



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA - PIMES

**PERSPECTIVA DA ADOÇÃO DO GÁS NATURAL VEICULAR:  
POLÍTICAS DE INCENTIVO E EVOLUÇÃO DA DEMANDA EM  
PERNAMBUCO**

**CRISTIANE SOARES DE MESQUITA**

RECIFE  
2005

**CRISTIANE SOARES DE MESQUITA**

**PERSPECTIVA DA ADOÇÃO DO GÁS NATURAL VEICULAR:  
POLÍTICAS DE INCENTIVO E EVOLUÇÃO DA DEMANDA EM  
PERNAMBUCO**

**Dissertação apresentada ao Curso de  
Pós-Graduação em Economia da  
Universidade Federal de Pernambuco,  
como último requisito para obtenção do  
grau de mestre em Economia.**

**Orientador: PROF. FRANCISCO S. RAMOS**

**RECIFE  
2005**

**Mesquita, Cristiane Soares de**  
**Perspectiva da adoção do gás natural veicular :  
políticas de incentivo e evolução da demanda em  
Pernambuco / Cristiane Soares de Mesquita. – Recife  
: O Autor, 2005.**

**84 folhas : il., fig., tab., gráf.**

**Dissertação (mestrado) – Universidade Federal  
de Pernambuco. CCSA. Economia, 2005.**

**Inclui bibliografia e apêndice.**

**1. Economia – Microeconomia. 2. Gás natural  
veicular – Definição, requisitos legais e técnicos de  
uso – Vantagens e desvantagens. 3. Países  
estrangeiros e Brasil – Políticas adotadas – Estudo  
comparativo. 4. Frota veicular em Pernambuco –  
Programa GNV – Estimativa da demanda. I. Título.**

**33-032.31  
333.8233**

**CDU (2.ed.)  
CDD (22.ed.)**

**UFPE  
BC2005-278**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA  
PIMES/ PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO  
DO MESTRADO EM ECONOMIA DE

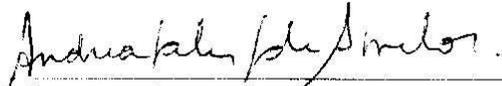
CRISTIANE SOARES DE MESQUITA

A Comissão Examinadora composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera a candidata Cristiane Soares de Mesquita **APROVADA**.

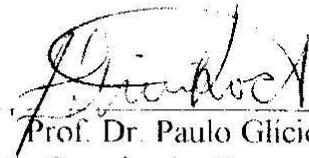
Recife, 10/03/2005



Prof. Dr. Francisco de Souza Ramos  
Orientador



Prof. Dr.ª Andrea Sales Soares de Azevedo Melo  
Examinador Interno



Prof. Dr. Paulo Glicio da Rocha  
Examinador Externo/CHESF

Dedico este trabalho aos meus pais e mestres.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, aos meus pais e familiares pela paciência, acolhimento e compreensão nos momentos mais difíceis e pelo indispensável apoio durante toda vida acadêmica, propiciando a tranquilidade e as condições necessárias para trabalhar. Agradeço, também, aos colegas Alexandro Ferraz, André Moraes, Cinthya Carmo, Leonardo Costa, Luiz Silveira (Copergás), Marinalva Maciel, Monaliza Ferreira, Sônia Pereira, Sônia Rebouças e a José Anchieta Gomes pelas considerações feitas ao longo do trabalho.

Expresso também meus agradecimentos aos professores do Curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Pernambuco, à CAPES, ao PIMES-DECON-UFPE, aos seus funcionários e, em especial, ao professor e orientador Francisco S. Ramos, pela paciência e o seu alto senso de profissionalismo, pois se não fosse sua extrema competência, as páginas desta dissertação não teriam sido escritas.

## RESUMO

O uso do gás natural (GN) vem sendo utilizado ao longo do tempo em diversos países, sendo considerado como uma fonte de energia para fornecimento de calor, geração e co-geração de eletricidade e de força motriz, o GN pode ser utilizado em diversos setores como o industrial, comercial, residencial e o automotivo. Para o uso automotivo, está quase sempre associado à imagem de um produto menos poluente, mais eficiente e mais seguro que os combustíveis tradicionais provenientes do petróleo. Por essa razão, procura-se conhecer um pouco mais o produto chamado gás natural veicular (GNV) que interessa tanto aos consumidores no nível individual quanto aos tomadores de decisão no âmbito governamental e empresarial. Esta dissertação tem por objetivo analisar a evolução do mercado de gás natural veicular, as diferentes políticas adotadas em alguns países para estimular a sua adoção, culminando com um estudo sobre o mercado pernambucano. A título de exercício é oportuno realizar um estudo de demanda pelo GNV para o Estado de Pernambuco e analisar o comportamento das variáveis que explicam, ou não, o consumo deste combustível no período de dezembro de 2001 a novembro de 2004.

**Palavras-Chaves:** Gás Natural Veicular, Demanda, Políticas de incentivo ao GNV.

## **ABSTRACT**

Natural gas (NG) has been used for a long time in several countries, being considered as a source of energy for the supply of heat, generation and co-generation of electricity and motion power, it can be used in many sectors such as industrial, commercial, residential and automotive. As for the automotive usage, it is almost always associated to the image of a less polluting, more efficient and safer product than the traditional fuels derived from oil. For this reason, it is sought to know more the product called natural gas vehicle (NGV) which interests the consumers in an individual level as well as the decision-takers in the governmental and business scope. This dissertation has the objective of analyzing the evolution of the natural gas vehicle market, the different policies adopted in some countries to stimulate its adoption, culminating with a study of the market situation in the state of Pernambuco, Brazil. In order to exercise, it is opportune to carry out a study of the demand for NGV for the state of Pernambuco and analyze the behavior of the variables which explain or not, the consumption of this fuel in the period from December 2001 to November 2004.

**Key-words:** Natural Gas Vehicle, Demand, Politics of incentive to the GNV.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>2</b>
<b>2. BREVE VISÃO DO MERCADO DE GÁS NATURAL</b> .....	<b>5</b>
<b>3. USO DO GÁS NATURAL VEICULAR NO MUNDO E NO BRASIL</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1. REQUISITOS LEGAIS E TÉCNICOS PARA USO DO GÁS NATURAL VEICULAR</b> .....	<b>17</b>
3.1.2 <i>Requisitos Legais</i> .....	17
3.1.3 <i>Requisitos técnicos</i> .....	19
<b>3.2 VANTAGENS NA UTILIZAÇÃO DO GNV</b> .....	<b>20</b>
<b>3.3 DESVANTAGENS NA UTILIZAÇÃO DO GNV</b> .....	<b>22</b>
<b>3.4 PRINCIPAIS PROGRAMAS DE GNV NO MUNDO</b> .....	<b>23</b>
3.4.1 <i>Argentina</i> .....	24
3.4.2 <i>Itália</i> .....	25
3.4.3 <i>Estados Unidos</i> .....	25
3.4.4 <i>Brasil</i> .....	26
<b>4. POLÍTICAS ADOTADAS PARA O MERCADO DE GNV EM ALGUNS PAÍSES</b> .....	<b>31</b>
<b>4.1 POLÍTICA NEOZELANDESA</b> .....	<b>31</b>
<b>4.2 POLÍTICA ARGENTINA</b> .....	<b>33</b>
<b>4.3 POLÍTICA COLOMBIANA</b> .....	<b>34</b>
<b>4.4 POLÍTICA EGÍPCIA</b> .....	<b>35</b>
<b>4.5 POLÍTICA EUROPÉIA</b> .....	<b>37</b>
<b>4.6 POLÍTICA BRASILEIRA</b> .....	<b>38</b>
<b>4.7 CONSIDERAÇÕES</b> .....	<b>39</b>
<b>5. PERNAMBUCO: FROTA VEICULAR E O PROGRAMA DE GÁS NATURAL VEICULAR</b> .....	<b>46</b>
<b>5.1 PROGRAMA PERNAMBUCANO</b> .....	<b>51</b>
<b>6. DEMANDA POR GNV: MODELO TEÓRICO E ESTIMAÇÃO</b> .....	<b>55</b>
<b>6.1 MODELO TEÓRICO</b> .....	<b>56</b>
<b>6.2. DADOS</b> .....	<b>61</b>
<b>6.3 ESTIMAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	<b>63</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>70</b>
<b>8. APÊNDICE</b> .....	<b>74</b>
<b>DESCRIPTIVA DAS VARIÁVEIS</b> .....	<b>74</b>
<b>TESTE DE NORMALIDADE DE JARQUE-BERA (JB)</b> .....	<b>74</b>
<b>TESTE DE DURBIN-WATSON</b> .....	<b>75</b>
<b>TESTE DE WHITE PARA HETEROCEDASTICIDADE</b> .....	<b>78</b>
<b>9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>80</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os combustíveis tradicionalmente utilizados pelo setor de transportes rodoviários são provenientes do petróleo, que quando queimados emitem uma grande quantidade de poluentes. Para minimizar os danos ambientais do transporte rodoviário, vários mecanismos de controle de combustíveis estão sendo utilizados, e novas alternativas estão surgindo, como é o caso da substituição dos combustíveis tradicionais pelo gás natural (GN).

O uso do gás natural tem sido utilizado em diversos países e é considerado como fonte de energia para fornecimento de calor, geração, co-geração de eletricidade e de força motriz, podendo ser utilizado em diversos setores como o industrial, comercial, residencial e o automotivo. De 2001 a 2003 a matriz energética brasileira sofreu mudanças no sentido de que a participação do gás natural elevou-se de 6,5% para 7,7% resultado da sua crescente utilização em várias esferas da economia (BEN, 2004(a)).

No contexto global o GN, devido a seus menores impactos ambientais comparativamente a outros combustíveis fósseis, poderá ser a fonte de energia primária mais demandada tanto pelos países desenvolvidos quanto pelos em desenvolvimento e passará a ocupar a segunda posição até 2020 só perdendo espaço para o petróleo (Secretaria de Energia do México, 2000).

Na Argentina entre o período de 1992 a 1998, os setores que mais consumiram gás natural foram o transporte, as centrais elétricas e a indústria (Secretaria de Energia do México, 2000).

No Brasil, a utilização do gás natural teve início na década de 60 cujos setores que o demandavam eram a indústria têxtil, cimenteira e cerâmica. A evolução do consumo de GN no período de 1970 a 2003 apresentou uma tendência crescente e o setor que mais consumiu GN em 2003 foi o industrial, em seguida veio o setor energético e o transporte.

Com a finalidade de apoiar o uso do GN, o governo brasileiro desenvolveu um programa chamado PLANGÁS no final da década de oitenta, que vislumbrou de início a substituição do óleo diesel pelo gás natural veicular (GNV) e o alvo era os veículos de transporte de carga e de passageiros. No entanto, a pequena diferença entre os preços do gás

natural e do óleo diesel que no momento era subsidiado, aliado a falta de uma infra-estrutura de abastecimento inviabilizou a conversão da frota nacional. No final de 1991 o uso do GNV para os taxistas e para as frotas cativas de empresas foi liberado, assim, esta medida viabilizou o GN como combustível alternativo e em 1996 a liberação foi para os veículos particulares, refletindo a partir daí no grande impulso de conversões automotivas. Em 2002, o Brasil ultrapassou a faixa dos 300 mil veículos que utilizavam o GN, alcançando a posição entre um dos maiores mercados de GNV do mundo e em 2004 obteve a segunda posição entre os países com maior frota de gás natural veicular.

O uso automotivo do GN está quase sempre associado à imagem de um produto menos poluente, mais eficiente e mais seguro que os combustíveis tradicionais provenientes do petróleo e a sua utilização varia de país para país. Alguns países têm programas agressivos, enquanto em outros, o GNV tem alcançado um desenvolvimento mais lento, porém progressivo.

Os países estão começando a avaliar programas de combustíveis alternativos mais limpos, devido aos grandes problemas de poluição nos grandes centros urbanos, causados pelo setor de transportes. Em alguns casos esses programas estão aliados à diminuição da dependência de combustíveis importados. O interesse governamental pelo GNV fez com que a sua comercialização se tornasse atividade de utilidade pública, liberando seu uso em veículos particulares e na frota pública.

Por essa razão, procura-se conhecer um pouco mais o comportamento do universo do GNV, que interessa tanto aos consumidores no nível individual, quanto aos tomadores de decisão no âmbito governamental e empresarial. A ponderação dos prós e contras da adoção do GNV como combustível alternativo, inclusive os seus pontos fracos, interessa também a motoristas particulares que cogitam fazer a conversão de seus automóveis.

Esse trabalho tem por objetivo analisar a evolução do mercado de gás natural veicular e as diferentes políticas adotadas em alguns países para estimular a sua adoção, culminando com um estudo sobre o mercado pernambucano. Um modelo do comportamento do

consumidor é apresentado e, a título de exercício, é realizado um estudo de demanda pelo GNV para o Estado de Pernambuco<sup>1</sup>.

A dissertação divide-se em sete capítulos, onde o primeiro refere-se a introdução; o segundo capítulo descreve em linhas gerais o mercado de gás natural e suas utilidades enquanto produto; o terceiro faz uma resenha no que diz respeito a utilização do GNV no mundo e no Brasil, de suas vantagens e desvantagens e os seus principais mercados além dos requisitos legais e técnicos; o quarto capítulo descreve os principais programas para o desenvolvimento do mercado de GNV no mundo e no Brasil, e tece alguns comentários sobre esses programas; o quinto, mostra a evolução da frota de veículos para o Estado de Pernambuco e descreve o Programa Pernambucano de gás natural; o sexto, apresenta o modelo teórico para a estimativa da demanda por GNV, versa sobre a base de dados do modelo a ser estimado e apresenta o modelo estimado, as elasticidades e os resultados e concluindo o trabalho, o sétimo capítulo apresenta as considerações finais.

---

<sup>1</sup> Trata-se de um mercado relativamente novo e a confiabilidade das informações obtidas deixa a desejar. Este ponto será esclarecido no capítulo 5.

## 2. BREVE VISÃO DO MERCADO DE GÁS NATURAL

As reservas brasileiras de gás natural estão localizadas principalmente nos Estados do Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte e Amazonas. Contando as reservas mundiais descobertas até hoje, o petróleo duraria 41 anos e o gás mais de 63 anos. Essa perspectiva de escassez a longo prazo do Gás Natural relativamente ao petróleo é um dos atrativos deste produto (Copergás, 2004(b)) frente ao petróleo, uma vez que sua oferta teria uma maior duração, ou seja, traria maior confiabilidade aos consumidores no tocante ao seu fornecimento.

Para o fornecimento do gás natural, uma rede de gasodutos está sendo construída em todo o País. Em Pernambuco, a Companhia Pernambucana de Gás (Copergás) utiliza a ramificação do Gasoduto do Nordeste, conhecido como "Nordestão". Ele atravessa os Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, partindo da Unidade de Processamento de Gás Natural (UPGN), localizada em Guamaré (RN), até o Cabo de Santo Agostinho (PE), com várias ramificações por todo o trajeto, como pode-se ver na Figura 1. É este é o principal responsável pelo abastecimento de Gás Natural na Região (Copergás, 2004(b)).

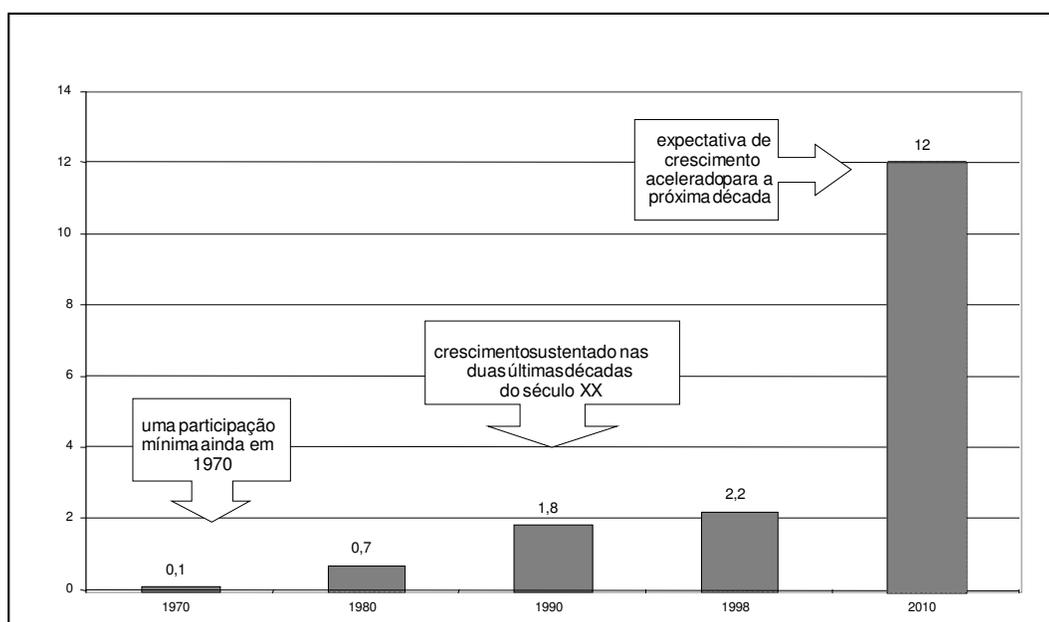
**Figura 1: Gasodutos da Região Nordeste**



Fonte: Bajay (2001).

Assim, a utilização do gás natural é promissora, já que o total do gás brasileiro juntamente com as parcelas do gás venezuelano, boliviano e argentino existentes podem contribuir para reduzir significativamente as pressões de consumo de petróleo na economia brasileira (Praça, 2003). Historicamente, a participação percentual do gás natural na matriz brasileira de consumo final era insignificante em 1970, apresentando um crescimento nas décadas seguintes como se pode observar na Figura 2 (ANP, 2001):

**Figura 2: Evolução do Gás Natural no Consumo Final  
(BRASIL, 1970-2010 - em %)**



Fonte: MME (2000).

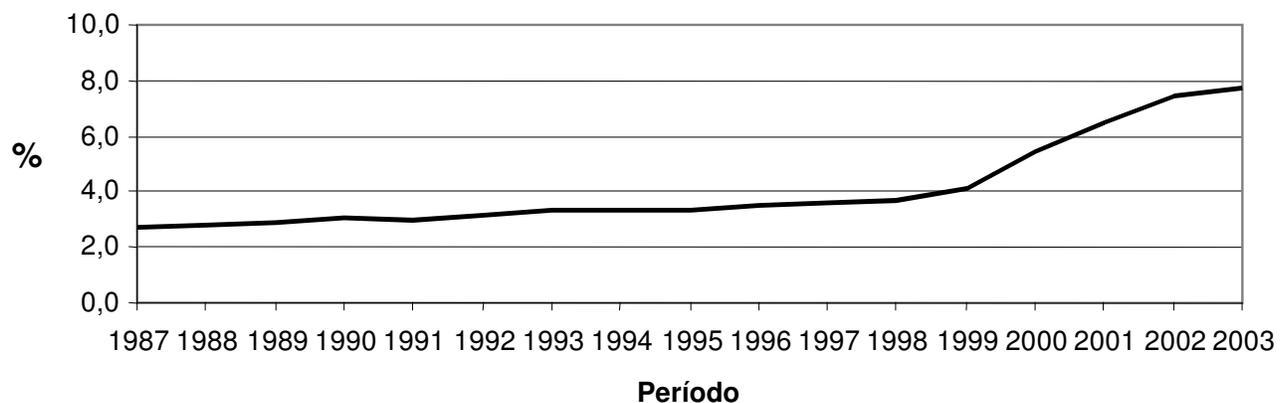
O governo federal pretende ampliar a participação desse energético para 12% até o ano de 2010 (Coutinho *et al*, 1999).

Para atender às expectativas de aumento da participação do gás natural na matriz energética brasileira é importante garantir o abastecimento do mercado interno, cuja expansão

se dará, no médio prazo, muito em função da realização do Programa de Geração Termelétrica<sup>2</sup> (ANP, 2001).

Comparando a matriz energética de 2001 a de 2002 constata-se que o gás natural aumentou a sua participação na OIE (Oferta Interna de Energia), passando de 6,5% em 2001 para 7,5%, resultado da sua crescente utilização na indústria, no transporte e na geração elétrica (BEN, 2003) e em 2003 chegou a 7,7% (BEN, 2004(a)). Sua participação na matriz só aumentou nos últimos tempos, como observa-se no Gráfico 1.

**Gráfico 1: Evolução do Gás Natural na Oferta Interna de Energia 1987-2003**



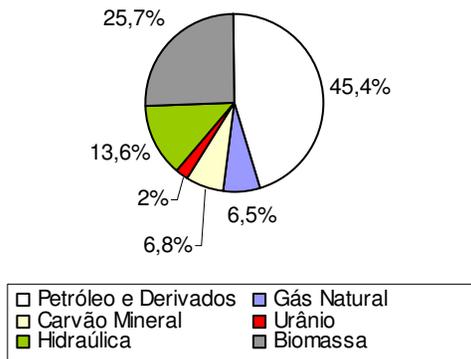
Fonte: BEN (2004(a)), elaborado pela autora .

Durante a década de oitenta, a oferta de gás natural apresentou um comportamento estável tendendo a uma ascensão a partir de 1999 devido a construção de gasodutos, em especial o Bolívia-Brasil, proporcionando uma integração dos mercados regionais às áreas de produção, tanto nacionais como internacionais (ANP, 2001).

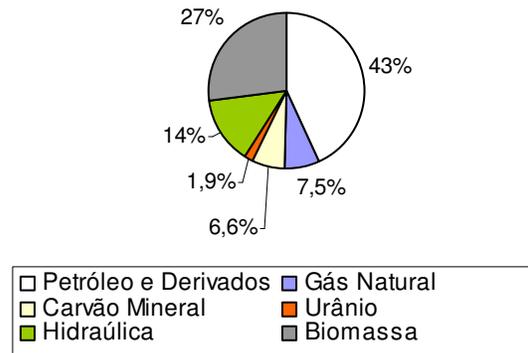
<sup>2</sup> Programa governamental de construção de termelétricas, que habilitou 49 projetos térmicos prioritariamente (43 direcionados ao consumo de gás natural como combustível).

A composição da matriz energética brasileira de 2001, 2002 e 2003 pode ser vista pelas Figuras 3, 4 e 5.

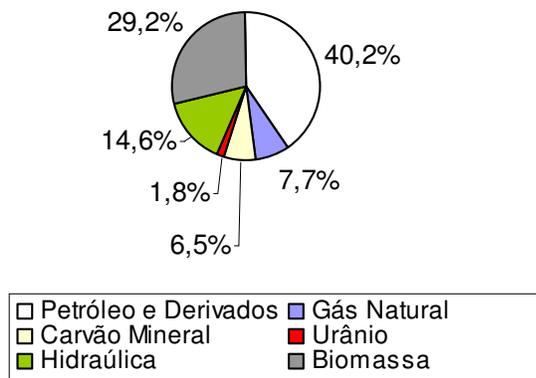
**Figura 3: Oferta Interna de Energia 2001 - Brasil**



**Figura 4: Oferta Interna de Energia 2002 - Brasil**



**Figura 5: Oferta Interna de Energia 2003 - Brasil**



Fonte: BEN, (2004(a)), elaborado pela autora.

