natural a localidades que se situam a longas distâncias dos gasodutos existentes, mas cujo mercado não viabiliza a construção de um gasoduto. Nesses casos, utiliza-se o GNC, que é todo o gás natural processado e acondicionado para o transporte em ampolas ou cilindros, à temperatura ambiente e a uma pressão que o conserve em estado gasoso.

Em Sergipe, o município de Itabaiana recebe o gás natural da SERGAS por meio dessa tecnologia, mas o objetivo dessa Companhia é desenvolver o mercado desse produto naquela região, de forma a viabilizar economicamente a construção de um gasoduto até aquele município.

Vale ressaltar que o atual valor do GLP é de R\$3,50, contra R\$1,5747, que é o valor do gás natural.

Quanto à evolução do consumo do gás natural por segmento, em Sergipe, considerando o período de outubro de 2007 até abril de 2008, verifica-se, na Tabela 8 maior crescimento no segmento automotivo, bem como a evolução dos segmentos residencial e comercial e uma estagnação nos segmentos industrial e de cogeração.

**Tabela 8 – Evolução dos Segmentos de Gás Natural em Sergipe**

Mês/Ano							
	Out./07	Nov./07	Dez./07	Jan./08	Fev./08	Mar./08	Abr./08
<b>Segmento</b>							
Residencial	41	41	41	41	42	42	44
Comercial	42	42	43	44	45	45	45
Industrial	29	30	30	30	30	30	30
Automotivo	29	29	31	33	34	34	34
Termelétrico	-	-	-	-	-	-	-
Cogeração	1	1	1	1	1	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>142</b>	<b>143</b>	<b>146</b>	<b>149</b>	<b>152</b>	<b>152</b>	<b>154</b>

Fonte: SERGAS (2008).

O número total de clientes por segmento de distribuição é demonstrado na Tabela 9, sendo possível notar o grande aumento no número de clientes do segmento residencial em Aracaju.

**Tabela 9 – Número de Clientes por Segmento**

Ano			
	2005	2006	2007
<b>Segmento</b>			
Industrial	32	34	40
Veicular	18	25	32
Comercial	14	33	46
Residencial	17	30	43
Termoelétrico	-	-	-
Cogeração	-	1	-
Outros	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>81</b>	<b>123</b>	<b>161</b>

Fonte: SERGAS (2008).

Com a expansão da rede de gasodutos em Aracaju, tem aumentado continuamente o número de unidades residenciais que desfrutam da comodidade, segurança e economia decorrentes do uso do gás natural. Atualmente, a rede de gasodutos da SERGAS atende ao segmento residencial nos bairros Salgado Filho,

13 de Julho, Jardins e Grageru, e continua em expansão, cabendo ressaltar que a Companhia distribui o gás natural a 29 condomínios residenciais em Aracaju.

O Decreto nº 22.897, de 28 de agosto de 2004, publicado pelo Diário Oficial do Estado de Sergipe, aprova a Regulamentação dos Serviços Locais de Gás Canalizado em Sergipe, fixando, dentre outros aspectos: conceitos, exclusividade dos serviços, garantias de atendimento ao mercado, uso, classificação do consumidor, fornecimento, penalidades, controle, fiscalização, custos, tarifas e relações contratuais.

Como se verifica, em termos de gás natural, Aracaju se apresenta com condições naturais e técnicas adequadas para o uso desse produto, nos diferentes segmentos.



## **4 CONCLUSÕES**

A partir do exposto neste estudo verifica-se que a comercialização, distribuição e medição do gás natural no Brasil, sobretudo no segmento residencial e condominial, têm adquirido maior importância principalmente em virtude das vantagens desse combustível fóssil, em relação ao GLP.

O uso do gás natural como fonte de energia no mundo se tornou cada vez mais importante em decorrência dos estudos que mostram a possibilidade da rápida diminuição do papel do petróleo e do carvão – devido ao uso crescente de ambos –, comparando-os com as demais fontes de energia fóssil, ou seja, o gás natural substitui gradualmente esses congêneres.

Os benefícios da substituição do GLP pelo gás natural são traduzidos nas várias vantagens atribuídas a este gás. Além de ser uma fonte de energia abundante, é menos nociva ao meio ambiente, exceto em casos de vazamentos, por se tratar de um dos gases responsáveis pelo efeito estufa. Por outro lado, com o uso do gás natural, duas causas de problemas ambientais são evitadas: o desmatamento e o tráfego de caminhões que transportam óleos combustíveis para as indústrias.

Embora a construção da infra-estrutura de gasodutos seja dispendiosa, os custos de transporte e o custo marginal da produção do gás natural são relativamente menores. Disto resulta a propensão ao monopólio natural, isto é, à formação de uma estrutura de com apenas uma empresa atuando e inibindo a inclusão de novos agentes.

