

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**SÍLVIO CERONI DA SILVA**

**ALTERNATIVAS PARA A PREVISÃO DE  
DEMANDA DE GÁS NATURAL: UM ESTUDO  
ORIENTADO AO ESTADO DO  
RIO GRANDE DO SUL**

**Porto Alegre**

**2003**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**SÍLVIO CERONI DA SILVA**

**ALTERNATIVAS PARA A PREVISÃO DE  
DEMANDA DE GÁS NATURAL: UM ESTUDO  
ORIENTADO AO ESTADO DO  
RIO GRANDE DO SUL**

**Tese submetida ao Programa de Pós-  
graduação em Engenharia de Produção da  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
como requisito parcial à obtenção do título  
de Doutor em Engenharia de Produção**

**Área de Concentração:       Sistemas de Qualidade**

**Orientador:                   José Luis Duarte Ribeiro, Dr.**

**Banca Examinadora:       Adib Paulo Abdalla Kurban, PhD  
Luis Antonio Lindau, PhD  
Paulo Smith Schneider, Dr**

**Porto Alegre, dezembro de 2003**

**Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.**

**Prof. José Luis Duarte Ribeiro, Dr.**  
Orientador

**Prof. José Luis Duarte Ribeiro, Dr.**  
Coordenador PPGEP / UFRGS

**Banca Examinadora:**

**Adib Paulo Abdalla Kurban, PhD**

TBG – Transportadora Brasileira Gasoduto Bolívia-Brasil S.A.

**Luis Antonio Lindau, PhD**

PPGEP / UFRGS

**Paulo Smith Schneider, Dr**

Departamento de Engenharia Mecânica / UFRGS

Para minha esposa Carla e nossa filha Amanda.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. José Luis Duarte Ribeiro, orientador deste trabalho, ao qual devo grande parte de minha formação acadêmica.

A todos os integrantes do projeto Demangas.

Às empresas que apoiaram os estudos conduzidos neste trabalho: Petrobras, Sulgas e TBG.

À minha família, por todo apoio recebido ao longo dos anos de estudo.

## RESUMO

O tema da presente tese é a demanda do gás natural em um novo mercado, que se encontra em expansão. O objetivo geral é o desenvolvimento de uma metodologia para a previsão de demanda do gás natural, estabelecendo um método que integre as diversas alternativas de previsão de demanda desenvolvidas. Primeiramente, é feita uma revisão da literatura abordando os seguintes temas: (i) demanda de energia no Brasil e no mundo; (ii) demanda de gás natural no Brasil e no mundo; (iii) oferta de gás natural no Rio Grande do Sul; (iv) modelos de previsão de demanda energética; (v) pesquisa qualitativa e grupos focados. São, então, desenvolvidas as alternativas para a previsão de demanda de gás natural: (i) baseado em dados históricos do Rio Grande do Sul: com base no comportamento pregresso da demanda energética estadual faz-se uma extrapolação dos dados de demanda futuros, estimando-se um percentual de participação do gás natural neste mercado; (ii) baseado em equações de previsão que se apóiam em dados sócio-econômicos: tomando-se como embasamento o tamanho da população, PIB, número de veículos da frota do estado, e as respectivas taxas de crescimento de cada uma destas variáveis, estima-se o potencial consumo de gás natural; (iii) baseado em dados históricos de outros países: tomando-se por base os dados de países onde já se encontra consolidado o mercado de gás natural, faz-se uma analogia ao caso brasileiro, particularmente o estado do Rio Grande do Sul, visualizando o posicionamento deste mercado frente à curva de crescimento e amadurecimento do mercado consolidado; (iv) baseado na opinião dos clientes potenciais: através de grupos focados, busca-se a compreensão das variáveis que influenciam as decisões dos consumidores de energia, bem como a compreensão das soluções de compromisso (*trade off*) realizadas quando da escolha dos diferentes energéticos, utilizando-se técnicas do tipo “preferência declarada”; (v) baseado na opinião de especialistas: através de grupos focados com profissionais do setor energético, economistas, engenheiros e administradores públicos busca-se o perfil de demanda esperado para o gás natural. São aplicadas as alternativas individuais à previsão da demanda do gás natural no estado do Rio Grande do Sul, verificando a necessidade de adaptações ou desenvolvimentos adicionais das abordagens individuais. Neste momento, começa-se a construção do método integrador, partindo-se da visualização de benefícios e carências apresentados por cada alternativa individual. É, então, elaborada uma proposta para integrar os resultados das diversas abordagens. Trata-se da construção de um método para a previsão de demanda energética de gás natural que compatibiliza resultados qualitativos e quantitativos gerados nas abordagens individuais. O método parte de diferentes *inputs*, ou seja, os dados de saída gerados por cada abordagem individual, chegando a um *output* único otimizado em relação à condição inicial. A fase final é a aplicação do método proposto à previsão de demanda de gás natural no estado do Rio Grande do Sul, utilizando a base de dados gerada para o estudo particular do estado.