Em 2003, cerca de 43,8% da matriz energética teve sua origem em fontes renováveis, destes, 14,6 pontos percentuais corresponderam a geração hidráulica e 29,2 a biomassa. Os 56,2% restantes da matriz energética vieram de fontes fósseis e outras não-renováveis como é o caso do petróleo e derivados com 40,2%, o gás natural com 7,7%, o carvão mineral com 6,5% e o urânio com 1,8% (BEN, 2004(a)).

Nota-se que o gás natural vem tendo significativo desenvolvimento, principalmente com a descoberta de novas reservas nacionais, e a importação da Bolívia que permitiu ampliar ainda mais sua utilização. Podendo representar, desta forma, melhorias em termos de eficiência energética e de qualidade do meio ambiente (BEN, 2003).

A sua aplicação é bastante diversificada, podendo ser usado como instrumento na recuperação do petróleo e como matéria-prima na geração de energia nos diversos setores de consumo (Praça, 2003):

- industrial: matéria-prima nos setores químico, petroquímico, de fertilizantes e empregado como combustível em várias indústrias como: siderúrgica, alimentícia, bebidas, fumo, tecidos e confecções;
- veicular: o uso em automóveis, ônibus e caminhões, o gás natural recebe o nome de "gás veicular", oferecendo vantagem no custo por quilômetro rodado. O gás natural veicular é comprimido e armazenado em cilindros especiais de aço, que são adaptados ao porta-mala do carro. Através de um sistema de tubulações e válvulas especiais este gás é injetado e misturado ao ar aspirado pelo motor, proporcionando uma queima limpa e eficiente da mistura (Potigás, 2004(a)). O gás natural é uma boa opção nos centros urbanos, pois ajuda a diminuir a poluição, emitindo menos poluentes que a queima da gasolina, álcool ou diesel (Petrobrás, 2004);
- comercial/residencial: cozimento, aquecimento de água etc.;
- geração de eletricidade e co-geração: a co-geração é definida como sendo a produção conjunta de trabalho mecânico e calor utilizável a partir da queima do mesmo combustível. O trabalho mecânico é em geral usado para acionar um gerador elétrico (Gasnet, 2005).

O gás natural, no contexto mundial, poderá ser a fonte de energia primária com maior crescimento na demanda devido a seus menores impactos ambientais relativamente a outros combustíveis fósseis. Além do que, muitos países têm a necessidade estratégica de diversificar suas fontes energéticas para evitar uma dependência sobre os recursos de abastecimento incerto como aqueles não disponíveis localmente ou irregulares, como a hidroeletricidade, que depende de fenômenos climáticos (Secretaria de Energia do México, 2000).

Ainda de acordo com o mesmo documento acima referenciado:

*“A tendência internacional mostra uma mudança notável no uso dos combustíveis para os próximos anos, tanto nos países desenvolvidos quanto nos países em desenvolvimento. O gás natural tem surgido como um combustível de grande importância no consumo de energia mundial, tanto pela sua eficiência térmica como por suas vantagens ambientais frente a outros energéticos”* (Secretaria de Energia-México, 2000; p.20).

Até metade do século XX, a utilização em escala comercial do energético ficou restrita aos EUA<sup>3</sup>. Na Europa Ocidental, as principais descobertas de gás ocorreram a partir da década de 1930 na Itália e na França, porém os grandes campos que permitiram deslançar o consumo de gás natural no Oeste Europeu somente foram descobertos por volta da década de 1960 na França e na Holanda. Na Europa Oriental, durante a década de 1930 foram encontradas diversas acumulações na Hungria, na Romênia e na extinta URSS. No cone Sul da América Latina, as reservas argentinas somente começaram a ser aproveitadas em maior escala a partir de 1950, com a construção do gasoduto de 1.965 quilômetros ligando as reservas à região da capital federal (ANP, 2001). O objetivo principal da política energética argentina era substituir os combustíveis líquidos pelo gás natural em usos residenciais,

---

<sup>3</sup> Em 1951 os EUA foram responsáveis por 92% da produção mundial comercializada e por 95% do consumo (BNDES, 1997, p.4 *apud* Catarina, 2002).

industriais e na geração elétrica. Com a expansão do mercado de gás natural o consumo expandiu a uma taxa média anual superior a 7,5% entre 1970 e 1989 (Pistonesi, 2001).

Do ponto de vista do consumo de gás natural por setores, como ainda pode ser visto no trabalho de Pistonesi (2001), os que apresentaram maiores dinamismos no período de 1992-1998 foram o transporte (com uma taxa anual média de 13%), as centrais elétricas (7%) e a indústria (5%).

Ainda no âmbito da América Latina, o desenvolvimento do mercado de gás natural no Equador vislumbrou uma estrutura energética mais diversificada e buscou uma melhor qualidade de vida ao amenizar os impactos ambientais nas cidades com a utilização do gás natural em alternativa ao uso de outros combustíveis mais poluentes.

Uma vez que o petróleo constituía 77% da oferta interna de energia em 1999, diminuir a dependência externa ao qual estava sujeito o Equador pela volatilidade dos preços do petróleo no mercado internacional, seria uma boa política. Para substituir as fontes energéticas utilizadas na atualidade por gás natural observou-se primeiro, o seu consumo pelos setores sócio-econômicos. O setor de transporte foi o principal consumidor de derivados do petróleo, com um potencial importante de substituição de gasolina e diesel em transporte automotor público, ou seja, está situação indicou a necessidade e a oportunidade de substituir o combustível usado pelo gás natural veicular. O setor industrial correspondeu a aproximadamente 16% da demanda final de energia, ocupando o terceiro lugar depois dos setores de transporte e residencial. Em geral, todos os ramos industriais consomem diesel e óleo combustível propondo, assim, um mercado interessante para o gás natural (Olade-Cepal-Gtz ,2001).

Conforme as estatísticas da *Energy Information Administration* (EIA, 2002 *apud* Catarina, 2002; p.15), o gás natural representou a segunda fonte de energia mais consumida no mundo em 1999, com uma participação de 23%, somente superado pelo petróleo com 39%. Ainda segundo a mesma fonte, as projeções para 2020 indicam sua consolidação na segunda posição, sendo o energético que apresenta a maior taxa de crescimento; média anual de 3,2% no período de 1999 a 2020.

A utilização do Gás Natural no Brasil teve início na década de 60, com as descobertas de petróleo e gás na Bahia. Data também da mesma época seu fornecimento a terceiros, como indústrias têxtil, cimenteira, cerâmicas e outras, localizadas no Recôncavo Baiano, que o utilizavam como combustível (PBGÁS, 2004). Nos demais Estados nordestinos, dentre eles Ceará, Rio Grande do Norte, Alagoas e Sergipe durante a década de 1960, a produção era incipiente, ganhando representatividade mais tarde, a partir de meados da década de 1970. O desenvolvimento dos campos em Alagoas e Sergipe, somados aos campos já existentes na Bahia, viabilizaram o abastecimento de gás natural das primeiras usinas químicas e petroquímicas a se instalarem no Nordeste, particularmente em torno do Pólo de Camaçari. A partir de meados da década de 1980, a produção de gás natural na Bacia de Campos (Rio de Janeiro) toma importância e rapidamente ultrapassa a produção do Recôncavo Baiano (ANP, 2001).

Assim, na tentativa de estimular o setor de GN, em 1987 teve início o programa brasileiro de gás natural com a elaboração do PLANGÁS (Plano Nacional de Gás Natural) (Teixeira, 2003). O PLANGÁS tinha como objetivo inicial a substituição do óleo diesel, uma vez que esse combustível respondia por aproximadamente 52% do consumo de combustível no país, enquanto que o gás natural representava apenas 1,8%. Nessa oportunidade, foram criadas comissões governamentais para o estudo da substituição do óleo diesel utilizado pelos veículos de transporte de carga e de passageiros (ônibus) (Gasnaturalgas, 2005). No início do projeto PLANGÁS, cidades como São Paulo, Rio de Janeiro, Natal, Salvador, Recife e Aracajú iniciaram a conversão de suas frotas de ônibus a GNV (Teixeira, 2003).

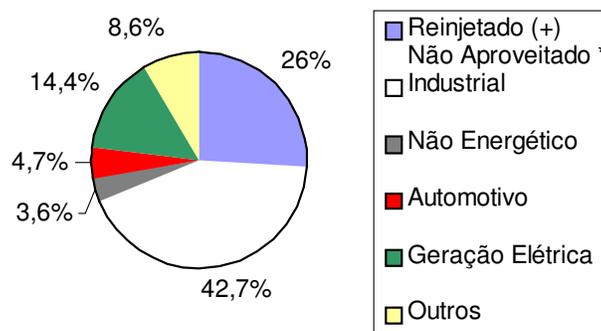
Entrando no contexto da produção gasífera, em 2002 o Brasil ofertou 42,7 milhões m<sup>3</sup> por dia, montante de 11,2% superior ao de 2001. As importações da Bolívia somaram um crescimento de 14,3% em relação a 2001. Quanto as reservas de gás natural do Brasil, até pouco tempo, eram modestas, cerca de 230 bilhões de m<sup>3</sup>, localizadas principalmente nos Estados do Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte e Amazonas. Assim, o país importava da Bolívia através de gasodutos o gás natural para garantir a oferta e complementar a produção nacional (Teixeira, 2003). Com a descoberta de uma nova reserva de gás natural na Bacia de Santos com aproximadamente 419 bilhões de m<sup>3</sup>, o Brasil passou a ter em torno de 656 bilhões de m<sup>3</sup>, passando de mercado potencialmente comprador para mercado auto-suficiente na produção de gás natural (Teixeira, 2003).

Com relação à infra-estrutura de transporte, até 1998 a rede de gasodutos no Brasil contava com pouco mais de 4.000 quilômetros instalados no Nordeste e no Sudeste. Nos últimos anos, o País mais que dobrou a extensão de sua rede de transporte, com a entrada em operação de 4.278 quilômetros de gasodutos entre 1998 e 2000. O destaque desse crescimento foi a conclusão do Gasoduto Bolívia-Brasil, obra com 3.150 quilômetros de extensão, desde Santa Cruz de La Sierra, na Bolívia, passando pelo Estado do Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, no Brasil (ANP, 2001). Adicionalmente, a Petrobras anunciou que está avaliando a construção de um novo gasoduto de 1.200 km, interligando as Malhas Sudeste e Nordeste, o qual permitirá levar gás boliviano e gás nacional da Bacia de Santos para o mercado do Nordeste (Dias, 2003).

No que se diz respeito ao consumo, o principal setor que demandou o gás natural em 2002 foi o segmento industrial, com um crescimento de 25,3% em comparação a 2001, em seguida vem o uso nas atividades industriais da Petrobras, com alta de 1,3%. Merecem destaque o crescimento de 39,9% do consumo de gás natural na geração elétrica pública e o forte crescimento no transporte veicular de 71,5% (BEN, 2003).

Assim, a estrutura de todos os usos do gás natural em 2002 é mostrada na Figura 6.

**Figura 6: Usos do Gás Natural em 2002**

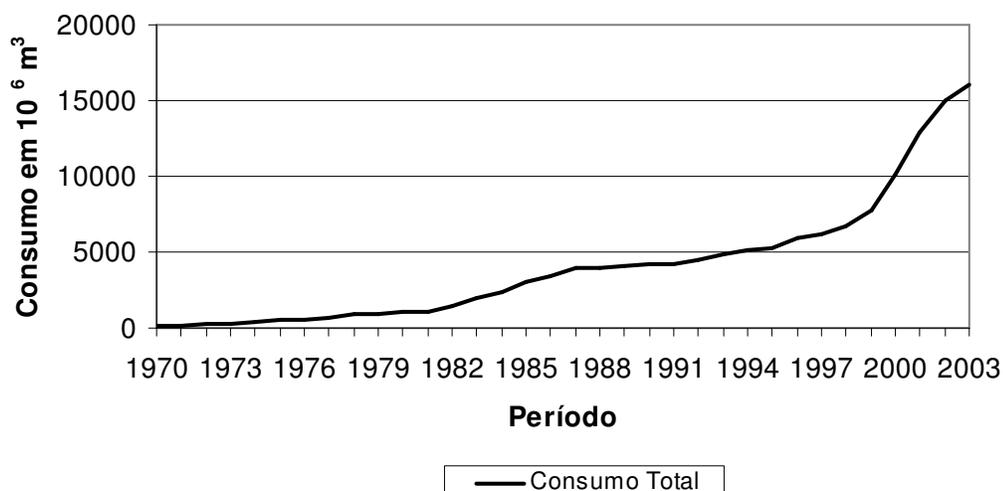


Fonte: BEN, 2003.

\* Consumo em refinarias e na exploração e produção de petróleo.

De forma geral, o Gráfico 2 apresenta a evolução do consumo de gás natural no Brasil no período de 1970 a 2003. O consumo total de gás natural brasileiro em 2003 foi de 16,024 bilhões de m<sup>3</sup>, o que representa 6,43% de aumento em relação ao ano anterior (BEN, 2004(b)).

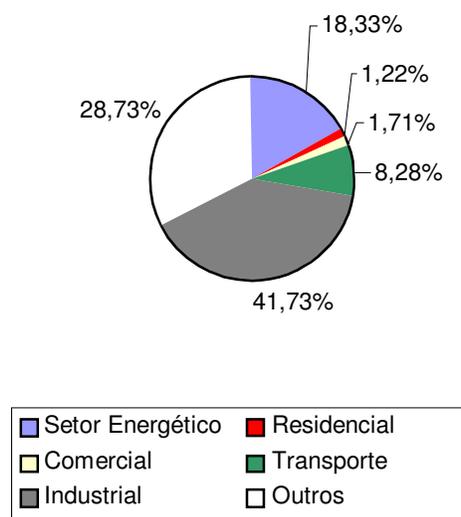
**Gráfico 2 : Evolução do consumo Total de Gás Natural –Brasil  
1970-2003**



Fonte: BEN (2004(b)), elaborado pela autora.

Observando o consumo em 2003, o setor que mais demandou o gás natural foi o industrial com 41,7% , em seguida vem o setor energético com 18,3% e em terceiro lugar vem o setor de transporte com 8,28% como pode se observar na Figura 7 (BEN, 2004(b)).

**Figura 7: Participação dos Setores no Consumo total de Gás Natural - 2003**



Fonte: BEN, 2004(b).

Da diversificação do uso do gás natural nos vários setores econômicos, a utilização do mesmo como combustível veicular é refletido no grande impulso de conversões de veículos registrados. Em meados de 2002, o Brasil, ultrapassou a faixa dos 300 mil veículos que utilizavam esse combustível, colocando-se entre os maiores mercados de GNV do mundo (Gasnet, 2004(b)).

Segundo notícias do *site* Cimm (2004), a indústria do gás natural no Brasil registrou crescimento na base dos consumidores em todos os segmentos, veicular, industrial, residencial, comercial no período compreendido entre dezembro de 2002 e junho de 2004. Essa constatação é importante não só para o setor e as distribuidoras como também para o País.

Pelos dados do Ministério das Minas e Energia no ano de 2000, observou-se que o consumo de gás natural para o estado de Pernambuco ficou em torno de 3,7% do consumo nacional. Dentro da região Nordeste, Pernambuco foi o segundo estado que mais consumiu gás natural (Bajay, 2001). Segundo dados da Copergás News nº22 (2004), Pernambuco apresentou um consumo médio de gás natural aproximado de 830 mil metros cúbicos por dia,

considerando os setores industrial, veicular e comercial/residencial. A rede de distribuição do Estado é de 221 km de gasodutos, concentrados na Região Metropolitana do Recife.

Assim, com um mercado demandante do gás natural, para diversas atividades, como residencial, industrial, transportes e geração de energia, entre outras, torna-se relevante um estudo minucioso do mesmo e em especial, ao setor de transportes que será feito a seguir.

### **3. USO DO GÁS NATURAL VEICULAR NO MUNDO E NO BRASIL**

Este capítulo versará sobre quais requisitos legais e técnicos os indivíduos terão que tomar para usufruir do GNV, as vantagens e desvantagens de se utilizar este combustível bem como é usado em diversos países.

Em muitas regiões, o programa do gás natural veicular teve o seu início em veículos leves, devido às facilidades de adaptação do motor para o uso deste combustível, e as vantagens ambientais e financeiras para o usuário (Barros, 2003). O gás natural veicular é a alternativa de combustível mais limpa e segura para a frota de veículos, além de ser financeiramente mais viável apresentando um potencial de economia para o usuário de até 69% conforme será mostrado na sessão 3.2.

#### **3.1. REQUISITOS LEGAIS E TÉCNICOS PARA USO DO GÁS NATURAL VEICULAR**

Para que o usuário possa utilizar o gás natural como combustível são necessárias algumas ações legais que reconheça o veículo para o uso do GNV e algumas modificações técnicas na adaptação dos motores veiculares com um *kit* de controle que torna o gás opcional, sem que tenha de abrir mão do combustível convencional.

##### **3.1.2 REQUISITOS LEGAIS**

Qualquer veículo com ano de fabricação a partir de 1994 movidos a gasolina ou a álcool pode ser convertido. Em primeiro lugar, o proprietário do veículo deve comparecer a uma unidade do Detran e solicitar uma autorização para mudança de característica (Art.98 Código de Trânsito Brasileiro). De posse deste documento, deve dirigir-se a qualquer oficina de conversão devidamente autorizada pelo Inmetro, que realizará a conversão e emitirá um Certificado de Segurança Veicular, atestando as boas condições de instalação. Após a conversão em oficinas autorizadas, o proprietário do veículo retorna a unidade do Detran onde iniciou o processo de conversão. Lá, apresenta-se o Certificado de Segurança, efetua-se nova

vistoria e a alteração das características no documento do veículo é realizada. O Detran procederá, então, a alteração das características descritas no Certificado de Registro de Veículos (CRV) e no Certificado de Registro de Licenciamento de Veículos (CRLV). É importante ressaltar que o proprietário deve apresentar as Notas Fiscais dos equipamentos utilizados (Detran, 2004).

Todos os veículos rodoviários automotores, que forem convertidos deverão ser identificados com o selo gás natural veicular, após inspeção de segurança veicular executada por entidade credenciada pelo Inmetro (Gasnet, 2004(d)).

No *site* do Ibama, encontra-se uma lista das marcas de *kits* que atende às especificações das emissões de poluição. Só o certificado ambiental, para o uso do gás natural, para veículos automotores poderá garantir que o veículo esteja dentro dos padrões mínimos aceitáveis de poluição do ar. Conhecendo as marcas que possuem o certificado ambiental, diplomado pelo Ibama, e as oficinas registradas pelo Inmetro, as mesmas devem deixar à vista o certificado de registro do instalador, que é um documento oficial do Inmetro. O certificado ambiental deverá ser solicitado ao vendedor e no ato da retirada do veículo, a oficina registrada fornecerá alguns documentos obrigatórios para o registro do veículo no Detran (Abgnv, 2004).

A conversão provoca perda de potência do motor, que pode ser contornada com a utilização de equipamentos adequados. Existem oficinas que colocam equipamentos de baixa qualidade ou ineficiente para determinado motor causando problemas nos veículos. Além disso, é preciso exigir da oficina o Certificado de Segurança Veicular (CSV) e a nota fiscal da instalação. Estes documentos são necessários para a alteração no Detran do documento do carro, que passará para veículo bi-combustível. Deve-se fazer uma revisão anual do sistema, que permitirá a renovação da licença anual do automóvel (Magalhães, 2001).

### 3.1.3 REQUISITOS TÉCNICOS

A conversão de veículos para o uso de GNV é simples. A montagem consiste na instalação do sistema de gás natural - que inclui tubulações extras, conjunto de válvulas, componentes eletrônicos e cilindro(s) de armazenagem - sem remover qualquer peça original de fábrica (Gásenergia, 2004(a)). Os veículos podem ser adaptados em oficinas devidamente credenciadas pelo Inmetro, que os tornam bi-combustíveis. Isto é, o motorista pode escolher entre o uso do gás natural e o combustível original de seu veículo. Para isso, basta um clique em uma chave comutadora no painel. Algumas montadoras já disponibilizam para compra carros estruturados para o uso do gás natural com garantia de fábrica (Gásenergia, 2004(b)).

O GNV também pode ser usado em veículos movidos a óleo diesel, quer na forma combinada, que utiliza tanto o diesel quanto o gás, ou substituindo o antigo motor movido a diesel por outro movido apenas a gás. Nestes casos, a conversão do veículo é mais complexa e também mais cara (Gasnet, 2004(c)).

Como substituto da gasolina e do álcool, o GNV tem todas as propriedades físicas e químicas de que um veículo necessita para o bom desempenho. O uso de GNV proporciona a potência necessária e o desempenho regular do motor tanto em marcha lenta como em situações de altas solicitações de potência. Um motor especialmente projetado ou adequadamente adaptado para o uso de GNV opera normalmente com altas taxas de compressão (da ordem de 14/1 a 16/1). Devido à necessidade de conciliar a operação da forma bicombustível, em função de uma rede de abastecimento ainda limitada, os veículos convertidos devem manter as taxas de compressão originais de seus motores a gasolina (8/1) ou álcool (12/1), o que pode acarretar uma sub-utilização das características originais do GNV e uma aparente perda de potência (Gasnet, 2004(c)).

Ao ligar o carro é imprescindível que ele esteja com combustão a gasolina ou álcool, nunca a gás, isso para evitar que com o tempo ocorra um ressecamento do motor (Magalhães, 2001). Toda a tubulação que conduz o gás deve estar no mínimo a 15 centímetros de qualquer mecanismo de aquecimento, para evitar conseqüentes vazamentos. O redutor, peça que faz a conversão da gasolina para o gás ao comando do motorista, deve estar a 30

centímetros da válvula de abastecimento, que libera a pressão do gás para o motor. A injeção eletrônica de veículos modernos está projetada para rejeitar qualquer combustível que não seja gasolina. Por isso, o proprietário do automóvel, ao adquirir o kit, terá de comprar um *emulador*. Esta peça permite que a injeção aceite o gás, que é um combustível natural (Romasa, 2001). Sem o *emulador*, a adaptação para o GNV fica mais barata, é o chamado *kit* incompleto que custa 30% menos que o *kit* completo. O *emulador* adapta o motor aos dois combustíveis e reduz o nível de poluição (Romasa, 2002).

### 3.2 VANTAGENS NA UTILIZAÇÃO DO GNV

Com um metro cúbico é possível rodar mais quilômetros do que com um litro de gasolina ou álcool,  $1\text{m}^3$  de gás equivale a 1 litro de gasolina ou álcool, aproximadamente, (Ctgas, 2004). Por exemplo, um veículo que rode 250 km/dia e que faça  $13,8\text{ km/m}^3$  com GNV contra 8 km/l com álcool e 9km/l com gasolina (Gasnet, 2004(c)) e ainda considerando que o preço médio brasileiro no mês de dezembro de 2004 foi de R\$ 1,085 para o  $\text{m}^3$  de GNV, de R\$ 1,437 para o litro de álcool e de R\$ 2,271 para o litro da gasolina (ANP, 2004(a)), e adicionalmente levando em conta um mês com 26 dias a economia mensal ao escolher o GNV como combustível será de R\$ 1.129,12 (68,8%) com relação a gasolina, e será de R\$ 656,51 (56,2%) com relação ao álcool. A Tabela 1 resume os ganhos pelo uso do GNV.