Diferentemente do GLP, o gás natural oferece como vantagem o fato de ser aplicável em diversos segmentos: residencial, industrial, automotivo, cogeração, termelétrico. Desse modo, deve-se ao gás natural os benefícios constatados nos seguintes aspectos: diversificação da matriz energética; abundância; desopressão dos sistemas de transportes rodoviário, ferroviário e hidroviário; combustão limpa; rápida dispersão de vazamentos; facilidade de adaptação às instalações existentes; reduzido custo de manutenção dos equipamentos; entre outros.

Quanto à infra-estrutura de distribuição e ao uso do gás natural em Aracaju, apresenta-se em expansão, confirmando a importância desse combustível fóssil, nos aspectos abordados nesse estudo. Embora seja o menor Estado brasileiro, Sergipe destaca-se como o 5º maior produtor de gás natural do país, o terceiro produtor desse combustível em campos marinhos no nordeste e a 7ª maior reserva comprovada desse gás no âmbito nacional, disponibilizando em torno de 4,7 bilhões de metros cúbicos, tanto que o território sergipano possui gasodutos de transferência, de transporte, de distribuição e gasodutos virtuais.

O número de unidades residenciais que utilizam o gás natural em Aracaju tem aumentado com a expansão da rede de gasodutos SERGAS, única Companhia do ramo no Estado de Sergipe. Apesar do crescimento do consumo do gás natural no segmento automotivo, atualmente, em Aracaju, esse gás é distribuído a 29 condomínios residenciais, valor significativo tendo em vista estar implícita a abrangência de unidades de apartamentos atendidos.

Além dos benefícios, já mencionados, do uso do gás natural, que justificam e podem motivar sua sobreposição ao GLP, destaca-se uma importante vantagem de ordem econômica, especialmente para o consumidor, que o valor atual do gás natural ser de R\$1,5747, consideravelmente menor do que o valor do GLP, qual seja, R\$3,50.

Portanto, não apenas em Aracaju, mas em todo o país, as vantagens da substituição do GLP pelo gás natural em residências e condomínios são várias, cabendo ressaltar que os benefícios não se restringem ao indivíduo, tampouco a uma residência, mas alcançam todos os ecossistemas e, conseqüentemente, toda a humanidade.

## REFERÊNCIAS

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

ALMEIDA, E. **Economia do Gás Natural**. Apostila Didática Mimeo. Rio de Janeiro: Instituto de Economia / Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.

ALMEIDA, E. L. F.; BICALHO, R. G. **Evolução das tecnologias de transporte e reestruturação da Indústria de Gás Natural**. Grupo de Energia. Rio de Janeiro: IE/UFRJ, 2000.

ANEEL. **Energia**. SOUZA, Maria da Conceição G. D. Paim de; LOBO, Ronilson M. (Orgs.). Salvador: Secretaria da Educação: Instituto Anísio Teixeira Agência Estadual de Regulação de Serviços Públicos de Energia, Transporte e Comunicações da Bahia (AGERBA): Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil) (ANEEL), 2002.

ANP. Agência Nacional de Petróleo. **Anuário Estatístico 2004**. Disponível em: <[http://www.anp.gov.br/conheca/anuario\\_2004.asp](http://www.anp.gov.br/conheca/anuario_2004.asp)>. Acesso em: 20 abr. 2008.

\_\_\_\_\_. **Boletim mensal do gás natural** – Referência: dezembro/2006. Disponível em: <[http://www.anp.gov.br/gas/gas\\_boletimmensal.asp](http://www.anp.gov.br/gas/gas_boletimmensal.asp)>. Acesso em: 20 maio 2008.

\_\_\_\_\_. **Portaria nº 104**, de 8 de julho de 2002. Disponível em: <[www.scgas.com.br/gas\\_natural/anp104.pdf](http://www.scgas.com.br/gas_natural/anp104.pdf)>. Acesso em: 29 abr. 2008.

AUSTVIK, O. G. **Economics of Natural Gas Transportation**. 2000. Disponível em: <<http://www.kaldor.no/energy/>>. Acesso em: 20 abr. 2008.

BALLOU, R. **Logística Empresarial: Transportes, Administração de Materiais e Distribuição Física**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1993.

BRASIL. **Ministério de Minas e Energia**. Empresa de Pesquisa Energética Balanço Energético Nacional 2007: Ano base 2006: Resultados Preliminares / Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro: EPE, 2007.

**BRASIL. Balanço Energético Nacional.** Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2003.

CARLTON, D. W.; PERLOFF, J. M. **Modern Industrial Organization.** Scott: Foresman and Company, 1990.