**Tabela 1: Vantagem Econômica no Uso do GNV para o Consumidor Brasileiro**

<b>Um veículo que rode 250 km/dia ou 6.500km/mês</b>				
	<b>Km/Consumo</b>	<b>Consumo Mensal</b>	<b>Preço Médio/BR</b>	<b>Gasto Total no Mês</b>
<b>GNV</b>	13,8 $\text{km/m}^3$	471,01 $\text{m}^3$	R\$1,085/ $\text{m}^3$	1,085 x 471,01 = R\$511,05
<b>Álcool</b>	8 km/l	812,5 l	R\$1,437/litro	1,437 x 812,5 = R\$1.167,56
Economia Mensal = R\$656,51, por veículo (56,2%) - Mês de referência: Dezembro/2004. Mês de 26 dias.				
	<b>Km/Consumo</b>	<b>Consumo Mensal</b>	<b>Preço Médio/BR</b>	<b>Gasto Total no Mês</b>
<b>GNV</b>	13,8 $\text{km/m}^3$	471,01 $\text{m}^3$	R\$1,085/ $\text{m}^3$	1,085 x 471,01 = R\$511,05
<b>Gasolina</b>	9 km/l	722,22 l	R\$2,271/litro	2,271 x 722,22 = R\$1.640,17
Economia Mensal = R\$1.129,12, por veículo (68,8%) - Mês de referência: Dezembro/2004. Mês de 26 dias.				

Fonte: Gasnet (2004(c)) e ANP (2004(a)), elaborado pela autora.

Para o consumidor em Pernambuco, a economia ao usar o GNV considerando também um veículo que rode 250 km/dia no mesmo período de dezembro/2004 é de até 72,3%, como pode-se ver na Tabela 2.

**Tabela 2: Vantagem Econômica no Uso do GNV para o Consumidor Pernambucano**

<b>Um veículo que rode 250 km/dia ou 6.500km/mês</b>				
	<b>Km/Consumo</b>	<b>Consumo Mensal</b>	<b>Preço Médio/PE</b>	<b>Gasto Total no Mês</b>
<b>GNV</b>	13,8 km/m <sup>3</sup>	471,01 m <sup>3</sup>	R\$0,999/m <sup>3</sup>	0,999 x 471,01 = R\$470,54
<b>Álcool</b>	8 km/l	812,5 l	R\$1,581/litro	1,581 x 812,5 = R\$1.284,56
Economia Mensal = R\$814,02, por veículo (63,4%) - Mês de referência: Dezembro/2004. Mês de 26 dias.				
	<b>Km/Consumo</b>	<b>Consumo Mensal</b>	<b>Preço Médio/PE</b>	<b>Gasto Total no Mês</b>
<b>GNV</b>	13,8 km/m <sup>3</sup>	471,01 m <sup>3</sup>	R\$0,999/m <sup>3</sup>	0,999 x 471,01 = R\$470,54
<b>Gasolina</b>	9 km/l	722,22 l	R\$2,350/litro	2,350 x 722,22 = R\$1.697,22
Economia Mensal = R\$1.226,68, por veículo (72,3%) - Mês de referência: Dezembro/2004. Mês de 26 dias.				

Fonte: Gasnet (2004(c)) e ANP(2004(a)), elaborado pela autora .

Tanto para o consumidor brasileiro, quanto o pernambucano, há ganhos em se converter um veículo à gasolina para GNV e esse é relativamente maior ao carro movido a álcool.

Para o caso do uso de GNV em substituição ao óleo diesel, não se consegue perceber tão claramente as vantagens provenientes das economias no custo do combustível, em função da pequena diferença entre os preços do óleo diesel e do GNV. Além disso, o custo da conversão neste caso é significativamente maior em função da necessidade de um maior número de cilindros, que permitam o armazenamento de produto suficiente para garantir autonomia operacional dos veículos ou da retirada total do motor a diesel para colocação do motor a GNV, encarecendo a conversão.

Uma outra vantagem no uso do GNV é que ele não produz muitos resíduos tóxicos quando queimado, reduzindo em aproximadamente 60% a emissão de gases poluentes para o meio ambiente, ou seja, a poluição derivada da queima de combustível é inversamente

proporcional ao aumento de veículos movidos a gás natural (Gasnet, 2004(a)). Além do que, a queima do gás natural é bem mais completa do que a da gasolina, álcool ou diesel. Isso significa que os veículos a GNV emitem menos poluentes como óxidos nitrosos (NOX), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e principalmente monóxido de carbono (CO). Por isso é considerado como combustível limpo, ou ecológico. Trata-se de uma opção de combustível que nos centros urbanos pode ajudar a controlar os níveis de poluição e assim melhorar a qualidade de vida das pessoas (Tobias,2003). No ambiente urbano, o uso adequado deste combustível, se comparado com os combustíveis tradicionais, podem reduzir as emissões de monóxido de carbono (CO) em 76%, de óxidos de nitrogênio (NOx) em 84%, e de hidrocarbonetos pesados (CnHm) em 88%, praticamente eliminando as emissões de benzeno e formaldeídos, que são cancerígenos (Abgnv, 2005).

Por se tratar de um combustível seco, ele não dilui o óleo lubrificante no motor do veículo, não produz depósitos de carbono na partes internas do motor, e por isso proporciona um ganho real na vida útil (Tobias, 2003) possibilitando um intervalo maior na troca das velas, do óleo lubrificante no motor e dos tubos de escapamento, reduzindo o custo de manutenção do carro. Além de ter menor densidade que o ar, este dissipa-se facilmente em caso de vazamento (Potigás, 2004(b)).

O gás natural necessita de uma condição muito especial para inflamar, ou seja, apenas quando submetido a uma temperatura de 600°C, muito acima da temperatura de ignição do álcool e da gasolina que varia entre 200°C e 300°C (Aspro, 2004).

### **3.3 DESVANTAGENS NA UTILIZAÇÃO DO GNV**

São vários os pontos relevantes na tomada de decisão do uso do GNV. Um dos problemas mais significativos, atualmente, é a perda do espaço do porta-malas (local onde fica armazenado o cilindro que comporta o gás natural veicular), estimado em 30% do volume. Seria um detalhe pouco importante no caso dos veículos essencialmente destinados ao transporte de passageiros. Porém, seria um ponto importante para os veículos a passeio (Portes, 1999).

A perda de potência varia conforme o modelo veicular, sendo mais acentuada em motores de cilindrada menor (Portes, 1999).

Outra desvantagem apontada pelo trabalho de Portes (1999) seria a baixa autonomia proporcionada pelos cilindros de armazenamento (13 a 27 m<sup>3</sup>), suficientes para rodar, em média, de 180 a 300 quilômetros, acarretando paradas mais freqüentes para reabastecimento do que no sistema a gasolina. E nas cidades onde não existem muitos postos de abastecimentos, sempre há filas para o abastecimento (Magalhães, 2001).

### **3.4 PRINCIPAIS PROGRAMAS DE GNV NO MUNDO**

Alguns governos incentivaram o uso do GNV através de subsídios em dinheiro para que as pessoas convertessem seus veículos a gás natural ou comprassem veículos novos a GNV (Seisler, 2001 *apud* Teixeira, 2003). Como foi o caso do Programa Pernambucano de Gás Natural, por exemplo, que ofereceu um bônus no valor de R\$ 500 em gás para os primeiros cinco mil proprietários que convertessem seus veículos (Copergás Notícias/Outubro, 2004).

A frota mundial de veículos a GNV, segundo o *site* Iangv (2004), é de aproximadamente 3,9 milhões de veículos. A Tabela 3 mostra os principais mercados em potencial de GNV no mundo:

**Tabela 3: Principais Mercados de GNV no Mundo**

Veículos Convertidos*	País	Postos de Abastecimento	Última Atualização
Acima de 500 mil	Argentina	1.105	Março/2004
	Brasil	860	Dezembro/2004
	Paquistão	620	Dezembro/2004
Entre 100 mil e 500 mil	Itália	463	Outubro/2003
	Índia	198	Abril/2004
	EUA	1.300	Maior/2003
Entre 10 mil e 100 mil	China	270	Abril/2003
	Egito	79	Abril/2004
	Venezuela	140	Janeiro/2004
	Ucrânia	130	Dezembro/2003
	Colombia	78	Setembro/2004
	Rússia	218	Dezembro/2003
	Bangladesh	68	Setembro/2004
	Japão	271	Dezembro/2004
	Canadá	222	Agosto/2001
	Alemanha	337	Dezembro/2003
	Bolívia	37	Julho/2003
	Malásia	38	Outubro/2004

Fonte: Iangv (2004), elaborado pela autora.

Nota: \* Veículos convertidos e originais de fábrica.

### 3.4.1 ARGENTINA

Hoje a Argentina conta com o maior mercado de GNV do mundo, com uma frota veicular de aproximadamente 1,2 milhões, o Brasil fica em segundo lugar com 850 mil veículos rodando a gás natural e em terceiro lugar o Paquistão com 600 mil veículos a GNV (Iangv,2004).

A Argentina possui fontes naturais abundantes de gás natural no seu sub-solo, sendo que o gás natural corresponde a quase 50% da energia primária consumida (Gwilliam, 2000) e

conta com 1.105 postos de abastecimento distribuídos por todo país (Iangv, 2004). A evolução do programa Argentino de GNV deve-se, em grande parte, ao menor preço do gás natural em relação aos demais combustíveis líquidos. Assim, o retorno do investimento de conversão de um táxi a gasolina, que rode 120.000 km/ano, deu-se em apenas 50 dias. Como resultado, a frota de táxi de Buenos Aires foi convertida em muito pouco tempo (Gwilliam, 2000). Incentivos fiscais relativamente aos outros combustíveis, financiamento maciço do governo, e uma perspectiva de longo prazo, tornaram o programa argentino de GNV em um dos mais bem sucedido do mundo (Engva, 2004).

### **3.4.2 ITÁLIA**

A Itália foi à precursora na utilização do GNV no mundo. Os italianos exportavam produtos para o mercado de GNV, como *kits* automotivos de conversão e compressores para postos de abastecimento em diversos lugares como, o Oriente Médio, América do Sul e China (Seisler, 2000).

### **3.4.3 ESTADOS UNIDOS**

Nos Estados Unidos, 88% do gás natural utilizado é produzido no próprio país, sendo o restante importado do Canadá (Seisler, 2001 *apud* Teixeira, 2003). Entre 1983 e 1984, a Ford criou o protótipo da primeira caminhonete de fábrica a GNV, já no início dos anos 90 outros fabricantes começaram a produzir veículos a GNV. Inicialmente, esses veículos eram exclusivamente dedicados a operar com GNV, isto é, o veículo rodava inteiramente a gás natural, representando uma estratégia de longo prazo para assegurar a otimização do desempenho veicular e das emissões.

A falta de uma infra-estrutura de abastecimento fez com que alguns fabricantes adotassem a tecnologia do bi-combustível, no qual, os veículos podem rodar ou com gás natural ou com gasolina (Teixeira, 2003). Atualmente existem nos Estados Unidos por volta de 130 mil veículos movidos a GNV e 1.300 postos de abastecimento (Iangv, 2004).

Até 1992, somente os Estados Unidos produziam veículos a GNV. No Japão, a partir de 2000, todos os fabricantes de carros passaram a oferecer veículos a GNV. Na Europa, 11 fabricantes produzem aproximadamente 22 modelos entre veículos dedicados e bi-combustíveis. A França está exportando ônibus para a Malásia que iniciou a produção de um protótipo de ônibus em conjunto com a Peugeot (Teixeira, 2003).

#### **3.4.4 BRASIL**

Durante a década de 80, a fim de minimizar o impacto dos preços do petróleo no mercado internacional sobre a economia brasileira, o PLANGÁS tentou direcionar o uso do gás natural como substituto do óleo diesel utilizado no transporte de cargas e passageiros, principalmente nos grandes centros urbanos, uma vez que o mesmo representava 52% do consumo energético do país (ANP, 2003).

Já no período de 1990 a 1994 o consumo de GNV saltou dos 2 milhões de m<sup>3</sup>/ano para 45 milhões de m<sup>3</sup>/ano. No ano de 1995, em função da estabilização da economia e dos preços dos combustíveis, a demanda nacional pelo energético apresentou um declínio de 14%, resultando em um menor número de novos adeptos a este combustível (ANP, 2003).

Para expandir o uso do GNV, foi aprovado um projeto de lei em dezembro de 1999, que propôs a adoção de incentivos fiscais e de crédito a consumidores e empresas de transporte coletivo e cargas que optassem por converter seus veículos ao GNV. Assim, o consumo do GNV cresceu em ritmo acelerado, boa parte em consequência dos constantes aumentos do preço da gasolina e do álcool, o que incentivava cada vez mais as conversões que tem preço variando entre R\$ 2,5 e R\$ 3,5 mil. O estado do Rio de Janeiro promove isenção fiscal de 75% no IPVA de carros convertidos (Godoi, 2003). No ano de 2002, os estados de São Paulo e Rio de Janeiro concentraram 65% da demanda brasileira pelo combustível, contra 85% em 1999, refletindo a expansão geográfica da utilização do GNV (ANP, 2003).

Para se ter uma idéia da expansão do mercado de GNV no Brasil, em 1999 havia 65 postos de abastecimento em todo território nacional, em março de 2003, esse número era de 548 postos (ANP, 2003), e em julho de 2004 passou para 791 (Folha do GNV, 2004).

O Brasil conta hoje, dados de dezembro de 2004, com 860 postos de GNV (Iangv, 2004) para atender a uma frota de cerca de 804 mil veículos (IBP, 2004). O Estado com maior participação na frota a GNV brasileira é o Estado do Rio de Janeiro correspondendo a 38,92%. Dentre os Estados do Nordeste, a Bahia conta com 4,05% da frota nacional e em seguida vem Pernambuco com 3,66% (IBP, 2004). Na Tabela 4, pode-se ver a participação dos Estados na frota nacional:

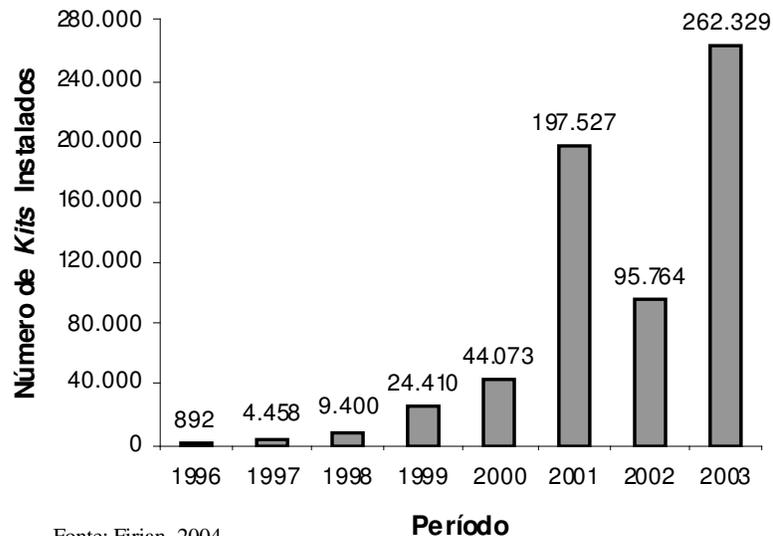
**Tabela 4: Participação dos Estados na Frota Nacional de GNV**

<b>Estado</b>	<b>Total (Até Novembro/2004)</b>	<b>% na Frota</b>
Alagoas	9.101	1,13
Bahia	32.569	4,05
Ceará	26.579	3,30
Espírito Santo	26.017	3,23
Minas Gerais	55.048	6,84
Mato Grosso do Sul	3.024	0,38
Paraíba	10.859	1,35
Pernambuco	29.463	3,66
Piauí	121	0,02
Paraná	14.380	1,79
Rio de Janeiro	313.039	38,92
Rio Grande do Norte	25.170	3,13
Rio Grande do Sul	18.957	2,36
Santa Catarina	21.499	2,67
Sergipe	9.112	1,13
São Paulo	209.359	26,03
<b>Total</b>	<b>804.297</b>	<b>100</b>

Fonte: IBP(2004), elaborado pela autora.

A evolução do número de instalações de *kit* GNV no Brasil pode ser vista na Figura 8:

**Figura 8: Número de Instalações de *kit* GNV no Brasil  
1996-2003**



Fonte: Firjan, 2004.

A queda no número de *kits* instalados no ano de 2002 pode ser explicada pela crise cambial ocorrida no segundo semestre do ano em questão, uma vez que partes integrantes do *kit* a ser instalado eram importadas da Itália e da Argentina. Com a desvalorização do Real frente ao Dólar, houve uma diminuição na procura por *kits*, com componentes importados. Por outro lado, o mercado brasileiro de equipamentos possui empresas que passaram a fabricar parte das peças importadas, o que pode, no futuro, reduzir o custo do *kit* (ANP, 2003).

A idéia original, no Brasil, era de se utilizar o GNV como substituto do óleo diesel na frota de veículos pesados nos centros urbanos. Esta frota era composta por micro ônibus, ônibus e caminhões de diversas tonelagens. Esta idéia deu lugar a uma maior difusão do uso de GNV na frota de veículos leves, em função de algumas dificuldades inerentes ao mercado de GNV como substituto do óleo diesel, tais como: pequena diferença entre o preço do óleo diesel e do GNV e pouca disponibilidade em território nacional de postos de abastecimento com capacidade específica para atender à frota, a rede de distribuição de GNV era limitada a algumas áreas e somente empresas com capital 100% nacionais poderiam fornecer o GNV.

Além disso, o gasoduto Bolívia-Brasil que abastece as regiões Sul e Sudeste do país estava em fase de projeto. Devido a pouca disponibilidade do produto e a pequena diferenciação de preço entre o óleo diesel e o gás natural, a conversão da frota de veículos pesados não ocorreu (Gasnet, 2004(c)).

Nos anos 90, foi liberado o uso do GNV para taxistas e frotas de veículos de empresas que originalmente utilizavam gasolina e álcool (Gasnet, 2004(c)). Em 1991, foram abertos os primeiros postos de abastecimento público de gás natural nas cidades do Rio de Janeiro e de São Paulo iniciando-se então comercialmente o programa do GNV no Brasil, que nesta época, apenas os táxis e os veículos de frota eram autorizados a usar. Considerando o sucesso do programa foram realizados estudos pela Comissão de Gás Natural (COGÁS) do Ministério de Minas e Energia, que visavam ampliar estes benefícios a todos os tipos de veículos. Com a indicação clara de que este produto poderia ser fornecido aos veículos de passeio em geral, foi então liberado pelo Governo em 1996 o uso do gás natural para todos os veículos no País. A partir desta liberação, toda a cadeia do gás natural, iniciado pela Petrobras e passando pelas concessionárias estaduais de gás, distribuidoras de combustíveis, postos de combustíveis e fabricantes de compressores, de cilindros, de kits de conversão, oficinas de conversão e, principalmente, consumidores confiantes nesta decisão fizeram, e continuam a fazer, pesados investimentos. Em 2003, aproximadamente 3 milhões de veículos em 57 países já utilizavam o GNV atestando sua viabilidade e segurança (Barros, 2003), em maio de 2004, o Brasil contava com uma frota de 680 mil veículos circulando com GNV, formada essencialmente por veículos leves (Fernandes, 2004) sete meses depois sua frota chegou a 850 mil veículos (Iangv, 2004).

No Rio de Janeiro, a adaptação de um automóvel para o GNV custava, em 2001, entre R\$ 2.500 e R\$ 3.500 dependendo do modelo de *kit* – básico ou completo. Existem indícios que um veículo adaptado com *kit* básico, como é o caso do táxi carioca, pode produzir mais poluição atmosférica que quando movido a gasolina (Teixeira, 2003). A poluição é maior devido a conversão ser mal feita ou ocorrer a ausência no uso de algum componente, como por exemplo, o *emulador* que reduz o nível de poluição. Foram testados quatro *kits* de conversão em uma Saveiro a gasolina, todos foram aprovados no exame de poluentes quando estavam completos. Três deles, no entanto, não passaram quando foram testados sem o *emulador*, conhecido como regulador de avanço ou motor de passo. O *emulador* não melhora

muito o desempenho nem o consumo do carro, mas reduz o nível de poluição. Para transformar o *kit* básico em completo basta instalar o *emulador* (Romasa, 2002). Como muitos motoristas estavam interessados em não diminuir o desempenho do carro, eles não instalavam o *emulador* prejudicando o meio ambiente.

No Rio de Janeiro e no Espírito Santo, os veículos movidos a GNV registrados no Detran, são incentivados por uma redução do valor do IPVA<sup>4</sup> (Teixeira, 2003).

Algumas companhias vendedoras de carros a GNV, como é o caso da *General Motors*, cujo modelo de carro roda com qualquer combinação de gasolina, álcool ou gás natural veicular já utilizam a tecnologia *flex fuel*, que consiste em sensores capazes de identificar o combustível e repassar a informação para o sistema de injeção do carro, que se adapta para funcionar com a combinação. O motor que trabalha com três combustíveis é basicamente um bicombustível com o acréscimo de um *kit* GNV, popular entre os taxistas o gás sai mais barato por quilômetro rodado. Encher dois cilindros, com 8 metros cúbicos cada um instalados no porta-mala, custa em média 16 Reais. É o suficiente para rodar mais de 200 quilômetros (Veja, 2004).

No que se refere a malha de distribuição implantada no Brasil, o GNV está permitindo que outros segmentos como o industrial, comercial e residencial possam usufruir dos benefícios do gás natural, já que o GNV consegue viabilizar a construção de gasodutos (Barros, 2003).

---

<sup>4</sup> IPVA: Imposto sobre a propriedade de veículos automotores.

#### **4. POLÍTICAS ADOTADAS PARA O MERCADO DE GNV EM ALGUNS PAÍSES**

O forte apoio do governo é um dos elementos fundamentais para o alicerce de programas de incentivo ao uso do GNV, pelo menos a princípio, mas ele deve se esforçar para construir uma indústria que possa sobreviver a longo prazo sem um suporte do mesmo. O governo pode apoiar na forma de incentivos financeiros ou fiscais, financiando pesquisas, dando exemplos no uso do GNV em frotas governamentais encorajando o uso do combustível (Harris, 2000).

A história mundial do GNV mostra que os agentes envolvidos nesse mercado devem permanecer atentos às mudanças de condições do mercado mundial de petróleo, bem como aos seus efeitos sobre os preços dos combustíveis. O crescimento sustentável no mercado GNV depende de uma política bem definida com relação aos preços e aos incentivos (Gasvirtual, 2004).

A Argentina e a Nova Zelândia eram dois líderes mundiais no mercado de GNV. Hoje, o mercado da Argentina permanece como um dos maiores do mundo, enquanto o mercado de GNV da Nova Zelândia declinou vertiginosamente no início dos anos 1980 (Esmap, 2001).

A experiência do GNV na Nova Zelândia representa um bom exemplo da importância da política de preços para o desenvolvimento do mercado de GNV. Como diversos outros países, a Nova Zelândia iniciou seu programa de incentivo ao uso do GNV como uma das soluções para enfrentar o aumento exorbitante da cotação do barril de petróleo, logo após a crise dos anos setenta. A escalada do preço do petróleo se revelaria catastrófica para a balança comercial do país, haja visto, que a Nova Zelândia importava 90% da quantidade de petróleo consumida por sua economia (Gasvirtual, 2004).

##### **4.1 POLÍTICA NEOZELANDESA**

Com a crise do petróleo dos anos 70, a Nova Zelândia começou a buscar fontes alternativas de energia para o setor de transportes. O GNV foi considerado como uma alternativa viável, devido ao preço inferior ao da gasolina, uma vez que a Nova Zelândia

possuía reservas próprias de gás natural. Naquele momento, a poluição ambiental causada pelas emissões de gases do setor de transportes, não era tida como uma questão importante para a opção pelo GNV. Nesse contexto, o governo em questão criou um programa de incentivo ao uso do GNV, para reduzir a dependência do País aos combustíveis importados (Seisler, 2001 *apud* Teixeira, 2003). O programa de implementação do GNV, iniciado em 1979, contou com a fundamental colaboração do governo neozelandês, que disponibilizou uma gama enorme de incentivos através de um comitê (*CNG Co-ordination Committee - CCC*), especialmente criado para fomentar o mercado em diversos segmentos. Dentre os incentivos concedidos, destacam-se financiamento de pesquisas técnicas e de mercado para a implementação do projeto; 100% de empréstimos para a aquisição dos kits de conversão; e financiamentos generosos para os postos abastecedores (Gasvirtual, 2004). Em abril de 1979, o governo projetou uma meta de 150.000 veículos a GNV até o final de 1985 e começou a trabalhar em ações para suportar a execução do programa, incluindo entre outras, treinamento para operar as instalações, padronização para as conversões dos veículos e implantação dos postos de abastecimento e publicidade (Harris, 2000).

Em 1983, o Estado realizou uma política de empréstimos para a compra de equipamentos para a conversão dos veículos. Neste momento eram realizadas aproximadamente 3.000 conversões por mês, fruto dos incentivos do governo. No início de 1985, o número de conversões cresceu para 5.000 por mês. Com a troca de governo, as metas e os incentivos foram abandonados (Teixeira, 2003) e o mercado de GNV declinou vertiginosamente na Nova Zelândia (Esmap, 2001). Os números demonstraram sucesso nos diversos segmentos do mercado até o ano de 1985, 10% da frota do país (100.000 veículos) foi convertida para o GNV. Entre 1979 e 1985, a taxa de crescimento médio da frota GNV no país foi de 100%, de 1982 a 1986, a taxa média anual das vendas de GNV foi de 50%. A política de GNV do país sofreu um grande retrocesso quando o novo governo eliminou incentivos e liberalizou o mercado de combustíveis. A desregulamentação do mercado de combustíveis provocou significativa redução do número de postos GNV no país e eliminou impostos que incidiam sobre o diesel. Com isto, o preço do diesel acompanhou a queda já observada no preço da gasolina, esta última baixa, motivada por bruscas reduções nas cotações do barril de petróleo. Assim, as vantagens comparativas do GNV perante ao diesel e

à gasolina praticamente desapareceram, bem como o número de conversões para o GNV (Gasvirtual, 2004).

## **4.2 POLÍTICA ARGENTINA**

A Argentina lançou seu programa de GNV em 1984. No momento, havia uma rede extensiva dos encanamentos do gás natural que alcançava a maioria das cidades (Esmap, 2001). Sendo auto suficiente no que diz respeito ao combustível petróleo, e tendo sido descobertos novos campos de gás natural, o programa de GNV criou alicerces para a expansão do gás natural veicular como forma de substituir os combustíveis líquidos, o que conduziria à maiores exportações de petróleo e melhoria no balanço de pagamentos. O Governo não ofereceu nenhum subsídio, ao invés disso, o incentivo à mudança de combustível originou-se inteiramente dos altos impostos sobre a gasolina. Nenhum subsídio foi oferecido devido a uma dívida externa sempre crescente e a uma taxa de inflação elevada, sendo muito diferente a experiência precedente do mercado de GNV da Nova Zelândia (Franchia, 2000).

Antes de começar com o programa da substituição dos combustíveis líquidos em 1984, a Argentina estabeleceu uma cultura de consumo do gás natural (Franchia, 2000). A política inicial para dar coragem ao uso do GNV incluiu a obtenção de certificados, a fim de garantir a qualidade do combustível e uma infra-estrutura para a indústria de *kit* de conversão (Gwilliam, 2000). Além de que as regras de uso do GNV eram bastante claras no sentido de mostrar as vantagens e desvantagens do uso do gás natural. Palestras eram promovidas para difundir o conhecimento do GNV a fim de despertar interesse nos investimentos por parte dos empresários.

Os preços dos combustíveis em dezembro 1999 eram US\$ 1,04 por litro da gasolina, US\$ 0.50 por litro do diesel, e US\$ 0.33 por m<sup>3</sup> de gás natural. A maioria dos veículos a GNV eram aqueles convertidos dos veículos à gasolina. Em contraste, houve pouca conversão do diesel para o GNV, porque a diferença do preço entre o diesel e o gás natural veicular não era suficiente para recuperar o custo incremental dos veículos a GNV dentro de um período

razoável (Esmap, 2001). Desta forma, os baixos impostos sobre o óleo diesel serviam para sustentar as baixas tarifas de ônibus (Francchia, 2000).

A crise econômica deflagrada em 2001, fez com que vários proprietários de veículos desejassem reduzir suas despesas com combustíveis através das conversões automotivas para uso do GNV dando força, portanto, para o aumento significativo no consumo do mesmo. Assim, o lado da demanda por GNV foi estimulado, mas os investimentos na produção do GN foi prejudicado pela mesma crise que ajudou o consumo do GNV, todavia, para contornar esse desequilíbrio entre a oferta e a demanda o governo adotou uma série de medidas e dentre elas, as tarifas sobre o GNV foram aumentadas para que o consumo fosse reduzido (Castro, 2004).

#### **4.3 POLÍTICA COLOMBIANA**

O programa colombiano de GNV começou em 1986, o país possuía grandes reservas de gás que ajudaria numa substancial fonte de economia no balanço de pagamentos (Gwilliam, 2000).

PROMIGÁS, uma companhia da transmissão do gás natural, começou a promover o gás natural para veículos. A finalidade era promover novos usos, particularmente na região do norte do país que é rica em reservas de gás. Portanto, diversos fatores tiveram que ser superados para assegurar a introdução do GNV, inclusive os conceitos que dizem respeito à segurança e a resistência geral que existe em realizar mudanças. Uma infraestrutura inadequada devida em parte à falta de uma distribuição de gasodutos, e custos de investimentos elevados, apresentaram-se como obstáculos principais. Entretanto em 1991, 43 municípios foram servidos pelos gasodutos do gás natural, em comparação a somente 7 em 1988. Após o primeiro ano, 28 veículos tinham sido convertidos e três postos de reabastecimento estavam em operação. Como forma de tornar a conversão mais atrativa, o governo forneceu para reembolso os custos de conversão ao longo de três anos, e até 100 metros cúbicos do gás natural por veículo foram oferecidos sem nenhum custo. Em 1991, 1.690 veículos convertidos estavam em operação. Quando o interesse em conversões de GNV começou a declinar por causa da incerteza sobre o auxílio continuado, uma medida eficaz

empregada pelo governo foi a oferta de cilindros de 300 litros para empréstimo sem reembolso (Stephenson, 2000).

Reconhecendo que GNV deve ser lucrativo, e que as iniciativas privadas foram requeridas para promover o uso do gás natural veicular, o governo forneceu um incentivo para conversões fixando o preço do GNV em 60% do preço da gasolina (Stephenson, 2000). Dessa forma, a frota de veículos movida a gás natural aumentou, levando principalmente a conversão de ônibus. Contudo, a utilização dos gasodutos era baixa e os custos de transmissão permaneciam altos, fazendo com que a conversão dos veículos privados fosse relativamente modesta (Gwilliam, 2000). Os inibidores ao sucesso do programa são vistos como resistência do consumidor à mudança e a falta de infra-estrutura no reabastecimento (Stephenson, 2000).

#### **4.4 POLÍTICA EGÍPCIA**

O Egito desenvolveu o programa de GNV por um tempo relativamente curto, mas teve um progresso rápido em comparação a outros países. As razões para este sucesso foram o reconhecimento de que o gás natural veicular reduz a poluição atmosférica e que tem o preço altamente competitivo em comparação aos combustíveis líquidos convencionais (Stephenson, 2000).

A qualidade do ar no Egito esteve abaixo dos padrões do mundo por muitos anos e o nível elevado da poluição teve impactos extremamente sérios na saúde pública e nos artigos culturais, tais como as pirâmides. Os níveis tóxicos atuais no ar do Cairo, na água da torneira, nos alimentos e na poeira têm um efeito devastador no desenvolvimento mental das crianças (Stephenson, 2000). Um estudo feito para o Egito, concluiu que os veículos eram os principais contribuintes para o problema da poluição do ar no Cairo (World Bank, 2000). Os carros são velhos, geralmente rodam em marcha lenta por longos períodos, congestionando o tráfego e queimando gasolina (Stephenson, 2000). Sendo assim, em 1996 deu-se início a um programa governamental para o uso do GNV e logo no começo do programa, quase todos os táxis realizaram a conversão. A construção dos postos de abastecimento e a conversão dos veículos foram realizadas por empresas licenciadas egípcias e estrangeiras (Gwilliam, 2000).

As empresas que construíram os postos de abastecimentos e as que faziam conversões nos veículos trabalhavam juntas, isto é, em parceria. Esta ligação entre as empresas evitava o problema do relacionamento entre a frota de veículos a GNV e a capacidade de abastecimento, o que eles chamaram do dilema da “Galinha e dos Ovos” (Gwilliam, 2000). Dessa forma, cada veículo convertido produziria um cliente para os postos de abastecimento (World Bank, 2000) o que garantiria mercado para os ofertantes de GNV.

Porém, na maioria dos países, os ofertantes de GNV precisavam confiar na entrada de outras companhias no mercado que fornecessem veículos à GNV. Esta dependência poderia limitar o desenvolvimento deste mercado (World Bank, 2000).

Assim, o Governo foi o catalisador que acionou o início do processo de comercialização do GNV. Ele compartilhou a visão com outras empresas privadas de que a utilização do GNV como combustível teria um impacto positivo sobre a qualidade do ar e melhoraria a saúde dos indivíduos na cidade do Cairo (World Bank, 2000).

O Governo egípcio concedeu isenção de impostos durante o período de 5 anos para as companhias de GNV que mais estimulassem as taxas de desenvolvimento do mercado. O conselho dos ministros do Egito decretou que toda grande área de táxis e microônibus do Cairo deveria converter sua frota para o GNV dentro de um período de 3 anos ou eles não seriam licenciados para trabalhar. Os ônibus públicos e escolares à diesel eram proibidos de serem importados (World Bank, 2000).

Dentre as formas para estimular a conversão dos veículos para o uso do GNV estão: o preço do GNV, que foi mantido em menos da metade do preço da gasolina; os fornecedores de equipamentos para conversão que estabeleceram contratos de longo prazo, evitando a imposição de custos iniciais elevados; os fundos de desenvolvimento social, que contemplaram termos favoráveis para financiar as conversões aos usuários (Gwilliam, 2000). Uma lição da experiência egípcia é que parece existir um espaço para aumentar a atratividade pelo gás através do desenvolvimento de mecanismos de financiamento para viabilizar os custos importantes das conversões veiculares (Gwilliam, 2000).

#### 4.5 POLÍTICA EUROPÉIA

A política de inclusão do GNV na Europa foi bem aceita, e um dos motivos foi a grande concentração de veículos que gerava uma alta quantidade de poluição ambiental, o que representou um problema para o velho mundo, devido à deterioração dos monumentos históricos causados pela poluição atmosférica (Seisler, 2001 *apud* Teixeira, 2003).

Assim, a cooperação entre os interesses público e privado desenvolveu um projeto envolvendo o gás natural para os veículos nas cidades européias chamado *NGVeuropa*. Esse projeto combinou inovação com novas tecnologias para a troca de combustível no mercado de GNV, no intuito de melhorar a qualidade do ar. O *NGVeuropa* alcançou principalmente veículos pesados que circulavam nos grandes centros urbanos (Seisler, 2001 *apud* Teixeira, 2003).

O programa de controle de emissões veiculares da comunidade européia, almeja instituir o patamar mínimo de 10% da frota total dos países membros utilizando GNV. No entanto, não se trata apenas de preocupação com o meio ambiente, mas viabilizar dentro do próprio continente Europeu fontes energéticas próprias, tornando a economia da comunidade européia menos vulnerável às variações internacionais do petróleo, afinal no continente Europeu, encontra-se grandes produtores de gás (Filho, 2005).

As grandes cidades Européias através de legislação própria têm o objetivo de não mais permitirem o uso de veículos de transporte de passageiros e cargas nos centros urbanos movidos a diesel. Inclui-se nestas circunstâncias, transportes de valores, entregas de bens de qualquer espécie, serviços de correio e até coleta de lixo (Filho, 2005). Existem fortes atividades de desenvolvimento e muitas companhias de gás que estão envolvidas em um número de programas com a Comissão Européia que promove a comercialização do GNV (Seisler, 2000).

#### **4.6 POLÍTICA BRASILEIRA**

No Brasil, a primeira etapa do desenvolvimento do mercado de GNV ocorreu na década de oitenta, na reação do governo brasileiro aos efeitos da segunda crise do petróleo. O PLANGÁS, instituído com o objetivo de buscar um substituto para diesel utilizado nos transportes rodoviários de cargas e passageiros, encontrou significativos obstáculos econômicos. Neste primeiro momento, havia uma inexistência de infra-estrutura de distribuição do gás natural, fazendo com que a alternativa de conversão da frota fosse pouco atrativa economicamente (Firjan, 2004).

A segunda etapa do desenvolvimento do mercado de GNV, iniciada na primeira metade da década de noventa buscou monetizar as reservas de gás natural assim, o Governo Brasileiro toma a decisão de aumentar a participação do GN na matriz energética brasileira. Neste momento, o PLANGÁS concentrou esforços na expansão da oferta e da infra-estrutura de distribuição do GN e no estabelecimento de bases para o crescimento da demanda (Firjan, 2004).

O GNV aparece como elemento complementar, tendo em vista a importância do consumo de GN para fins industriais/comerciais, com destaque para a geração de energia elétrica (Firjan, 2004).

Em 1991 foi autorizada a comercialização de GNV em postos operados por distribuidoras de combustíveis. Essa iniciativa inseriu na cadeia produtiva do GNV importantes agentes com capacidade de investimento para expandir a rede urbana de distribuição, dependendo apenas das empresas distribuidoras de GN. Em 1992 foi permitida a utilização de GNV em frotas de ônibus urbanos e interurbanos, em táxis, em frotas cativas de empresas e de serviços públicos e em veículos de cargas, representando um alargamento no potencial de demandantes. Em 1996, o processo de liberação do uso de GNV foi complementado com a autorização de sua utilização nas regiões onde o mesmo estivesse disponível, para qualquer veículo automotor (Firjan, 2004).

A manutenção de um diferencial de preço atraente proporcionou uma relação de custo benefício altamente favorável para o GNV, uma vez que, foram inclusos os veículos

tradicionalmente movidos à gasolina/álcool no PLANGÁS. Um carro movido à gasolina gasta R\$ 0,30 por Km percorrido, já um movido a álcool gasta um pouco mais que R\$ 0,20 por Km percorrido, enquanto que um movido a GNV gasta um pouco mais que R\$ 0,05 por Km percorrido, dados esses de janeiro de 2004 (Firjan, 2004).

No Rio de Janeiro houveram outros incentivos para a realização das conversões automotivas como a redução do IPVA dos veículos a GNV de 4% para 1% (Firjan, 2004).

Já o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e social (BNDES) desenvolveu uma política que visa financiar a aquisição de *kits* de conversão para gás natural veicular, por intermédio da modalidade de financiamento para o consumidor final, denominado Cartão BNDES, que começou a atuar em agosto de 2004. Os beneficiados serão as micro, pequenas e médias empresas (Monteiro, 2004). Os atuais Estados brasileiros que utilizam o gás natural como combustível veicular são: Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Gasnet-postos, 2005).

#### **4.7 CONSIDERAÇÕES**

O programa de GNV em alguns países teve um progresso muito rápido na indução ao uso do gás natural veicular, como foi o caso do Egito que decretou a conversão de sua frota, outros são mais lentos, mas estão progredindo. Ainda, existem muitos países que estão avaliando a implantação dos programas para utilização de combustíveis limpos como forma de mostrar sua preocupação no que diz respeito a poluição do ar, a saúde pública e para isso o uso dos recursos naturais internos tornaram-se crescentemente importantes (Seisler, 2000).

Experiências, como a do Brasil e da Nova Zelândia, preconizam a necessidade de uma política de incentivos sustentável para o setor de GNV (Gasvirtual, 2004). Como diversos outros países, a Nova Zelândia iniciou seu programa de incentivo ao uso do GNV, como uma das soluções para enfrentar o aumento exorbitante da cotação do barril de petróleo, logo após a crise dos anos setenta. A escalada do preço do petróleo se revelaria catastrófica para a balança comercial do país, haja visto que a Nova Zelândia importava 90% da quantidade de

petróleo consumida por sua economia. O programa de implementação do GNV, iniciado em 1979, contou com a fundamental colaboração do governo neozelandês, que disponibilizou uma enorme gama de incentivos especialmente criado para fomentar o mercado (Gasvirtual, 2004). Ficou observado que na Nova Zelândia o governo desempenhou um papel importante para o mercado de GNV, tendo este declinado após a troca administrativa.

A política fiscal e tributária pode ser um instrumento efetivo para a manutenção dos incentivos do mercado GNV numa conjuntura desfavorável do mercado internacional do petróleo (Gasvirtual, 2004). Um dos principais atributos para o sucesso do mercado do GNV é o diferencial de preço em relação aos demais combustíveis (Teixeira, 2003) e a existência da disponibilidade de recursos de gás natural. Além dos benefícios ambientais, particularmente em países com um estoque de veículos velhos, onde a poluição no setor de transporte faz com que a qualidade do ar urbano seja irrespirável (Seisler, 2000).

Os fatores que tornam mais lento o progresso do mercado de GNV em sua maior parte são os aspectos econômicos, e particularmente, os custos iniciais com o veículo (tipicamente maiores do que com os veículos de combustíveis tradicionais) devido a instalação do *kit* de conversão e aos custos de instalação dos postos de abastecimento. Alcançar o equilíbrio entre o crescimento dos veículos a GNV e os postos de abastecimento é um desafio, esse equilíbrio contribuiria para que os motoristas não tivessem que esperar em filas para abastecer o veículo, e também, para a existência de automóveis a GNV estimulando os investimentos em postos de abastecimento, este é o clássico dilema da “Galinha e dos Ovos” a ser superado (Seisler, 2000).

A comercialização mundial do GNV ocorre em diferentes países a ritmos diferentes, pois, cada país tem suas particularidades de oferta de gás, econômicas, e condições políticas acopladas com o desenvolvimento tecnológico em dado tempo, que leva a comercialização do GNV ao progresso a diferentes taxas (Seisler, 2000).

Uma evidência da necessidade de uma política de preços diferenciada para o mercado de GNV pode ser vista na experiência brasileira do setor. As estatísticas referentes ao número de conversões para GNV e as vendas do combustível no país ao longo da década de 90 atestam um início de crescimento acelerado no mercado, correspondente ao período que vai

do início desta década até o ano de 1994. Após 1994, o mercado passa por um período de brusca desaceleração no seu crescimento, motivada pela queda dos preços reais dos combustíveis no país e pela aproximação dos preços entre o GNV e a gasolina. A redução da diferença de preços entre o GNV e a gasolina foi motivada pela apreciação da moeda nacional e pela queda da cotação do barril de petróleo no mercado internacional. Na ausência de uma clara política de incentivos para o mercado de GNV, os investimentos nesse mercado reduziram-se bastante (Gasvirtual, 2004).

Atualmente no Brasil, o estabelecimento da política de preços para o GNV está a cargo dos Estados, responsáveis pela regulação da distribuição de gás canalizado. A Portaria Interministerial Nº 3, de 17 de fevereiro de 2000 do MME<sup>5</sup> e do Ministério da Fazenda, unificou os preços máximos do gás que a Petrobrás vende às distribuidoras estaduais. Entretanto, a Petrobrás continua vendendo o gás para as distribuidoras com um preço diferenciado, ou seja, a Petrobras continua arcando com os custos da promoção de uma política de incentivos ao GNV. Entretanto, pode-se questionar se esta política é sustentável a longo prazo, com a abertura do setor de gás à concorrência (Gasvirtual, 2004).

No momento em que o mercado não está totalmente estruturado e consolidado, é essencial o estabelecimento de uma relação fixa entre os preços do GNV e da gasolina. Além dos incentivos no preço do GNV, o aumento do número de postos de abastecimento deve ser prioridade na política setorial. Neste sentido, cabe ressaltar que a ANP (Agência Nacional do Petróleo) deu um passo positivo no sentido de incentivar o aumento do número de postos GNV, através da Portaria número 32, de 6 de março de 2001. Esta portaria alterou positivamente a margem de lucros dos postos GNV, quando possibilitou aos mesmos comprar o GNV de qualquer distribuidora presente no mercado. Tal alteração ampliou a competição no mercado, uma vez que a legislação que vigorava anteriormente obrigava o posto GNV a comprar o combustível somente da distribuidora da sua correspondente bandeira. Esta é mais uma evidência do papel fundamental desempenhado por uma legislação pró-GNV para o progresso do mercado (Gasvirtual, 2004).

---

<sup>5</sup> Ministério das Minas e Energia.

Tendo em vista as questões acima mencionadas, é importante a junção de esforços em vários níveis do governo, no sentido de buscarem juntos uma política para o GNV sustentável a longo-prazo. O GNV não mais representa uma opção futura de um combustível substituto para a gasolina, e sim uma oportunidade real de expressivos investimentos e de geração de empregos, sem esquecer dos efeitos positivos sobre as categorias profissionais, como os taxistas, por exemplo, que têm sua renda diretamente relacionada com o custo dos combustíveis (Gasvirtual, 2004).

Das experiências anteriores é possível extrair algumas conclusões sobre onde pode ser sensível encorajar o uso do gás natural para o setor de transporte e por quais instrumentos. O primeiro requerimento é ter uma reserva de gás, porquê a despesa no transporte em importar o GN pode torná-lo não econômico financeiramente e tendo uma reserva de gás também pode-se tornar a exploração do gás natural uma vantagem para o balanço de pagamentos (Gwilliam, 2000).

As reservas de gás são mais bem distribuídas do que as reservas de combustíveis líquidos, como é o caso do petróleo, assim, alguns países podem ter uma vantagem estratégica em desenvolver o mercado de gás natural. Mais importante do que grandes reservas é a disponibilidade de uma rede de distribuição de gás. Apenas o uso do gás para o setor de transporte não é o suficiente para justificar o desenvolvimento de um campo de gás e a construção de uma infraestrutura de distribuição e transporte do mesmo. Algumas grandes cidades em Bangladesh, Brasil, Colômbia, Indonésia, Paquistão e Europa Oriental já possuem extensas redes gasíferas (Gwilliam, 2000).