CBIE. **Centro Brasileiro de Infra Estrutura.** Perspectivas do mercado e da regulação do gás natural no Brasil. Disponível em: <[http://www.abides.org.br/Store/Arquivos/00007/MT\\_PPT\\_\\_CBIE\\_Adriano%20Pires\\_10042006\\_Perspectiva\\_GN.pdf](http://www.abides.org.br/Store/Arquivos/00007/MT_PPT__CBIE_Adriano%20Pires_10042006_Perspectiva_GN.pdf)>. Acesso em: 28 maio 2008.

CECCHI, J. C. (Coord.). **Indústria Brasileira de Gás Natural: Regulação Atual e Desafios Futuros.** Rio de Janeiro: ANP, 2001.

COMPAGAS. Companhia Paranaense de Gás. **Gás Natural Residencial.** Disponível em: <<http://www.compagas.com.br>>. Acesso em: 10 maio 2008.

CONPET. **Comparação entre o gás natural e outros gases.** Disponível em: <[http://www.conpet.gov.br/comofazer/comofazer\\_int.php?segmento=&id\\_comofazer\\_serie=30](http://www.conpet.gov.br/comofazer/comofazer_int.php?segmento=&id_comofazer_serie=30)>. Acesso em: 16 maio 2008.

CORRÊA, Oton Luiz Silva. **Petróleo: noções sobre exploração, perfuração, produção e microbiologia.** Rio de Janeiro: Interciência, 2003.

FREITAS, Eduardo de. **Protocolo de Kyoto.** Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/protocolo-kyoto.htm>>. Acesso em: 30 abr. 2008.

GASENERGIA. **Gasodutos no Brasil.** Disponível em: <[http://www.gasnet.com.br/artigos/artigos\\_view2.asp?cod=669](http://www.gasnet.com.br/artigos/artigos_view2.asp?cod=669)>. Acesso em: 22 abr. 2008.

GASNET. **Distribuidoras de gás.** Disponível em: <[http://www.gasnet.com.br/novo\\_distribuidoras.asp#70](http://www.gasnet.com.br/novo_distribuidoras.asp#70)>. Acesso em: 30 abr. 2008.

IBP. **Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis.** Disponível em: <<http://www.ibp.org.br>>. Acesso em: 28 abr. 2008.

KRAUSE, G. G.; PINTO JUNIOR., H. Q. **Estrutura e Regulação do Mercado de Gás Natural: Especificidades do Caso Brasileiro. Nota técnica ANP, nº 04/SEE, setembro, 1998.**

KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (Org.). **Economia Industrial: fundamentos teóricos e práticos no Brasil.** Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2002.

NOVAES, A. G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2001.

SANTOS, Edmilson Moutinho dos; FAGÁ, Murilo Tadeu Werneck; BARUFI, Clara Bonomi; POULALLION, Paul Louis. **Gás natural: a construção de uma nova civilização**. *Revista de Estudos Avançados*, 21 (59). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2007.

SANTOS, Edmilson Moutinho dos (Coord.). **Gás natural: estratégias para uma energia nova no Brasil**. São Paulo: Annablume, Fapesp, Petrobras, 2002.

SEBEN, Samuel. **GNL E GNC: Características de Transporte, Armazenamento e Segurança**. 32f. Especialização (Monografia). Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Especialização em Utilizações do Gás Natural. Porto Alegre: UFRGS, 2003.

SERGAS - Sergipe Gás S.A. **Gás Residencial**. 2007. Disponível em: <[http://www.sergipegas.com.br/2007/produtos\\_residencial.php](http://www.sergipegas.com.br/2007/produtos_residencial.php)>. Acesso em: 10 maio 2008.

\_\_\_\_\_. **A chama azul da energia**. Sergipe Gás S.A. Aracaju: SERGAS, 2007.

SERGIPE. **Regulamento dos serviços locais de gás canalizado no estado de Sergipe**. Diário Oficial do Estado de Sergipe, n. 24.600, 2004.

TBG. **Transportadora Brasileira Gasoduto Brasil-Bolívia S.A.**. Disponível em: <<http://www.tbg.com.br>>. Acesso em: 28 abr. 2008.

THOMAS, José Eduardo. **Fundamentos de engenharia de petróleo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência: Petrobras, 2004.

VIEIRA, Petronio Lerche; GARCIA, Celestino Boente; GUIMARÃES, Helvécio Borges; TORRES, Ednildo Andrade; PEREIRA, Osvaldo Livio Soliano. **Gás natural: benefícios ambientais no Estado da Bahia**. Salvador: Solisluna Design e Editora, 2005.