Outro requerimento para desenvolver o mercado de GNV é comparar os custos relativos de produção, distribuição e comercialização em relação a outros combustíveis. Os custos de produção e distribuição do gás são muito similares ao da gasolina e do diesel. Assim, seu custo na bomba (no posto de abastecimento veicular) deveria ser muito similar aos dos outros combustíveis. Contudo, as evidências internacionais sugerem que, a diferença do preço do GNV na bomba deverá ser de 50% do custo de produção dos combustíveis líquidos para torná-lo atrativo frente aos usuários. Desta forma, o GNV requer fortes encorajamentos fiscais (Gwilliam, 2000).

Em muitos países, a taxaço sobre a gasolina é suficientemente alta e isto compõe parcialmente a base de popularidade do GNV. A atratividade pelos combustíveis será manipulada mediante impostos diferenciados. O diesel carrega as menores taxas de impostos podendo fazer com que os milhares de veículos urbanos desejem trocar a gasolina pelo diesel e não pelo GNV, combustível esse que impactua negativamente o meio ambiente. A razão usual para a baixa taxa de imposto sobre o diesel é o seu uso para o propósito agrícola e transporte de carga entre Estados. Dado que o impacto na saúde das emissões de partículas, provavelmente, será menor e em baixa densidade nas áreas rurais do que nas cidades. A ênfase no aspecto econômico é maior do que a do aspecto ambiental do abastecimento do diesel fora da área urbana. Conseqüentemente, é necessário desenvolver estruturas de imposto que protejam o ambiente urbano, mas não desencorajem o uso do combustível mais econômico financeiramente pela agricultura ou pelos veículos que fazem frete entre cidades. Uma possível maneira de fazer isto é identificar os tipos de veículos, carros e ônibus urbanos, e usar altos impostos sobre estes tipos de veículos a diesel, mais do que taxar o combustível, como forma de mudar o contrapeso da vantagem econômica. Isto já é feito em alguns países liberando os veículos de combustíveis limpo dos impostos de importação ou liberando-os dos impostos de licença do veículo (Gwilliam, 2000).

Os países que possuem em sua frota muitos veículos velhos, no qual emitem grandes quantidades de poluição são observados por dirigentes políticos ambientais que utilizam a manipulação de impostos sobre os combustíveis veiculares para reduzir a poluição, combustíveis esses como a gasolina e o diesel. Crescentemente, outros governos estão promovendo uma variedade de incentivos para os veículos de combustíveis que poluem menos, os chamados combustíveis limpos. Os incentivos usados estão ligados a manipulação de impostos, isto é, usando a taxaço sobre os veículos ou sobre o combustível, assim, as tarifas mais pesadas ficariam em cima dos combustíveis mais poluentes. Como incentivo ao mercado de GNV, baixas taxas de empréstimos estavam sendo oferecidas no Egito e subsídios para diminuir os preços dos veículos a GNV. Políticas não financeiras, também são implementadas como é o caso de estacionamento gratuito para os motoristas de veículos a GNV. Outra política usada é o controle de circulação, a partir das placas ímpares e pares em dias determinados, sendo permitido o livre tráfego para veículos que utilizam o gás natural

como combustível. Esses tipos de incentivos ajudam na velocidade de comercialização do GNV (Seisler, 2000).

Quando o mercado de GNV estiver bem estruturado, os incentivos e outros programas que dão suporte ao GNV poderão ser diminuídos gradualmente. Alcançar economia de escala é possível, e ela pode ocorrer através de uma grande demanda por veículos para suportar uma produção em massa ou devido a consequência de outros fatores externos, tais como um aumento no preço do petróleo ou uma ligação direta entre as emissões de poluentes e a saúde humana (Seisler, 2000).

Mesmo com o apoio do governo para estimular as conversões, é preciso que estas sejam bem feitas, pois uma vez que a conversão não é bem realizada o objetivo de poluir menos o meio ambiente tende a falhar, já que, o óleo lubrificante continua sendo usado, mesmo nos veículos a gás. Portanto, caso a conversão crie problemas no motor, este acaba gerando a queima inadequada do combustível, o que gera a poluição indesejada.

No início do programa de GNV brasileiro muitos veículos convertidos estavam poluindo mais que os outros combustíveis. Isto ocorria devido a forma como era feita a conversão. Os veículos convertidos perdiam potência em relação aos demais combustíveis, assim, se a conversão era feita de modo a manter o mesmo desempenho ou então para aumentar a economia de combustível, o resultado das emissões de óxido de nitrogênio e de monóxido de carbono poderia aumentar (Gazeta Mercantil, 1993).

A partir das projeções de crescimento acelerado da frota e do número de postos e da realização de grandes investimentos em toda a cadeia produtiva do gás natural veicular pode-se considerar que este mercado está longe de sua saturação. Os agentes envolvidos nesse mercado devem permanecer atentos às mudanças de condições do mercado mundial de petróleo, bem como aos seus efeitos sobre os preços dos combustíveis. O crescimento sustentável no mercado GNV depende de uma política bem definida e perene com relação aos preços e aos incentivos (Gasvirtual, 2004). Em lugares, onde a rede de postos de abastecimento tornou-se desenvolvida, como no caso da Argentina, os veículos convertidos e os originais de fábrica podem ser economicamente atrativos pelo fato do preço do gás natural ser de 30% a 40% mais baixo do que a gasolina/diesel (Seisler, 2000).

Como perspectiva futura espera-se uma pressão dos usuários e a conscientização das montadoras para produção em fábrica de veículos movidos a GNV, mas não somente a gás natural e sim veículos do tipo *multi-fuel* onde a opção do combustível será do proprietário (Abgnv, 2005).

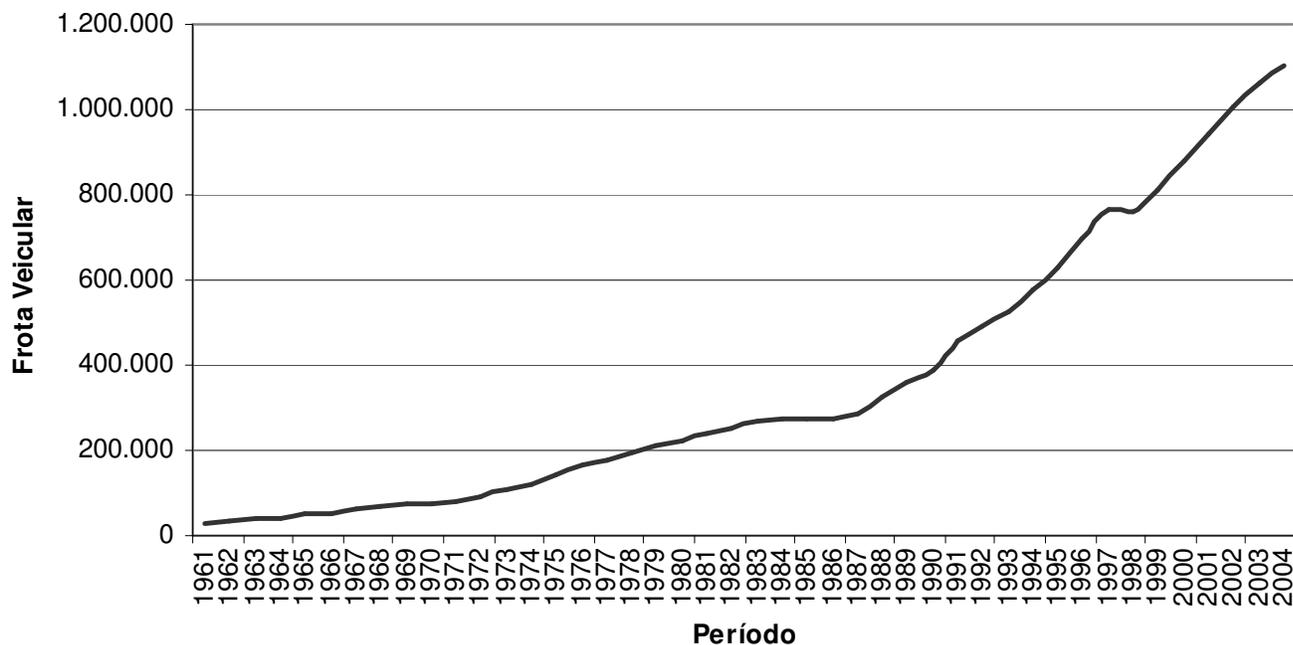
Existe tipicamente, cinco agentes econômicos que atuam no mercado de GNV. São eles: a indústria de gás natural e os ofertantes de combustíveis, o governo local e nacional, as fábricas de carros a GNV e as oficinas convertedoras, os consumidores e frequentemente organizações ambientalistas. Compreendendo que existe um custo para ter um ar limpo, a questão que segue é de que maneira seria melhor distribuir os custos entre os atores econômicos de modo que ninguém pague excessivamente. Por outro lado, do ponto de vista dos consumidores, a viabilidade econômica do GNV deve estar clara. Existem muitos fatores, políticos e tecnológicos, que determinariam o sucesso. Comercializar o GNV de modo que o lucro e os benefícios ambientais possam ambos ser alcançados é factível desde que os atores econômicos se unam para alcançar os mesmos objetivos (Seisler, 2000).

## 5. PERNAMBUCO: FROTA VEICULAR E O PROGRAMA DE GÁS NATURAL VEICULAR

A frota veicular do Estado de Pernambuco vem crescendo anualmente e até setembro de 2004, segundo dados do Detran-PE, o Estado chegou a alcançar aproximadamente 1,103 milhões de veículos.

Comparando a frota veicular do Estado em 2004 com a do ano anterior, observou-se um crescimento de 4,06%. Pelo Gráfico 3, pode-se visualizar melhor a evolução da frota de veículos em Pernambuco notando-se que aparentemente existem linhas de tendências crescentes, uma que parte de 1961 até 1989 e outra que vai de 1990 a 2004.

**Gráfico 3: Evolução da Frota de Veículos -PE  
1961 – 2004<sup>6</sup>**



Fonte: Detran-PE (2004), elaborado pela autora.

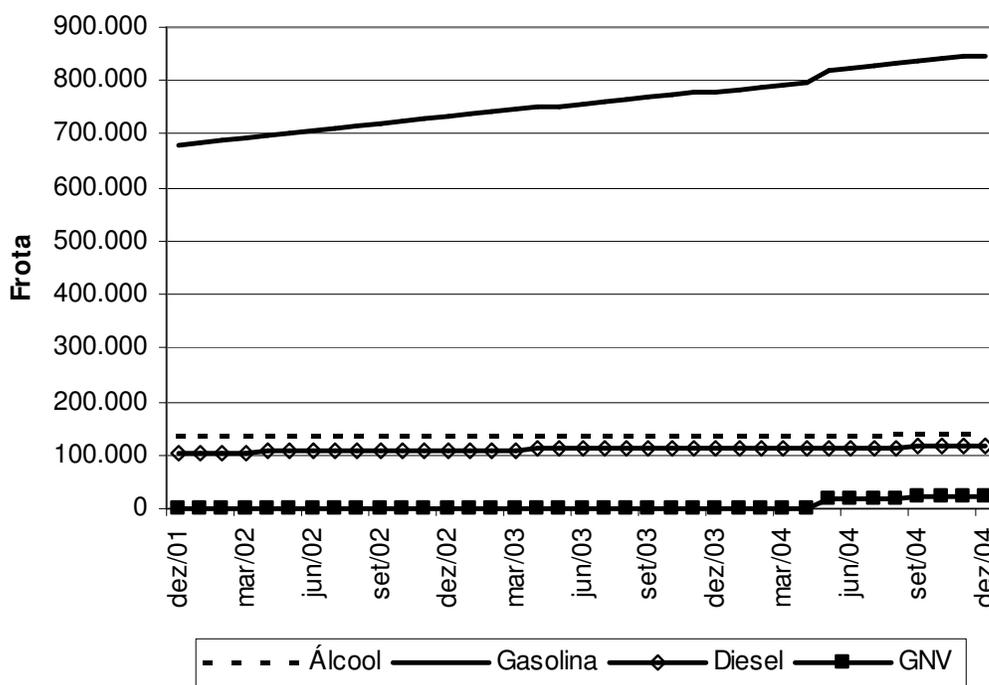
<sup>6</sup> Até setembro de 2004.

A frota total em Pernambuco é decomposta entre veículos movidos a álcool, gasolina, diesel e GNV. Considerando que na frota movida a álcool levou-se em conta também os automóveis que poderiam mover-se a gás natural e a álcool, na frota a gasolina foi contabilizado também os carros que poderiam mover-se a GNV e gasolina ou a gasolina, álcool e GNV. Com relação a frota a diesel foi contabilizado também os veículos movidos a diesel e GNV e em relação a frota de GNV foram contabilizados os veículos movidos a diesel e GNV; álcool e GNV; gasolina e GNV; gasolina, álcool e GNV.

De novembro de 2004 a dezembro do mesmo ano, segundo dados do Detran-PE, a frota de veículos movidos a álcool subiu em 0,10%, os movidos a gasolina cresceram 0,15%, os movidos a diesel aumentaram 0,03% e finalmente a frota dos veículos que utilizam o GNV cresceu 1,09%. O aumento na frota de veículos do Estado mais significativo foi representado pelos veículos movidos a gás natural.

Em seguida, através do Gráfico 4 pode-se observar a evolução da frota veicular pernambucana por tipo de combustível no período de dezembro de 2001 a dezembro de 2004 (Detran-PE, 2004). A predominância é de veículos movidos a gasolina.

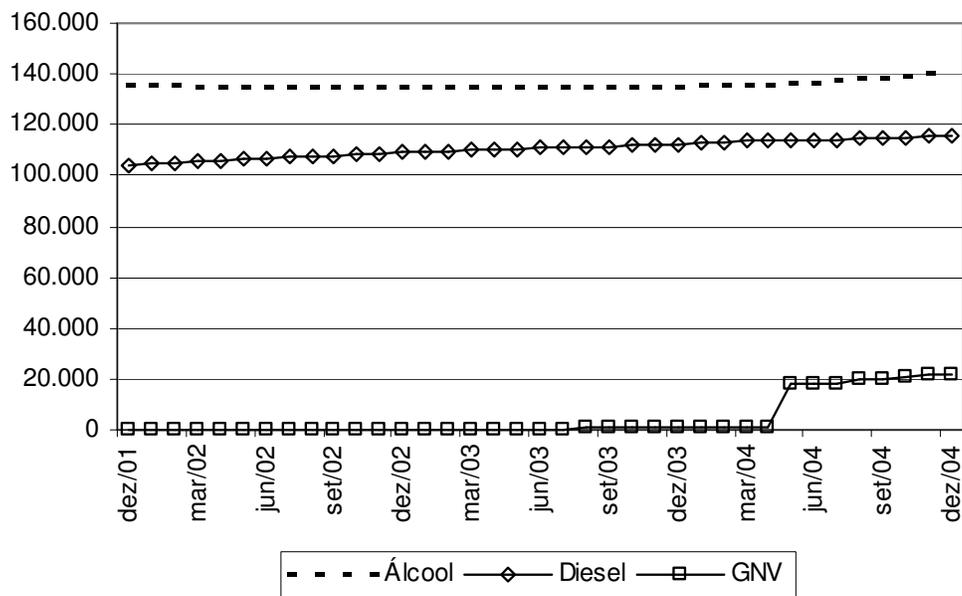
**Gráfico 4: Evolução da Frota Veicular por Tipo de Combustível - PE  
Dez/2001 a 07 de Dez/2004**



Fonte: Detran-PE (2004), elaborado pela autora.

Retirando a série da frota veicular a gasolina, tem-se o Gráfico 5:

**Gráfico 5: Evolução da Frota Veicular por Tipo de Combustível - PE  
Dez/2001 a 07 de Dez/2004**



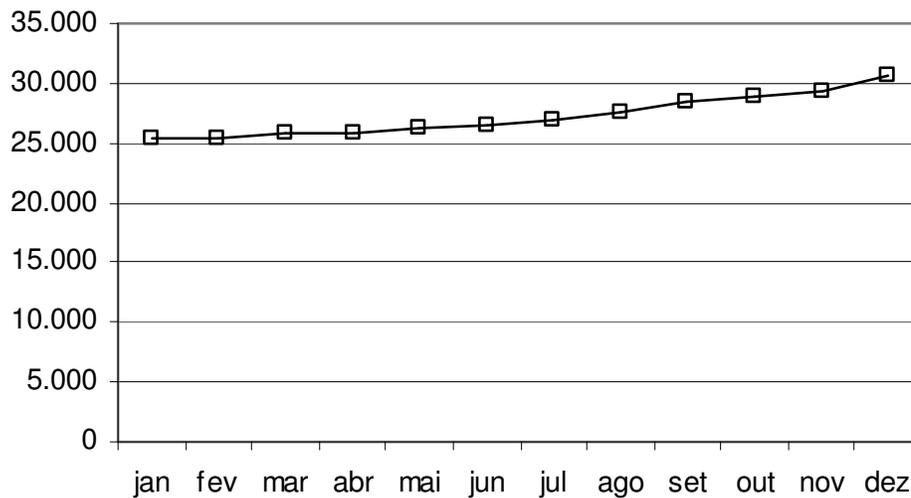
Fonte: Detran-PE (2004), elaborado pela autora.

A evolução da frota dos veículos movidos a álcool e a diesel é mais suave, no sentido de não haver subidas e descidas bruscas nas séries, relativamente a frota de GNV apesar de existirem mais automóveis a álcool e a diesel do que a gás natural. O aumento repentino da frota de veículos a GNV entre os meses de abril e maio de 2004 pode ser explicado pelo fato do Detran-PE não ter um controle rigoroso da quantidade de automóveis que usam GNV ou pela falta de regularização frente ao Detran-PE dos indivíduos que possuam estes tipos de veículos, pois, o Programa Pernambucano de incentivo ao uso do gás natural veicular que poderia fazer com que esta curva tivesse uma quebra estrutural só começou a funcionar em agosto de 2004<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Sucessivas visitas foram feitas ao Detran a fim de colher informações sobre esses dados, mas pela pouca disponibilidade de tempo dos responsáveis pela contabilização da frota, as mesmas não foram frutíferas em esclarecer essa quebra na série.

Ainda corroborando com a falta de controle das estatísticas sobre o número de veículos a GNV pelo Detran-PE reside no fato de que a série mensal da frota pernambucana a gás natural em 2004, segundo dados do IBP<sup>8</sup> (2004), tem uma tendência crescente sem nenhuma elevação abrupta como se ver no Gráfico 6:

**Gráfico 6: Evolução da Frota mensal Veicular a GNV  
Pernambuco - 2004**

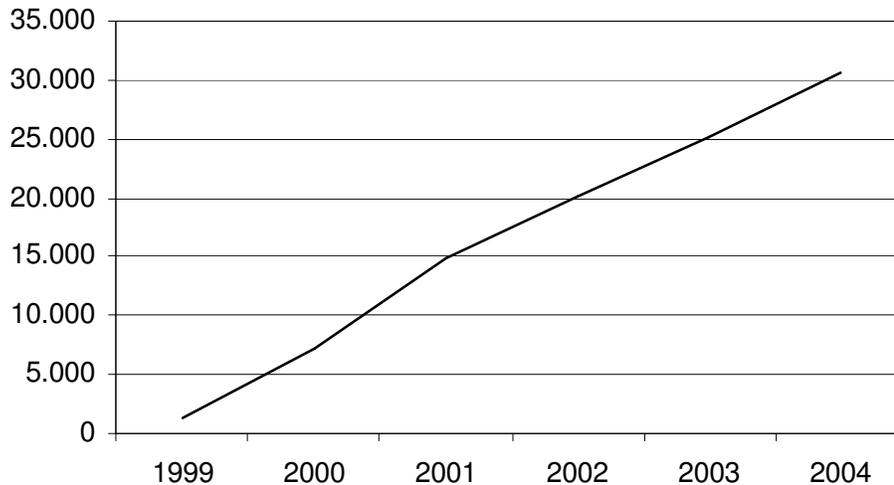


Fonte: IBP (2004), elaborado pela autora.

Pelos dados do IBP cada vez mais pessoas convertem seus veículos para o uso do gás natural como combustível. Em 2004, Pernambuco contava com 30.636 veículos a GNV enquanto que em 1999 sua frota era de 1.245 veículos, um crescimento que pode ser visto através do Gráfico 7:

<sup>8</sup> Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás.

**Gráfico 7: Evolução da Frota anual Veicular a GNV em PE  
1999 – 2004**



Fonte: IBP (2004), elaborado pela autora.

Já pelos dados do Detran, Pernambuco possuía uma frota veicular a GNV de 21.926 automóveis em Dezembro de 2004, frota essa inferior as contabilizadas por outros órgãos, por exemplo, o IBP.

A não utilização dos dados do IBP que aparentam ser mais seguros para modelar a demanda por GNV no Estado, é devido a não disponibilidade desses dados mensais para os anos de 2001 e 2002, só estando disponível as estatísticas anuais para esse período. Por isso, pela preferência de maiores números de observações foram escolhidas as estatísticas mensais disponibilizadas pelo Detran em Pernambuco para a frota veicular de GNV, chamando a atenção para o fato da não confiabilidade sobre os mesmos.

O sub-item a seguir versará sobre o Programa de Gás Natural Veicular em Pernambuco desenvolvido pelo Governo do Estado junto com a Companhia Pernambucana de Gás (Copergás).

## 5.1 PROGRAMA PERNAMBUCANO

O Programa Pernambucano de Gás Natural, implantado em agosto de 2004, foi uma iniciativa do Governo do Estado, através da Secretaria de Infra-Estrutura e da Companhia Pernambucana de Gás (Copergás), que teve como objetivo elevar o consumo do gás natural em todos os segmentos onde o combustível é aplicado, através de medidas de incentivo que iriam contribuir para aumentar a competitividade da economia pernambucana. Seja na área industrial, cogeração, residencial/comercial ou automotivo, o gás natural representa uma fonte de energia altamente competitiva, não só pela economia que pode representar para seus usuários, mas também pelo fato de ser o menos poluente de todos os combustíveis fósseis (Copergás, 2004(a)).

No que se refere ao setor automotivo, o Programa visa incentivar à conversão de veículos e o aumento do consumo do GNV em Pernambuco, através de uma série de ações de curto e médio prazo, envolvendo toda a cadeia do segmento como oficinas convertedoras, distribuidoras, postos independentes e órgãos de regulamentação. A meta é elevar o consumo dos 150 mil m<sup>3</sup>/ dia atuais para 250 mil m<sup>3</sup>/ dia, até dezembro de 2005 (Copergás, 2004(a)). O Programa tem a idéia de reduzir em 5% o preço do gás para incentivar o uso do combustível não poluente e a aplicação do gás como alternativa energética, para beneficiar consumidores industriais, comerciais e residenciais. O usuário do gás veicular, que pagava pelo metro cúbico do produto R\$ 1,14, passará a gastar R\$ 1,00, pela mesma quantidade (Guiaoffshore, 2004). A queda no preço do combustível só foi possível em função de um acordo assinado entre o governo do Estado e a Petrobras que inclui a redução da tarifa de transporte do gás natural, a ser feita pela Petrobras<sup>9</sup> e a modificação do preço de referência para a cobrança do ICMS. Os menores preços médios mensais de distribuição, aliados às quedas nas margens brutas médias de revenda de GNV nos Municípios do Estado de Pernambuco<sup>10</sup>, possibilitaram a redução média dos preços ao consumidor final. Cabe ressaltar que os preços médios mensais

---

<sup>9</sup> A Petrobras acordou com o Governo de Pernambuco, por meio da Copergás, um contrato de suprimento no qual irá equiparar o preço do gás natural no Estado com os das regiões de menores preços do País.

<sup>10</sup> Estes municípios são: Abreu e Lima, Cabo de Santo Agostinho, Goiana, Jaboatão dos Guararapes, Olinda, Paulista, Recife e Vitória de Santo Antão.

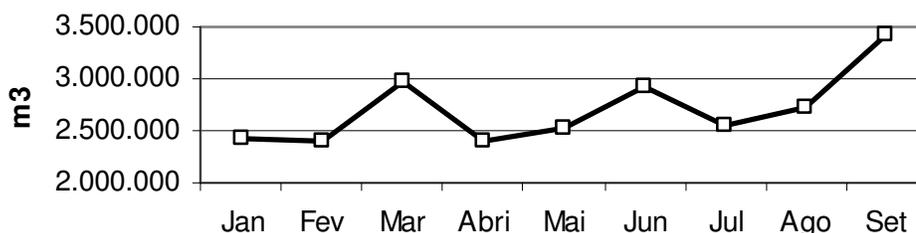
de revenda nos demais Estados do Nordeste mantiveram-se praticamente inalterados (ANP, 2004(b)).

Além da redução nas tarifas e divulgação de incentivos, outra estratégia do Programa é converter os veículos da frota oficial do Estado de Pernambuco de forma a estimular e mostrar os ganhos obtidos, a fim de que outros grupos de veículos, inclusive os da prefeitura adquiram a conversão. Um dos impulsos para o aumento do número de conversões veiculares, por exemplo, é o bônus no valor de R\$ 500 em gás para os primeiros cinco mil proprietários que fizerem a conversão no período de 6 meses da campanha. Em média, com R\$ 500 um veículo a GNV percorre 6.500 km (Copergás Notícias/Outubro, 2004). Estudos da Companhia Pernambucana de Gás Natural mostram que, em condições normais de uso dos automóveis pela gestão estadual, a troca do combustível pelo gás natural poderia levar a uma economia anual de R\$ 6 mil por veículo, ou seja, se o custo de conversão de cada veículo for de R\$ 2,5 mil, essa economia é suficiente para compensar os gastos (Copergás Clipping/Julho, 2004). Prosseguem as articulações para pleitear redução no valor do IPVA dos veículos movidos a gás natural, como já ocorre em outros Estados da Federação (Copergás News nº22, 2004).

Os motoristas de táxi da Região Metropolitana do Recife que estiverem interessados em fazer a conversão dos motores de seus carros para o Gás Natural dispõem de uma linha de crédito da Caixa Econômica Federal. O banco financia a conversão com até R\$ 2 mil e a operação de crédito pode ser paga em até 12 meses, com uma prestação mensal de R\$ 185,00. A linha de crédito é voltada exclusivamente aos taxistas e donos de frotas, porque o crédito é originário do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT), havendo assim a preocupação com a manutenção e ampliação do emprego nos centros urbanos (Copergás-Conversão, 2004).

Quanto ao volume de gás natural veicular comercializado em setembro de 2004, as vendas chegaram a 3,434 milhões de metros cúbicos, o crescimento foi de 25,76% entre agosto e setembro. A tendência ao longo de 2004 foi de aumento das vendas, como observa-se no Gráfico 8 (Sindicom, 2004):

**Gráfico 8: Volume de vendas de GNV (m3)  
Pernambuco - 2004**



Fonte: Sindicom (2004), elaborado pela autora.

O Governo de Pernambuco iniciou o processo de interiorização do gás natural fazendo a ligação entre Recife e Caruaru por meio de gasoduto com 120 km de extensão. Com a chegada do gás natural a Caruaru serão beneficiados, também, os Municípios de Moreno, Vitória de Santo Antão, Pombos, Sairé, Chã Grande, Gravatá e Bezerros. O gasoduto de interiorização abastecerá, inicialmente, os mercados industrial e automotivo (Copergás News, 2004).

Com a expansão da rede de distribuição, a implantação de novos postos de abastecimento em Pernambuco se configurou da seguinte forma: em dezembro de 1999, o Estado possuía 4 postos, em outubro de 2000 passou para 6 postos, em dezembro de 2001 aumentou para 18, em outubro de 2002 chegou a 23 postos e em março de 2003 estava registrado 24 postos (ANP, 2003). O aumento no número de postos dá suporte ao desenvolvimento do mercado de GNV, uma vez que a pouca disponibilidade do mesmo seria um entrave a alguns usuários na conversão de seus veículos como resposta a não aceitação de ficar em filas para reabastecer os automóveis.

No início de 2004, Recife possuía 33 postos, corroborando com a trajetória de crescimento do número de estabelecimentos comercializadores do GNV, a cidade ganhou ainda em 2004 mais dois postos fornecedores de gás natural veicular, passando o Estado a contar com 35 postos de abastecimento de GNV em março/abril de 2004. O dois novos

postos têm uma média de consumo em torno de 7 mil metros cúbicos por dia, que será acrescido ao consumo estadual que atualmente encontra-se por volta de 150 mil metros cúbicos por dia e uma frota estadual de 19 mil veículos convertidos (Copergás News, 2004). Dados de dezembro de 2004 já consideram que Pernambuco possui 39 postos de abastecimento (Copergás, 2004(c)). As vendas do m<sup>3</sup>/dia de GNV durante o período de 2000 a 2002 para Pernambuco cresceram 54,41% (ANP, 2003).

A frota atual de Pernambuco movida a GNV, conta com quase 22 mil veículos (Detran-PE, 2004) e o valor da conversão gira em torno de R\$ 2,5 mil (Copergás Notícias, 2004) com garantia de economia que pode chegar a até 72,3% (Gasnet, 2004(c)), (ANP, 2004(a)).

O desenvolvimento do setor de gás natural veicular depende de investimentos na área para atrair oficinas conversoras, fabricantes de equipamentos, empresários de postos, firmas de projeto e instalação.

Sem o apoio do governo aos combustíveis alternativos, como o GNV, fica difícil competir com aqueles provenientes de petróleo. Isso será verdade até que este combustível e uma tecnologia apropriada alcancem uma economia de escala, tornando os altos custos iniciais de adaptação dos veículos e dos postos de abastecimento competitivos com a tecnologia e os combustíveis convencionais (Teixeira, 2003).

Após a explanação do comportamento da frota veicular a GNV e do Programa Pernambucano de Gás Natural Veicular em Pernambuco, no próximo capítulo apresentar-se-á o modelo teórico e a sua estimativa para a demanda de gás natural veicular pernambucana segundo a abordagem da teoria microeconômica.

## **6. DEMANDA POR GNV: MODELO TEÓRICO E ESTIMAÇÃO**

Estudos sobre demanda por gás natural veicular são bastante incipientes. Pode-se relacionar na literatura alguns poucos estudos no que se refere a demanda por GN. A título de conhecimento pode-se citar o trabalho de Gil e Deferrari (1999) que fizeram projeções de curto prazo do GN para a demanda do setor residencial. Em princípio eles observaram que o comportamento e os hábitos de consumo dos usuários residenciais não variou significativamente nos últimos sete anos na Argentina e o incremento global na demanda foi devido principalmente a incorporação de novos usuários, ou seja, eles fizeram projeções na demanda de GN para o setor residencial considerando o crescimento populacional.

Entre os poucos trabalhos que falam sobre a demanda por GNV no Brasil, pode-se considerar o trabalho de Teixeira (2003) que avaliou a demanda potencial de GNV no mercado gaúcho e para isso foi realizado primeiramente um levantamento dos atributos percebidos pelos consumidores que, muito provavelmente, afetariam o processo decisório pela conversão para o GNV. Assim, com a finalidade de determinar o grau de importância dos atributos identificados, foram feitas pesquisas quantitativas, através de questionários fechados para propiciar análise numérica das relações detectadas pelos grupos focados. Depois disso, para analisar os dados da pesquisa foi utilizada a técnica de regressão múltipla onde as variáveis explicativas eram os atributos e a variável de interesse era a probabilidade de conversão ao GNV.

Conforme visto, os estudos nessa direção são bastante escassos, o que ressalta a importância de que mais estudos sejam realizados sobre a demanda de GN, particularmente sobre o GNV.

Assim, neste capítulo será discutido o modelo teórico para a estimação da demanda por GNV, em seguida serão mostrados os dados utilizados na etapa da estimação da demanda em Pernambuco para o período de dezembro de 2001 a novembro de 2004 e por fim, será sugerido um modelo para análise prospectiva da demanda por GNV em Pernambuco.

## 6.1 MODELO TEÓRICO

Para estimar a demanda potencial do setor veicular, primeiro tem-se que saber quais fatores determinam uma demanda qualquer. E em seguida observar os determinantes da demanda potencial do setor em estudo.

Conforme a literatura microeconômica, a demanda por um determinado bem depende do preço desse bem, do preço dos bens substitutos, da renda monetária dos indivíduos e de suas preferências e expectativas. Portanto, tem-se:

$$D_i = f(P_i, P_s, R, P, E)$$

onde:

$P_i$ : é o preço do bem  $i$ ;

$P_s$ : é o vetor de preços dos bens substitutos;

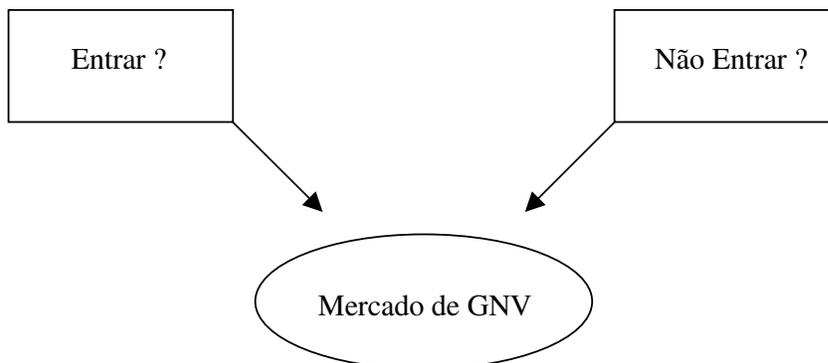
$R$ : é a renda monetária;

$P$ : são as preferências dos indivíduos.

$E$ : são as expectativas dos indivíduos.

Caracterizando a demanda por gás natural veicular, pode-se através de uma análise econométrica estimar a função demanda. Ou estimar recorrendo a cenários, onde o primeiro cenário seria caracterizado pela decisão dos indivíduos de entrar ou não no mercado de GNV. Isto é, os indivíduos terão que decidir se converterão ou não o veículo para usar o GNV e assim entrar no mercado de gás natural. A figura 9 mostra a primeira a etapa:

**Figura 9: Etapa 1 (Tomada de Decisão)**



Fonte: Elaborado pela autora.

Nessa primeira etapa a demanda por gás natural veicular seria caracterizada como segue:

$$D_{GNV} = f(P_{GNV}, P_o, P_g, P_a, P_k, R_{per}, F)$$

$P_{GNV}$  : preço do gás natural veicular;

$P_o$  : preço do óleo diesel;

$P_g$  : preço da gasolina;

$P_a$  : preço do álcool;

$P_k$  : preço do *kit* de conversão para o uso do GNV.

$R_{per}$  : renda per capita;

$F$  : frota veicular;

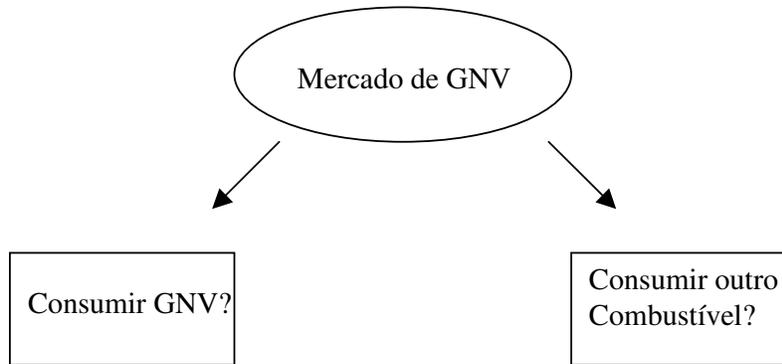
Onde uma das variáveis que exerce influência sobre a demanda de GNV estaria sendo ilustrada pelo preço do gás natural veicular, indicando que quanto mais barato estiver o GNV relativamente aos preços dos outros substitutos, maior será a demanda pelo gás como combustível veicular. Portanto, o preço do GNV teria uma relação inversa com a demanda do mesmo. Com relação ao preço do *kit* de conversão, ele também manterá uma analogia inversa com a demanda de GNV, ou seja, quanto menor for o preço do *kit* mais o provável usuário de GNV poderá adquirir esse componente para instalar em seu veículo e assim aumentar o

consumo pelo gás, uma vez que se criou a possibilidade do uso do mesmo. Outra variável que interfere na quantidade consumida de GNV é a renda monetária dos indivíduos, pois seu poder aquisitivo é um importante instrumento na hora da aquisição de um determinado bem. Surge daí uma indagação: será que com o aumento da renda as pessoas irão adquirir mais GNV? Se este bem for considerado normal pelo princípio microeconômico, a resposta é sim. Mas será que pelo fato da renda aumentar, os indivíduos irão preferir consumir mais dos outros combustíveis ao invés do GNV? Está indagação decorre do fato de que, uma vez estando comprovado que o uso do GNV reduz a potência dos veículos, os indivíduos poderão desejar dessa forma, desfrutar do aumento de sua renda consumindo mais gasolina ao invés de GNV e manter a potência do seu veículo com a utilização da gasolina, diminuindo dessa maneira, a demanda pelo gás. Sob essas condições o relacionamento da variável renda é inverso ao da variável demanda por GNV, ou seja, quanto maior for a renda monetária menor será a demanda pelo GNV e caso este combustível seja um bem normal, a sua demanda configurar-se-á na mesma direção da variação da renda. Com relação a outra variável que está no primeiro cenário de caracterização da demanda pelo gás como combustível é a frota veicular, isto é, quanto mais veículos existirem maior é o universo de conversão do transporte para o uso do GNV. Assim, a frota de veículos responderia positivamente à demanda por GNV.

A segunda etapa seria a seguinte: dado que entrou no mercado de GNV, usará outro combustível ou gás no automóvel? De quais fatores depende a sua decisão?

Quando se adquire o *kit* de conversão, há a possibilidade de usar GNV ou outro combustível. A Figura 10 mostra a segunda etapa para a tomada de decisão:

**Figura 10: Etapa 2 (Tomada de Decisão)**



Fonte: Elaborado pela autora.

Nessa segunda etapa a demanda por GNV ficaria caracterizada da seguinte forma:

$$D_{GNV} = f(P_{GNV}, P_o, P_g, P_a, R_{per}, F_{GNV})$$

$P_{GNV}$  : preço do gás natural veicular;

$P_o$  : preço do óleo diesel;

$P_g$  : preço da gasolina;

$P_a$  : preço do álcool;

$R_{per}$  : renda per capita;

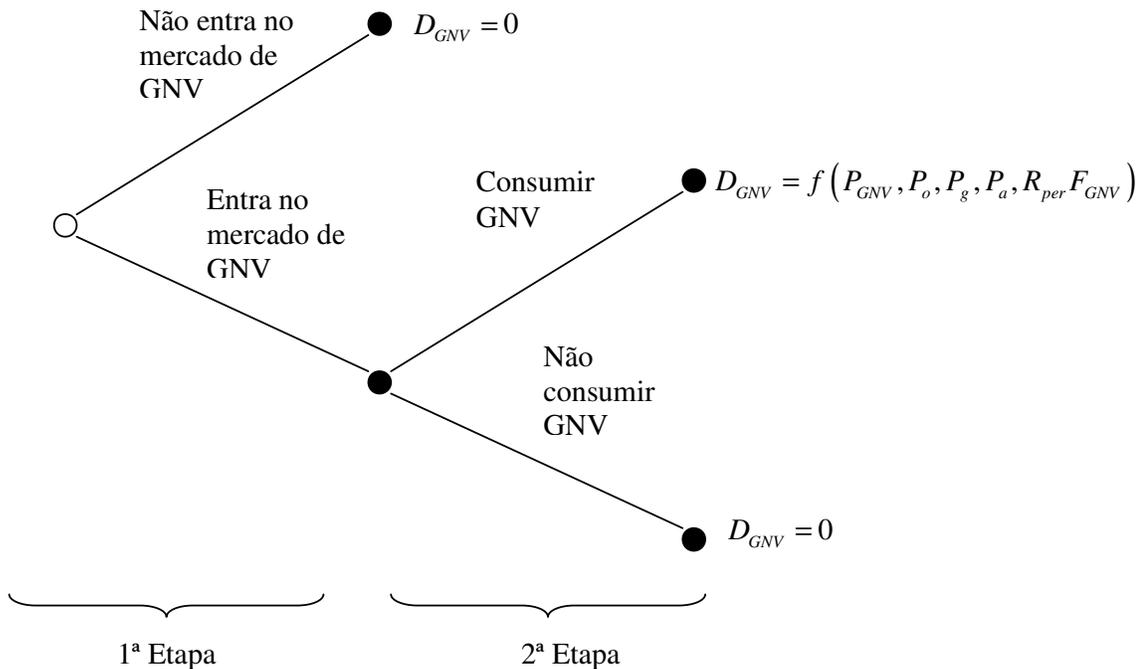
$F_{GNV}$  : frota veicular a GNV;

Nessa segunda fase, os fatores que vão influenciar as decisões dos agentes em consumir o GNV são os mesmos que interferem na composição da demanda no primeiro estágio, exceto a frota veicular e o preço do *kit* de conversão, pois nesse novo cenário a frota de interesse é a composta pelo universo dos veículos movidos a GNV e sendo assim, o preço

do *kit* não é mais um fator importante. Assim, para configurar essa segunda etapa entraria como variável a frota veicular a GNV além das outras utilizadas na primeira fase.

Por conseguinte, considerando as outras variáveis da primeira fase, para observar a atitude do consumidor frente ao GNV, observa-se que quando o indivíduo chega no posto para abastecer seu veículo, ele olha os preços relativos. Por exemplo, com um provável aumento do preço de um determinado combustível como a gasolina ou o álcool ou o diesel, a tendência é que os indivíduos busquem soluções para minimizar o impacto do reajuste no orçamento familiar, daí a procura pelo combustível mais barato que nesse exemplo seria o GNV. Levando em conta a renda monetária junto com as ressalvas apontadas anteriormente, esta é uma importante variável uma vez que quanto maior a renda, mais os indivíduos podem consumir GNV (considerando o GNV um bem normal) fazendo assim aumentar a quantidade demandada pelo combustível. Dessa forma, o poder aquisitivo dos indivíduos influenciará para cima ou para baixo a demanda pelo gás natural veicular a depender de se o GNV é um bem normal ou inferior. O que pode ser constatado pela Figura 11, que resume as etapas de caracterização da demanda por GNV.

**Figura 11: Etapas de Caracterização da Demanda por GNV**



Fonte: Elaborado pela autora.

## 6.2. DADOS

Para a estimação da demanda, a série dos preços foi conseguida no *site* da Agência Nacional do Petróleo (ANP). Não foi considerado o preço do diesel, uma vez que a conversão de um carro a diesel para GNV, e ainda poder usar o combustível original, é incipiente e está em fase de estudo. Ressaltando que na fase atual os veículos a diesel que quiserem usar o GNV terão que trocar todo o motor, sendo que dessa forma os veículos só poderão circular a GNV. Portanto, como só existe cinco veículos no Estado com essa característica, segundo dados do Detran-PE (2004), para o período em estudo, a série do preço do diesel foi descartada. Os dados de preços do GNV, álcool e gasolina foram corrigidos pelo IGPM<sup>11</sup> para novembro de 2004.

A variável rendimento está em reais (R\$) de novembro de 2004 e foi corrigida pelo IGPM. Foi considerado os rendimentos mensais das pessoas ocupadas na região metropolitana do Recife e usado como *proxy* para o rendimento dos indivíduos do Estado de Pernambuco, uma vez que, os dados de rendimento mensal para o estado de Pernambuco não estão disponíveis. Os dados foram coletados pela PME (Pesquisa Mensal de Emprego) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Em relação a frota de veículos movidos a GNV, foram contabilizados os veículos movidos a álcool e GNV; gasolina e GNV; gasolina, álcool e GNV, dados esses conseguidos no Detran-PE.

Pela indisponibilidade da série do consumo mensal de GNV foi considerado como *proxy*, as vendas de GNV pelas distribuidoras.

Todos os dados são para Pernambuco com a exceção da série de rendimentos.

A seguir será disponibilizado através da Tabela 5 todos os dados requeridos para estimar a demanda por GNV em Pernambuco.

---

<sup>11</sup> Índice Geral de Preços de Mercado.

**Tabela 5: Séries das Variáveis Requeridas para a Obtenção do Modelo de Demanda**

Período	Preço do Gás Natural Veicular * (R\$/m <sup>3</sup> )	Preço da Gasolina * (R\$/l)	Preço do Alcool * (R\$/l)	Rendimentos Monetários * (R\$)	Frota dos Veículos a GNV
dez/01	1,210	2,674	1,628	923,91	49
jan/02	1,207	2,290	1,580	833,80	52
fev/02	1,208	2,260	1,564	817,71	57
mar/02	1,204	2,356	1,547	825,11	65
abr/02	1,215	2,510	1,542	863,71	72
mai/02	1,254	2,583	1,520	890,04	82
jun/02	1,246	2,502	1,500	912,22	87
jul/02	1,278	2,494	1,480	887,25	106
ago/02	1,257	2,511	1,439	811,66	126
set/02	1,227	2,405	1,405	792,65	142
out/02	1,182	2,325	1,344	773,15	155
nov/02	1,221	2,516	1,544	752,50	173
dez/02	1,208	2,415	1,535	811,44	194
jan/03	1,373	2,546	1,520	702,05	209
fev/03	1,339	2,471	1,659	662,84	232
mar/03	1,309	2,525	1,751	658,76	266
abr/03	1,304	2,391	1,744	697,87	285
mai/03	1,303	2,431	1,745	712,07	320
jun/03	1,315	2,314	1,738	694,77	373
jul/03	1,321	2,268	1,678	688,47	413
ago/03	1,317	2,228	1,584	682,88	478
set/03	1,300	2,225	1,549	650,89	522
out/03	1,295	2,190	1,499	659,03	615
nov/03	1,290	2,257	1,472	642,23	743
dez/03	1,281	2,240	1,419	723,90	842
jan/04	1,271	2,200	1,385	622,80	849
fev/04	1,262	2,217	1,356	621,59	1.048
mar/04	1,248	2,189	1,318	608,54	1.139
abr/04	1,233	2,133	1,274	599,75	1.213
mai/04	1,216	2,121	1,260	632,38	17.888
jun/04	1,200	2,151	1,300	668,11	17.845
jul/04	1,185	2,153	1,350	671,66	17.858
ago/04	1,020	2,176	1,438	660,92	19.726
set/04	1,011	2,194	1,467	640,17	20.321
out/04	1,007	2,185	1,449	626,07	21.037
nov/04	0,999	2,231	1,476	618,30	21.690

Nota: \* R\$ de Novembro de 2004.

Fonte: ANP, IBGE e Detran-PE, elaborado pela autora.

O próximo passo será estimar a demanda por GNV em Pernambuco e analisar o comportamento das variáveis que explicam, ou não, o consumo deste combustível.

### 6.3 ESTIMAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O modelo que será descrito abaixo foi baseado na teoria microeconômica do consumidor.

O modelo, em relação ao formato analítico da função demanda, foi resultado de uma construção *ad hoc*, onde tentou-se explorar as informações contidas nos dados ao máximo, sem impor-lhes forma analítica alguma *a priori*.

Desta forma, sem o objetivo de se chegar a modelos já definidos pela literatura como o Linear, Log-Log ou ainda o Recíproco<sup>12</sup>, os dados foram trabalhados no sentido de se adequarem às hipóteses dos modelos clássicos de regressão e suportarem a teoria microeconômica do consumidor.

O padrão gaussiano apresentado pela variável dependente e a ausência de multicolinearidade e heterocedasticidade entre as variáveis explicativas permitiu a utilização do método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Todos os testes econométricos utilizados estão em anexo.

#### 6.3.1 MODELO SUGERIDO PARA ANÁLISE PROSPECTIVA DA DEMANDA POR GNV

De todos os modelos testados, o que apresentou melhores resultados estatísticos e econômicos foi o modelo Log-Log. Desta forma, a demanda por GNV que está sendo representada pela *proxy*  $V_{GNV}$  (vendas de gás natural veicular) a ser estimada será:

$$LV_{GNV} = f(LP_g, LP_a, LP_{GNV}, LR, LF_{GNV})$$

$LP_{GNV}$  : logaritmo do preço do gás natural veicular;

$LP_g$  : logaritmo do preço da gasolina;

---

<sup>12</sup> Ver Gujarati, 2000.

$LP_a$  : logaritmo do preço do álcool;

$LR$  : logaritmo dos rendimentos monetários (R\$ de nov/2004);

$LF_{GNV}$  : logaritmo da frota veicular a GNV.

O modelo completo não mostrou resultados estatísticos satisfatórios, assim, o modelo resultante é um modelo Log-Log nas variáveis  $LP_{GNV}$ ,  $LP_g$ ,  $LR$  e  $LF_{GNV}$  que explicam o logaritmo das vendas de GNV. Foi testado também a inclusão das variáveis: logaritmo dos preços ao quadrado para captar a tendência não-linear sobre o logaritmo das vendas de GNV, porém, não foram obtidos ganhos estatísticos ao realizar este procedimento.

Na Tabela 6, vê-se que o  $\log$  das vendas de GNV é influenciado negativamente pelo  $\log$  da frota de veículos movidos a GNV, o que pode não sugerir o que prega a teoria, ou seja, o sinal esperado para a variável, segundo a teoria econômica seria positivo, o que não foi encontrado.

**Tabela 6: Resultado da Regressão para o Modelo Log-Log**

Variável Dependente: LVgnv	
Variáveis Explicativas	Coefficientes
$LF_{GNV}$	-0,028903 (0,1031)
$LP_{GNV}$	-0,722608 (0,0156)
$LP_g$	0,656534 (0,0862)
$LR$	0,517305 (0,0256)
C	11,38435 (0,0000)
$R^2$	0,708883

Nota: o  $p$ -value está entre parênteses.

Este resultado pode ter sido ocasionado por algum erro na especificação do modelo ou está relacionado ao problema da micronumerosidade, ou seja, ocorrência de poucas observações.

O coeficiente da variável *log* do preço da gasolina afeta positivamente o *log* das vendas, então, quanto maior for o *log* do preço da gasolina, maior será o *log* das vendas de GNV, isto é, maior é o consumo pelo GNV. E a variável *log* do rendimento também apresentou-se estatisticamente significativa levando a suspeitar que o GNV é um bem normal, isto é, quanto maior a renda maior será o consumo.

De forma analítica, tem-se:

$$LV_{GNV(t)} = \beta_0 + \beta_1 LP_{g(t)} + \beta_2 P_{GNV(t)} + \beta_3 LR_{(t)} + \beta_4 LF_{GNV(t)} + \varepsilon_{(t)}$$

Onde (t) é o tempo e  $\varepsilon_{(t)}$  é o resíduo da regressão.

$$LV_{GNV(t)} = 11,38435 + 0,656534LP_{g(t)} - 0,722608LP_{GNV(t)} + 0,517305LR_{(t)} - 0,028903LF_{GNV(t)}$$

E tirando o *anti-log*, a função vendas será:

$$V_{GNV(t)} = 87.934,71 * P_{g(t)}^{0,656534} * P_{GNV(t)}^{-0,722608} * R_{(t)}^{0,517305} * F_{GNV(t)}^{-0,028903}$$

Onde as elasticidades preço da demanda, preço-cruzada e renda são inelásticas e respectivamente iguais a: - 0,72; 0,66 e 0,52. A medida que a renda monetária dos indivíduos aumenta, digamos em 1% *ceteris paribus*, as vendas de GNV aumentarão em 0,52%, já a diminuição de 1% no preço do gás natural veicular, com tudo mais constante, aumentaria as vendas de GNV em 0,72% e o aumento de mesmo percentual sobre o preço da gasolina, com todo os outros fatores permanecendo o mesmo, ocasionaria um aumento de 0,65% nas vendas de GNV. Alguns estudos sobre a demanda por gasolina, dentre eles o de Eltony e Al-Mutairi (1995), encontraram que a elasticidade preço da demanda por gasolina no Kuwait é de -0,37 no curto prazo e de -0,46 no longo prazo, a elasticidade renda naquele país é de 0,47 no curto prazo e de 0.92 no longo prazo. Comparando as respectivas elasticidades com as encontradas

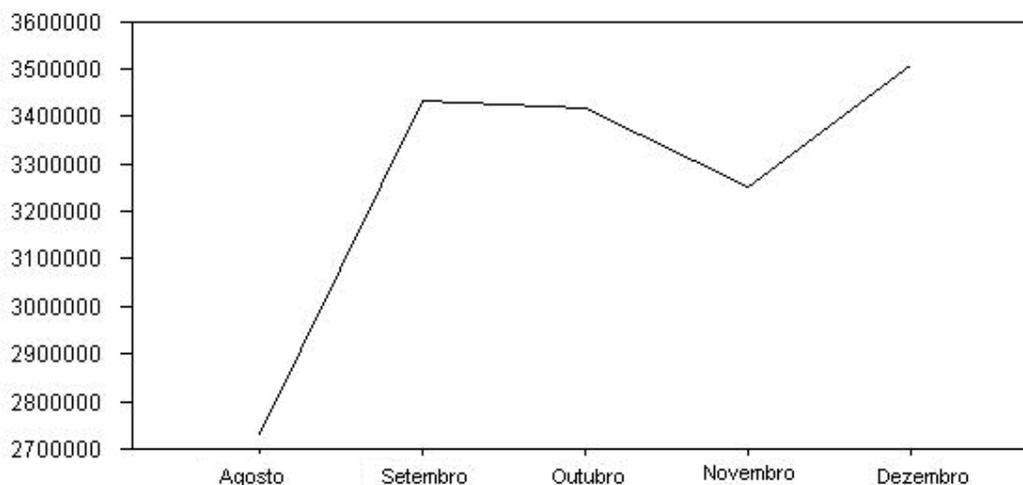
neste trabalho observa-se que a elasticidade preço da demanda por GNV é menos inelástica do que a elasticidade preço da demanda por gasolina assim, variações nos preços do GNV afetariam mais a demanda por gás natural veicular do que as variações no preço da gasolina afetariam a demanda por gasolina.

Mudanças na política de preço do GNV e da gasolina não implicarão em substanciais variações nas vendas do gás, dado as inelasticidades dos preços. Comparando as políticas de preço do GNV e da gasolina observa-se que o impacto de alterações nos preços do gás natural veicular têm um efeito maior sobre as vendas de GNV do que alterações no preço de um bem substituto, como no caso a gasolina uma vez que, a elasticidade preço da demanda por gasolina é inelástica alterações no seu preço alteraria muito pouco a demanda por gasolina ofuscando portanto, a sua substituição pelo GNV.

Um agente econômico que deseje incrementar a demanda por GNV teria que fazer políticas recorrendo aos preços do gás natural veicular, uma vez que está variável causa uma maior variação nas vendas de GNV, seguida do preço da gasolina, que, por sua vez, é seguida pelos rendimentos monetários.

Realmente, desde a implantação do Programa Pernambucano de Gás Natural, as vendas de GNV têm aumentado. Com o Programa, o preço corrente ao consumidor do GNV caiu de R\$ 1,14 em julho de 2004 para R\$ 1 em agosto e em setembro chegou a alcançar R\$ 0,999 permanecendo assim até dezembro, enquanto isso as vendas de GNV aumentaram no período de implantação do Programa, passando de 2.730.868 m<sup>3</sup> em agosto de 2004 para 3.510.163 m<sup>3</sup> em dezembro, de acordo com o Gráfico 9 :

**Gráfico 9: Vendas (m3) de Gás Natural Veicular em Pernambuco: Ago/2004 a Dez/2004**



Fonte: Sindicom (2004), elaborado pela autora.

Além da política de preços sobre o gás natural veicular outros fatores contribuíram para o aumento nas vendas de GNV. No período de agosto a setembro de 2004 as vendas aumentaram devido em parte, a queda no preço do GNV e ao aumento no preço da gasolina apesar do poder aquisitivo dos indivíduos ter diminuído, o que leva a considerar que o efeito substituição nesse período prevaleceu sobre o efeito renda. Já no período de setembro a outubro as vendas tiveram uma leve queda provocada pela diminuição do preço da gasolina e do poder aquisitivo apesar do preço do GNV nesse período ter caído, assim o efeito renda prevaleceu sobre o efeito substituição. No período de outubro para novembro o efeito renda prevalece novamente apesar da queda no preço do GNV e o aumento no preço da gasolina. A análise de novembro para dezembro fica um pouco comprometida, pois até o término deste capítulo, o IBGE não havia divulgado os rendimentos mensais das pessoas ocupadas na região metropolitana do Recife para dezembro de 2004, mas o aumento nas vendas de GNV deve-se em parte ao aumento no preço da gasolina. É importante que os agentes fiquem atentos as variações no preço da gasolina, pois estes influenciarão nas vendas de GNV. Em seguida mostra-se a Tabela 7 com as respectivas variáveis no período em questão.

**Tabela 7: Valores dos Preços do GNV, Gasolina, Vendas de GNV(m<sup>3</sup>) e Renda Monetária para o período de ago/2004 a dez/2004**

<b>Período/2004</b>	<b>Preço do GNV (R\$ de nov/2004)<sup>1</sup></b>	<b>Preço da Gasolina (R\$ de nov/2004)<sup>2</sup></b>	<b>Renda Monetária (R\$ de nov/2004)<sup>3</sup></b>	<b>Vendas de GNV(m<sup>3</sup>)<sup>4</sup></b>
Agosto	1,020	2,176	660,92	2.730.868
Setembro	1,011	2,194	640,17	3.434.473
Outubro	1,007	2,185	626,07	3.418.024
Novembro	0,999	2,231	618,30	3.250.192
Dezembro	1,006	2,367	N.D.*	3.510.163

Fonte: 1 e 2: ANP (Agência Nacional do Petróleo); 3: IBGE-Pesquisa Mensal de Emprego; 4: Sindicom, elaborado pela autora.

Nota: \* Não Disponível.

A análise feita acima sobre as vendas de GNV em Pernambuco no período do Programa está fundamentada nos valores reais dos preços do GNV, da gasolina e da renda monetária.

Neste capítulo foi feito um levantamento dos estudos realizados sobre a demanda do gás natural uma vez que, as pesquisas em relação a estrutura da demanda no mercado de GNV no Brasil são incipientes, portanto, existe uma certa carência de trabalhos que estimam a demanda de tal setor. Por esse motivo, foi sugerido um modelo de demanda baseado na teoria microeconômica do consumidor cujos dados foram disponibilizados pelo IBGE, pela Agência Nacional do Petróleo e pelo Detran em Pernambuco. Nesse modelo, a variável de interesse era as vendas de GNV como *proxy* para a série de consumo do mesmo e as variáveis explicativas usadas foram, o preço do GNV, o preço da gasolina, os rendimentos monetários dos indivíduos e a frota veicular a GNV. Dessa forma, a elasticidade-preço da demanda por GNV estimada para Pernambuco foi de  $-0,72$ , as elasticidades preço-cruzada e renda foram respectivamente iguais a  $0,65$  e  $0,51$ . Contudo, essas elasticidades servem mais como um sinalizador para uma análise qualitativa do que como um resultado, dada a não confiabilidade na série da frota. Assim, essa série não pôde ser descartada uma vez que, a mesma foi considerada como uma variável importante na explicação da demanda por GNV em Pernambuco. Portanto, um planejador de políticas que deseje incentivar a demanda de GNV

no Estado em questão terá que recorrer a uma política sobre os preços do GNV, uma vez que essa variável impacta com mais força a demanda por GNV do que as variáveis rendimentos monetários, preço da gasolina e frota veicular a GNV.

No capítulo seguinte serão feitas as considerações finais a respeito dessa dissertação.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi visto durante este trabalho que a utilização de combustíveis limpos aumentou ao longo do tempo devido a preocupação e a atenção que alguns países tem dado para a questão da poluição, muito mais presente hoje pelas grandes mudanças ambientais e climáticas que o mundo tem sofrido. Em alguns países o progresso no uso do GNV é lento, mas iniciativas por parte dos governos tem incentivado o desenvolvimento desse mercado que está em expansão.

A questão ambiental e a saúde pública não são os únicos fatores que despertam a atenção para o uso do gás natural veicular. O desafio monetário também aparece como estimulador, ou seja, para alguns países, a preocupação com a cotação do petróleo no mercado internacional e as crises pelas quais passa esse mercado torna imprescindível a adoção de uma nova fonte de combustível que seja também viável economicamente.

Em alguns países, como a Nova Zelândia, a preocupação com as conseqüências desestabilizadoras da alta do preço do petróleo no mercado internacional e as crises associadas a este mercado, suscitou por parte do governo medidas de incentivos ao desenvolvimento e a sustentabilidade do novo combustível, o gás natural.

O governo neozelandês criou tanto incentivos fiscais para garantir que as exigências relacionadas aos custos iniciais de instalação de *kit's* e os custos de instalação dos postos de abastecimentos não inibissem os atrativos que o gás natural apresenta.

Das experiências internacionais pode-se observar que o Governo sempre esteve presente quer seja com incentivos financeiros, quer seja com incentivos fiscais, além de incentivar a pesquisa e o desenvolvimento voltado para a especificidade do mercado de GNV.

Então, como aprendizado em diversos países o bom desempenho do mercado de GNV passa pelo desenvolvimento de uma rede de distribuição do gás natural, da atividade conjunta do Governo e do setor privado no intuito de promover o GNV através da publicidade, dos investimentos em postos de abastecimento e de oficinas convertedoras. De políticas

tributárias, políticas não-financeiras, além de buscar preços competitivos do GNV em relação aos demais combustíveis.

A publicidade é muito importante para que os consumidores tenham total conhecimento do GNV no intuito de romper a barreira da não aceitação de um produto novo como é o caso do uso do gás natural no setor de transportes. É como se existisse uma curva de aprendizagem em que os consumidores vão assimilando o funcionamento desse produto ao longo do tempo. É claro que também o apoio do Governo, se houver, não pode ser retirado bruscamente. Uma vez isso ocorrendo a política de promoção ao GNV tende a falhar, como ocorreu na Nova Zelândia.

No Brasil o comportamento do mercado de gás apresentou fases distintas quanto a sua evolução. Num primeiro momento, período correspondente ao início dos anos 1990, o desempenho desse combustível foi crescente, contudo após o ano de 1994, problemas de ordem estrutural e conjuntural, como por exemplo, a questão da valorização cambial, e da queda na cotação do petróleo provocaram uma desaceleração nesse mercado.

O uso do gás natural em diversos setores, como por exemplo, transportes cria oportunidades de investimentos, gera empregos e benefícios para várias categorias profissionais. Entretanto, apesar de vantagens estratégicas que alguns países possam ter em termos de reservas de GN, há a necessidade de se desenvolver uma rede de distribuição para o gás e isso seria viabilizado desde que houvesse muitas vertentes de seu uso, como no transporte, no comércio, nas residências, etc.

A atratividade para este combustível pode ser assegurada através de políticas de ponderação em relação às taxas de impostos diferenciadas que podem ser aplicadas aos seus substitutos, ou seja, tornando os preços da gasolina e do diesel mais caros relativamente aos preços do GNV.

Alguns Estados brasileiros buscaram desenvolver Programas que incentivassem o consumo do GNV, como por exemplo, o governo do Estado de Pernambuco junto com a companhia distribuidora do gás natural, a Copergás, implementaram o Programa Pernambucano do gás natural onde nessa política procurou-se reduzir o preço do GNV,

converteu-se a frota de automóveis do Estado como incentivo para que a prefeitura adquirisse também o GNV, ofereceu financiamentos através do crédito da caixa econômica federal para os taxistas da região metropolitana do Recife que quisessem converter seus veículos, ampliou a rede de gasodutos do Estado possibilitando que novas instalações de abastecimentos fossem construídas. Em consequência, as vendas de GNV aumentaram junto com o número de conversões veiculares.

Assim, essa dissertação além de estudar a evolução do mercado internacional e nacional de GNV procurou também estimar, como exercício, as elasticidades preço da demanda, preço-cruzada e renda para o estado de Pernambuco no tocante a sua demanda por gás natural veicular.

Em referência a parte econométrica da dissertação, como foi observado no modelo Log-Log testado, o aumento da frota de veículos a GNV diminuiu as vendas do gás natural veicular, o aumento do preço da gasolina aumentou as vendas do gás natural veicular, e a diminuição do preço do GNV contribui para o incremento nas vendas do respectivo produto. Foi encontrado que as elasticidades preço da demanda e renda são inelásticas, ou seja, qualquer variação no preço do GNV ou na renda monetária dos indivíduos afetará muito pouco a demanda por GNV em Pernambuco.

Cabe ressaltar, que a série mensal da frota veicular a GNV disponibilizada pelo Detran em Pernambuco merece uma atenção especial pela não confiabilidade na mesma. A desconfiança surgiu na percepção de uma quebra na série no período de abril de 2004 para maio do mesmo ano, cujos valores passaram de 1.213 veículos a GNV para 17.888 no mês seguinte sendo que, a política de incentivo ao GNV em Pernambuco só foi implantada três meses depois. Uma possível causa para o sinal trocado, segundo aponta a teoria microeconômica, na variável frota dentro da regressão é devido a essa série não condizer com a realidade, mas como esses eram os únicos dados oficiais disponibilizados, eles foram usados mesmo assim. A segunda possível causa para a troca do sinal pode residir no fato da micronumerosidade.

A discussão a respeito da não confiabilidade da série mensal da frota veicular cedida pelo Detran está no tocante a não rigorosidade no controle do número de automóveis que

usam GNV ou reside na falta de regularização frente ao Detran-PE por parte dos indivíduos que possuam estes tipos de veículos. Assim, caberia outra discussão de se os órgãos competentes estão executando seu papel de fiscalização no tocante a circulação dos automóveis a GNV, pois, ao converter o veículo o indivíduo tem que ir ao Detran e informar que seu transporte possui a alternativa de uso ao GNV.

Como sugestão para trabalhos futuros, a estimativa da demanda por GNV pode ser realizada através de coleta de informações sócio-econômicas, o qual permitirá inferir qual a probabilidade do indivíduo usar ou não o GNV, a partir da seleção de cenários e atributos do GNV como por exemplo, a garantia do diferencial de preços, continuidade no fornecimento, segurança dos veículos a GNV, gasto com combustível, etc e assim, estimar a demanda potencial do Estado de Pernambuco pelo combustível. Isso pode ser feito através da utilização de uma função probit ou logit.

## 8. APÊNDICE

### Testes Econométricos

#### DESCRIPTIVA DAS VARIÁVEIS

Date: 04/08/05  
Time: 10:37  
Sample: 2001:12 2004:11

	LVGNV	LPGNV	LPGASO	LTREND	LFGNV
Mean	15.00876	0.204926	0.843812	6.575557	6.333902
Median	14.99747	0.220673	0.823844	6.539021	5.844950
Maximum	15.26438	0.316857	0.983517	6.828618	9.984607
Minimum	14.69223	-0.001001	0.751889	6.396518	3.891820
Std. Dev.	0.162472	0.079333	0.064300	0.129803	1.979850
Skewness	-0.433395	-1.490315	0.393703	0.518465	0.826443
Kurtosis	2.354809	4.661302	1.891257	1.960199	2.465898
<b>Jarque-Bera Probability</b>	<b>1.751396 0.416571</b>	<b>17.46612 0.000161</b>	<b>2.773981 0.249826</b>	<b>3.234613 0.198432</b>	<b>4.525948 0.104041</b>
Observations	36	36	36	36	36

#### TESTE DE NORMALIDADE DE JARQUE-BERA (JB)

$$JB = n \left[ \frac{A^2}{6} + \frac{(C-3)^2}{24} \right] \sim X^2_{(2g.l.)}$$

Jarque e Bera mostraram que, assintoticamente, a estatística JB segue a distribuição qui-quadrado com 2 graus de liberdade, onde A representa a assimetria e C representa a curtose. Se o p-value da estatística qui-quadrado calculada em uma aplicação for suficientemente baixo, pode-se rejeitar a hipótese de que os resíduos têm distribuição normal. Mas se o p-value for razoavelmente alto, não rejeitamos a hipótese de normalidade (Gujarati, 2000).

### Matriz de Correlação

	LVGNV	LPGNV	LPGASO	LREND	LFGNV
LVGNV	1.000000	0.000967	0.697385	0.814281	-0.638150
LPGNV	0.000967	1.000000	0.340770	0.134218	-0.595645
LPGASO	0.697385	0.340770	1.000000	0.724014	-0.734128
LREND	0.814281	0.134218	0.724014	1.000000	-0.738855
LFGNV	-0.638150	-0.595645	-0.734128	-0.738855	1.000000

### Regressão

$$LV_{GNV(t)} = \beta_0 + \beta_1 LP_{g(t)} + \beta_2 P_{GNV(t)} + \beta_3 LR_{(t)} + \beta_4 LF_{GNV(t)} + \varepsilon_{(t)}$$

Dependent Variable: LVGNV

Method: Least Squares

Date: 04/08/05 Time: 13:45

Sample: 2001:12 2004:11

Included observations: 36

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LPGNV	-0.722608	0.282398	-2.558823	0.0156
LPGASO	0.656534	0.370476	1.772136	0.0862
LREND	0.517305	0.220606	2.344921	0.0256
LFGNV	-0.028903	0.017208	-1.679662	0.1031
C	11.38435	1.485624	7.663012	0.0000
R-squared	0.742154	Mean dependent var	15.00876	
Adjusted R-squared	0.708883	S.D. dependent var	0.162472	
S.E. of regression	0.087662	Akaike info criterion	-1.902401	
Sum squared resid	0.238226	Schwarz criterion	-1.682468	
Log likelihood	39.24322	F-statistic	22.30667	
Durbin-Watson stat	1.790560	Prob(F-statistic)	0.000000	

### TESTE DE DURBIN-WATSON

O teste de Durbin e Watson foi utilizado para detectar a existência de correlação serial. A hipótese nula considerada indica ausência de autocorrelação positiva e a hipótese alternativa por sua vez indica a presença de autocorrelação positiva. Uma segunda hipótese nula seria a ausência de autocorrelação negativa contra a hipótese alternativa da presença de autocorrelação negativa. Assim, o teste de Durbin-Watson é como segue (Gujarati, 2000):

1. Estima a regressão por Mínimos Quadrados Ordinários e em seguida obtém-se os resíduos.
2. Calcula a estatística  $d$  de Durbin-Watson :

$$d = \frac{\sum_{t=2}^{t=n} (\hat{u}_t - \hat{u}_{t-1})^2}{\sum_{t=2}^{t=n} \hat{u}_t^2}$$

3. Para o dado tamanho da amostra e dado número de variáveis explicativas, descobrir os valores críticos  $d_l$  e  $d_s$  tabelados.
4. Então seguiu-se as regras de decisão dadas na tabela A.1:

Tabela A.1 Teste de Durbin-Watson: regras de decisão

<b>Hipótese Nula</b>	<b>Decisão</b>	<b>Se</b>
Ausência de autocorrelação positiva	Rejeitar	$0 < d < d_l$
Ausência de autocorrelação positiva	Nenhuma decisão	$d_l \leq d \leq d_s$
Ausência de autocorrelação negativa	Rejeitar	$4 - d_l < d < 4$
Ausência de autocorrelação negativa	Nenhuma decisão	$4 - d_s \leq d \leq 4 - d_l$
Ausência de autocorrelação, positiva ou negativa	Não rejeitar	$d_s < d < 4 - d_s$

Fonte: Gujarati, 2000.

No modelo de demanda por gás natural veicular obteve-se para um número de observações igual a 36 e 4 variáveis explicativas:

$$d = 1,790560$$

$$d_l = 1,236$$

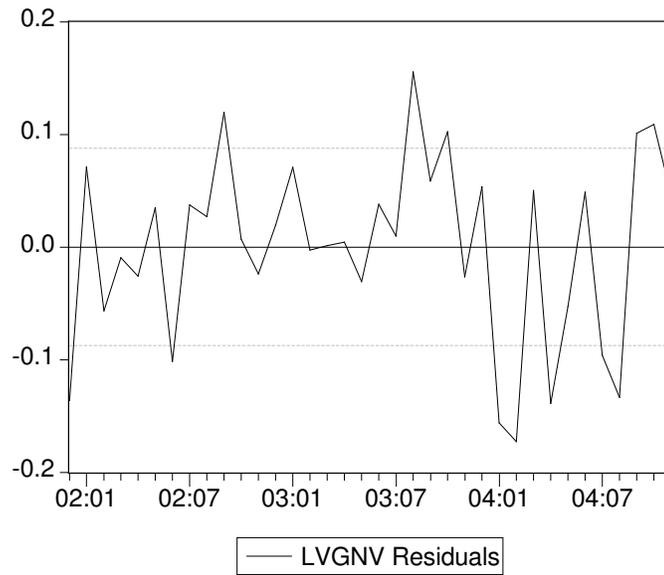
$$d_s = 1,724$$

$$4 - d_s = 2,276$$

Onde conclui-se que a um nível de significância de 5% não se pode rejeitar a ausência de autocorrelação positiva ou negativa.

Resíduos da regressão

$$\varepsilon_{(t)} = LV_{GNV_{(t)}} - \beta_0 - \beta_1 LP_{g_{(t)}} - \beta_2 P_{GNV_{(t)}} - \beta_3 LR_{(t)} - \beta_4 LF_{GNV_{(t)}}$$



## TESTE DE WHITE PARA HETEROCEDASTICIDADE

### White Heteroskedasticity Test:

F-statistic	1.235503	Probability	0.321836
Obs*R-squared	16.25957	Probability	0.297781

### Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 04/08/05 Time: 15:59

Sample: 2001:12 2004:11

Included observations: 36

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-7.881043	24.26543	-0.324785	0.7486
LPGNV	9.449492	8.262120	1.143713	0.2656
LPGNV^2	-0.854129	1.454904	-0.587069	0.5634
LPGNV*LPGASO	0.065743	1.156944	0.056825	0.9552
LPGNV*LREND	-1.289997	1.127896	-1.143720	0.2656
LPGNV*LFGNV	-0.108577	0.116781	-0.929750	0.3631
LPGASO	-2.319441	7.644486	-0.303414	0.7646
LPGASO^2	1.204291	1.175904	1.024140	0.3174
LPGASO*LREND	0.012694	1.108421	0.011453	0.9910
LPGASO*LFGNV	0.011956	0.126618	0.094422	0.9257
LREND	2.064209	6.642116	0.310776	0.7590
LREND^2	-0.114640	0.461210	-0.248564	0.8061
LREND*LFGNV	-0.043298	0.086255	-0.501981	0.6209
LFGNV	0.334942	0.627453	0.533813	0.5991
LFGNV^2	-0.002900	0.003639	-0.796696	0.4345
R-squared	0.451655	Mean dependent var	0.006617	
Adjusted R-squared	0.086091	S.D. dependent var	0.008275	
S.E. of regression	0.007911	Akaike info criterion	-6.546835	
Sum squared resid	0.001314	Schwarz criterion	-5.887035	
Log likelihood	132.8430	F-statistic	1.235503	
Durbin-Watson stat	2.315417	Prob(F-statistic)	0.321836	

O teste de White é utilizado para detectar se existe heterocedasticidade e foi obtido da seguinte forma (Gujarati, 2000):

1. Estima a regressão de demanda por GNV e obtêm-se os resíduos
2. Em seguida, estima uma regressão auxiliar, ou seja, os resíduos ao quadrado da regressão original são regredidos sobre os regressores, seus valores elevados ao quadrado e os produtos cruzados dos regressores. E mesmo que a regressão original não tenha intercepto a regressão auxiliar terá.
3. Sob a hipótese nula de que não há heterocedasticidade, verifica-se que o tamanho da amostra ( $n$ ) multiplicado pelo  $R^2$  (coeficiente de determinação) obtido da regressão auxiliar assintoticamente segue uma distribuição qui-quadrado com grau de liberdade

igual ao número de regressores menos o termo constante na regressão auxiliar. Ou seja,

$$n^* R^2 \underset{ass}{\sim} X_{g.l.}^2$$

4. Se o valor do qui-quadrado obtido no passo 3 exceder o valor do qui-quadrado crítico em nível de significância escolhido, a conclusão é de que há heterocedasticidade. Se não exceder o valor do qui-quadrado crítico, não há heterocedasticidade.

Assim, para o caso da demanda por GNV o modelo é homocedástico:

$$n^* R^2 = 16,25957$$

$$X_{14g.l.}^2 = 23,6848 \text{ com nível de significância de } 5\%.$$

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abgnv, 2004. **Recomendações da Abgnv para uma Boa Conversão ao Gás Natural Veicular.** Disponível em: <[http://www.abgnv.org.br/noticias/noticias\\_9999\\_06.aspx](http://www.abgnv.org.br/noticias/noticias_9999_06.aspx)>. Acessado em: 30/11/2004.

Abgnv, 2005. **O Uso do GNV em Veículos.** Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/index.html&conteudo=./energia/artigos/gnv2.html>>. Acessado em: 01/02/2005.

ANP, 2001. **Indústria Brasileira de Gás Natural: Regulação Atual e desafios Futuros.** Agência Nacional do Petróleo.

ANP, 2003. **Gás Natural Veicular: Mercado em Expansão.** Agência Nacional do Petróleo.

ANP, 2004(a). **Levantamento de Preços. Agência Nacional do Petróleo.** Disponível em: <[http://www.anp.gov.br/i\\_preco-web/include/Resumo\\_Mensal\\_Index.asp](http://www.anp.gov.br/i_preco-web/include/Resumo_Mensal_Index.asp)>. Acessado em: 05/01/2005.

ANP, 2004(b). **Relatório Mensal de Acompanhamento do Mercado.** Agência Nacional do Petróleo. Disponível em: <[http://www.gasnet.com.br/gasnet\\_br/gnv/RELATORIOAGOSTO.PDF](http://www.gasnet.com.br/gasnet_br/gnv/RELATORIOAGOSTO.PDF)>. Acessado em: 01/02/2005.

Aspro, 2004. **Gás Natural Veicular.** Disponível em: <<http://www.aspro.com.br/>>. Acessado em 17/11/2004

Bajay, S.V.; 2001. **Política do Gás Natural na Matriz Energética do Nordeste.** Ministério das Minas e Energia. Seminário sobre Políticas Estratégicas, CTGÁS, Dezembro,Natal/RN.

Barros, F. J., 2003. **Estratégia de Desenvolvimento do Gás Natural.** Disponível em: <<http://www.aesetorial.com.br/automotivo/artigos/2003/ago/22/226.htm>>. Acessado em 15/07/2004.

BEN, 2003. **Balanco Energético Nacional.** Capítulo 1. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/site/menu/select\\_main\\_menu\\_item.do?channelId=47](http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=47)>. Acessado em: 07/06/2004.

BEN, 2004(a). **Balanco Energético Nacional.** Ministério das Minas e Energia. Dados capturados em: <<http://www.mme.gov.br/paginasInternas.asp?url=../BEN/default.asp>>. Publicações, Tabelas, BEN 2004, Capítulo 1. Acessado em : 30/11/2004.

BEN, 2004(b). **Balanco Energético Nacional.** Ministério das Minas e Energia. Dados capturados em: <<http://www.mme.gov.br/paginasInternas.asp?url=../BEN/default.asp>>.Publicações, Tabelas, BEN 2004, Capítulo 2. Acessado em : 30/11/2004.

Castro, N. J.; Freitas, K., 2004. **A Crise de Energia na Argentina.** IE-UFRJ, IFES nº1.367.

Catarina, R., 2002. **Regulação Econômica do Serviço de Distribuição de Gás Natural Canalizado no Brasil.** Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina.

Cimm, 2004. **Notícias: Consumo de Gás Natural Cresceu 26% no semestre.** Dado capturado no site <[http://www.cimm.com.br/construtordepaginas/htm/3\\_20\\_3919.htm](http://www.cimm.com.br/construtordepaginas/htm/3_20_3919.htm)>. Acessado em 06/10/2004.

Copergás, 2004(a). **O Programa.** Disponível em: <<http://www.copergas.com.br>>. Acessado em: 04/10/2004.

Copergás, 2004(b). **Notícia**. Disponível em: <<http://www.copergas.com.br>>. Gás Natural/Reservas. Acessado em: 30/11/2004.

Copergás, 2004(c). **Postos em Pernambuco**. Disponível em: <<http://www.copergas.com.br>> Automotivo/Postos de abastecimento. Acessado em: 20/12/2004.

Copergás Clipping/Julho, 2004. **Governo Converterá Parte da sua Frota para Gás Natural**. Dado capturado no *site* <<http://www.copergas.com.br>> Imprensa/ Clipping/, 28/07/2004. Acessado em: 18/11/2004.

Copergás-Conversão, 2004. **Conversão e Convertedoras**. Disponível em: <<http://www.copergas.com.br/frme-prod-auto.html>> Conversão e Convertedoras. Acessado em: 30/11/2004.

Copergás News, 2004. **News**, ano IV nº 20, Março/Abril.

Copergás News nº22, 2004. **News**, ano IV nº 22, Julho/Agosto. Dado capturado no *site* <<http://www.copergas.com.br>> Imprensa/ Copergás News>. Acessado em: 18/11/2004.

Copergás Notícias, 2004. **Gás Natural Fica Mais Barato**. Dado capturado no *site* <<http://www.copergas.com.br>> Imprensa/ Notícias, 26/07/2004. Acessado em: 04/10/2004.

Copergás Notícias/Outubro, 2004. Programa eleva Consumo de Gás Natural. Dado capturado no *site* <<http://www.copergas.com.br>> Imprensa/ Notícias/, 18/10/2004. Acessado em: 18/11/2004.

Coutinho, E.; Gomes, A.; Faria, E.; Fernandes, H.; 1999. **Gás Natural sem Fronteiras**. Informe Infra-Estrutura nº33 – Área de Projetos de Infra-Estrutura. BNDES, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/infra/g7133.pdf>>. Acessado em: 18/11/2004.

Ctgas, 2004. **Centro de Tecnologia do Gás**. Disponível em: <<http://www.ctgas.com.br/template02.asp?parametro=67>>. Acessado em: 05/01/2005.

Detran, 2004. **Serviço de Atendimento pela Internet**. Informação capturada pelo e-mail: <[atendnet@fisepe.pe.gov.br](mailto:atendnet@fisepe.pe.gov.br)>. Acessado em: 08/10/2004.

Detran-PE, 2004. Dados cedidos pelo Departamento de Estatística do Detran em Pernambuco.

Dias, J.; 2003. **A Expansão do Gás Natural na Matriz Energética Brasileira**. Disponível em: <[http://www.guiaoffshore.com.br/Materia.asp?ID\\_MATERIA=955&ID\\_EDITORIA=18](http://www.guiaoffshore.com.br/Materia.asp?ID_MATERIA=955&ID_EDITORIA=18)>. Acessado em: 23/07/2004.

Ecopetrol, 2004. Combustíveis Líquidos/ **Combustóleo** (Fuel Oil nº6). Disponível em: <<http://www.ecopetrol.com.co/especiales/catalogo/combustoleo.htm>>. Acessado em: 10/08/2004.

Eltony, M. N., Al-Mutairi, N. H., 1995. **Demand for gasoline in Kuwait**. Energy Economics, vol. 17, nº3, p.249-253.

Engva,2004. European Natural Gas Vehicle Association – **Typical questions and answers about natural gas vehicles**. Disponível em: <<http://www.engva.org/view.phtml?page=160.phtml>>. Acessado em: 10/07/2004.

Esmap - Energy Sector Management Assistance Programme, 2001. **International experience with CNG Vehicles.** World Bank, October 2001. Disponível em: <[http://web18.worldbank.org/SAR/sa.nsf/Attachments/Briefing2/\\$File/Briefing\\_Note\\_No\\_2\\_revised.pdf](http://web18.worldbank.org/SAR/sa.nsf/Attachments/Briefing2/$File/Briefing_Note_No_2_revised.pdf)>. Acessado em: 18/11/2004.

Fernandes, R., 2004. **Notícias do setor: GNV-Fatos e Realidade.** Disponível em: <[www.ibp.org.br](http://www.ibp.org.br)>. Acessado em: 17/05/2004.

Filho, O.C., 2005. **O GNV no Mundo.** Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/index.html&conteudo=./energia/artigos/gnv.html>>. Acessado em: 01/02/2005.

Firjan, 2004. **O Futuro do GNV do Brasil.** Disponível em: <<http://www.firjan.org.br/notas/media/Gnv.pdf>>. Acessado em: 17/10/2004.

Folha do GNV, 2004. Dados capturados no endereço <<http://www.romasa.com.br/folhadognv/index.htm>>. Acessado em 04/10/2004.

Francchia, Juan Carlos, 2000. **An Overview of the Argentine NGV Experience.** Presentation made at the Workshop on Compressed Natural Gas, 2-3 March, Washington DC. Disponível em: <[www.iangv.org/jaytech/files/An%20overview%20Part%201.doc](http://www.iangv.org/jaytech/files/An%20overview%20Part%201.doc)>. Acessado em: 22/11/2004.

Gásenergia, 2004(a). Disponível em: <<http://www.gasenergia.com.br/portal/simulador/comoconverter.jsp>>. Acessado em: 30/11/2004.

Gásenergia, 2004(b). Disponível em: <<http://www.gasenergia.com.br/portal/simulador/oquee.jsp>>. Acessado em: 30/11/2004.

Gasnaturalgas, 2005. **O Gás Natural no Brasil.** Disponível em: <<http://www.gasnaturalgas.com.br/historia.htm>>. Acessado em: 24/01/2005.

Gasnet, 2004(a). **O GNV e o Desenvolvimento Sustentável.** Disponível em: <<http://www.gasnet.com.br>> Artigos p.14. Acessado em 04/10/2004.

Gasnet, 2004(b). **Gás Natural Veicular (GNV): Rumo à Liderança Mundial,** Propostas para um Plano de Governo. IBP e ABgnv - Associação Brasileira de gás natural veicular. Disponível em: <<http://www.gasnet.com.br>> GNV/ artigos p.3 . Acessado em 24/07/2004.

Gasnet, 2004(c). **Entendendo o GNV.** Disponível em: <<http://www.gasnet.com.br>> GNV/ Entendendo o GNV. Acessado em : 30/11/2004.

Gasnet, 2004(d). **Legislação.** Disponível em:<[http://www.gasnet.com.br/gasnet\\_br/gnv/gnvlegis.htm](http://www.gasnet.com.br/gasnet_br/gnv/gnvlegis.htm)>. Acessado em: 30/11/2004.

Gasnet, 2005. **Descrição do Sistema.** Disponível em: <[http://www.gasnet.com.br/gasnet\\_br/cogeracao/descricao.asp](http://www.gasnet.com.br/gasnet_br/cogeracao/descricao.asp)>. Acessado em: 20/01/2005.

Gasnet-postos, 2005. Disponível em: <<http://www.gasnet.com.br>>. Acessado em: 20/02/2005.

Gasvirtual, 2004. **A política de Preço e o Desenvolvimento do Mercado GNV Brasileiro.** Disponível em: <[http://www.gasvirtual.com.br/Artigos\\_Politica\\_de\\_preco.htm](http://www.gasvirtual.com.br/Artigos_Politica_de_preco.htm)>. Acessado em: 25/11/2004.

Gazeta Mercantil, 1993. **Cetesb Vai Exigir Que Veículos a Gás Natural Cumpram Novos Padrões de Emissão.** Disponível em: <<http://infoener.iee.usp.br/infoener/hemeroteca/imagens/606.gif>>. Acessado em: 25/01/2005.

Gil, S. e Deferrari, J., 1999. **Modelo de Predicción del Consumo de Gas Natural de la República Argentina.** ENARGAS - Ente Nacional Regulador del Gas.

Godoi, M., 2003. Revista Gás Brasil. Política, número 1, p. 20-21.

Guiaoffshore, 2004. **Pernambuco Cria Programa de Incentivo ao Uso de Gás Natural.** Disponível em: <<http://www.guiaoffshore.com.br>>. Acessado em : 06/08/2004.

Gujarati, D., 2000. **Econometria Básica,** São Paulo: Makron Books.

Gwilliam, K. M., 2000. **The Role of Natural Gas in the Transport Sector.** Infrastructure Notes, April. Disponível em: <<http://www.worldbank.org/transport/publicat/td-ut8.pdf>>. Acessado em: 19/11/2004.

Harris, Garth. 2000. **Compressed Natural Gas in New Zealand.** Presentation made at the World Bank Workshop on Compressed Natural Gas, March 2-3, Washington, D.C. Disponível em: <[www.iangv.org/html/sources/sources/reports/WBPaper2.DOC](http://www.iangv.org/html/sources/sources/reports/WBPaper2.DOC)>. Acessado em: 19/11/2004.

Iangv, 2004. Dados capturados no endereço: <<http://www.iangv.org/jaytech/default.php?PageID=130>>. Acessado em 12/01/2005.

IBP, 2004. **Dados estatísticos do Setor: Raio X do Setor de GNV.** Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, novembro.

Magalhães, C., 2001. **Conversão do Motor para Gás é Vantajosa.** Disponível em: <<http://www.romasa.com.br/gnv/index.htm>> Principais links/Notícias e Jornais. Acessado em: 20/10/2004.

Monteiro, 2004. **Cartão BNDES Amplia Atuação e Financia kit de Gás Natural Veicular.** Disponível em: <[http://www.guiaoffshore.com.br/Materia.asp?ID\\_MATERIA=1922](http://www.guiaoffshore.com.br/Materia.asp?ID_MATERIA=1922)>. Acessado em: 30/09/2004.

Olade-Cepal-Gtz, 2001. **Los Mercados Del Gas Natural En La Comunidad Andina: Desarrollo Y Perspectivas De Integracion.** Capítulo 4: El Mercado del Gas Natural en Ecuador. Disponível em: <<http://www.olade.org.ec/php/index.php?arb=ARB0000199>>. Acessado em 21/07/2004.

PBGÁS, 2004. **Informações.** Companhia Paraibana de Gás. Informações/ Gás Natural. Disponível em: <<http://www.pbgas.pb.gov.br/gasnat.shtml>> Data de acesso:02/07/2004.

Petrobrás, 2004.**Produtos Automotivos.** Disponível em: <<http://www2.petrobras.com.br>> Produtos/Automotivo. Acessado em: 05/07/2004

Pistonesi, H., 2001. **Desempeño de las Industrias de Electricidad y Gas Natural Después de las Reformas: el caso de Argentina.** Proyecto ILPES/CAF "Marco regulador, privatización y son definidos por modernización della Estado". Cepal.

Portes, E., 1999. **Gás Natural Veicular (GNV): Opção para Redução de Custos com a Frota Pública.** I Semana do serventuário da Justiça. Tribunal de Justiça do estado do Rio de Janeiro.

Potigás, 2004(a). **Dúvidas: Como o Gás Natural é Usado no Veículo?** Disponível em: <<http://www.potigas.com.br/segundas/duvidas.html>>. Acessado em : 06/10/2004.

Potigás, 2004(b). **Segmento Automotivo.** Disponível em: <<http://www.potigas.com.br/segundas/automotivo.html>>. Acessado em : 14/15/2004.

Praça, E. R., 2003. **Distribuição De Gás Natural No Brasil: Um Enfoque Crítico e De Minimização De Custos.** Dissertação submetida ao Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes da Universidade Federal do Ceará.

Romasa, 2001. **O Gás Natural na Hora da Verdade.** Disponível em: <<http://www.romasa.com.br/gnv/index.htm>> Principais links/Notícias e Jornais. Acessado em : 20/10/2004.

Romasa, 2002. **Análise de Gases Poluentes.** Disponível em: <<http://www.romasa.com.br/gnv/index.htm>> Principais links/Notícias e Jornais. Acessado em : 20/10/2004.

Secretaria de Energía do México, 2000. **Prospectiva del Mercado de Gas Natural 2000-2009.**

Seisler J. M., 2000. **International NGV Markets.** Disponível em: <<http://www.iangv.org/html/sources/sources/reports/IntlMkts.200SEISLER.doc>>. Acessado em: 10/10/2004.

Sindicom, 2004. **Estatísticas.** Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes. Dado capturado no *site*: <[http://www.sindicom.com.br/indicativo/fm\\_indicativo.htm](http://www.sindicom.com.br/indicativo/fm_indicativo.htm)> Estatísticas/Gás Natural Veicular/Volume de Vendas de Gás Natural Veicular. Acessado em: 01/12/2004.

Stephenson, J., 2000. **NGV Market Study.** IANGV, October. Disponível em: <<http://www.iangv.org/html/sources/sources/reports/market.php>>. Acessado em 10/10/2004

Teixeira, F.M.T., 2003. **O Potencial de Gás Natural Veicular no Mercado Gaúcho.** Dissertação do mestrado profissionalizante, UFRS.

Tobias, M., 2003. **Revista Gás Brasil.** GNV, número 1, p.36.

Veja, 2004. Matéria da revista Veja: **Ele Agora tem a Força.** Sessão: Automóveis. Data: 08/12/2004.

World Bank, 2000. **Petroleum Industry Perspective On Worldwide Ngv Development.** World Bank Seminar, Washington.