## **ABSTRACT**

This dissertation deals with methods to estimate the demand for natural gas in new markets. The main objective is to develop a methodology to forecast natural gas demand. For that matter, a method to integrate several alternative natural gas demand forecast types is proposed. The dissertation starts with a literature review on: (i) Brasil and world energy demand; (ii) Brasil and world natural gas demand; (iii) Rio Grande do Sul natural gas supply; (iv) energy demand forecasting models; (v) qualitative research and focus groups. Then alternative natural gas demand forecasting methods are developed: (i) based on Rio Grande do Sul historic data: according to previous energy demand behavior we propose an extrapolation of future demand data, estimating the market share for natural gas; (ii) based on forecasting equations that consider social-economic data: analyzing population size, GDP, number of vehicles, and respective increase rates we estimate natural gas consumption potential; (iii) based on other countries historical data: we confront data from countries where the natural gas market is stable with the Brazilian case, particularly in the State of Rio Grande do Sul, comparing this market with stable markets; (iv) based on potential clients' opinion: according to focus groups we investigate variables that influence decisions from energy consumers and the trade offs made when choosing different energy sources, using techniques such as stated preference studies; (v) based on expert opinion: according to focus groups conducted with experts from the energy sector, economists, engineers and public administrators we investigate the profile of natural gas demand in the state of Rio Grande do Sul. The individual alternatives outlined above are applied to the Rio Grande do Sul natural gas forecasting. Adaptations and additional developments in the model proposed are also analyzed. We then propose an integrating method that considers benefits and drawbacks of each individual forecasting alternatives. The method aims at producing natural gas demand forecasts compatible with the qualitative and quantitative results produced in the individuals approaches. The method start with different inputs that are the output data produced by each individual approach; the result is a single optimized output. The last step in the proposed method is an application in natural gas forecasting in the state of Rio Grande do Sul, using a database generated for that particular matter.

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Comentários Iniciais .....	16
1.2 Tema e Objetivos. ....	19
1.3 Justificativa do Tema e dos Objetivos. ....	19
1.4 Metodologia. ....	20
1.5 Estrutura. ....	22
1.6 Limitações. ....	22
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. ....	23
2.1 Demanda de Energia no Brasil e no Mundo .....	23
2.2 Demanda de Gás Natural no Brasil e no Mundo. ....	27
2.2.1 Reservas de Gás Natural.....	31
2.2.2 Demandas Regionais. ....	33
2.3 Oferta de Gás Natural no Rio Grande do Sul.....	48
2.4 Modelos de Previsão de Demanda Energética.....	53
2.4.1 A Abordagem Econométrica para Previsão de Demanda. ....	54
2.4.2 A Abordagem Descritiva para Previsão de Demanda. ....	55
2.4.3 Outros Modelos de Previsão de Demanda Energética.....	58
2.4.4 Modelos Aplicados a Casos Brasileiros .....	61
2.4.5 Séries Temporais. ....	62
2.5 Pesquisa Qualitativa.....	64
2.5.1 Pesquisa Qualitativa no Cenário Internacional.....	66
2.5.2 Grupos Focados .....	68
2.5.3 Opinião de Especialistas .....	76
3. ABORDAGENS INDIVIDUAIS PARA PREVISÃO DE DEMANDA.....	78
3.1 Abordagem Baseada em Dados Históricos.....	78

3.2 Abordagem Baseada em Equações de Previsão que se Apóiam em Dados Sócio-Econômicos.....	80
3.3 Abordagem Baseada em Dados Históricos de Outros Países.....	85
3.4 Abordagem Baseada na Opinião dos Clientes Potenciais.....	87
3.4.1 Investigação Preliminar do Consumo Potencial de GN.....	88
3.4.2 Resultados do Grupos Focados.....	94
3.4.3 Listagem dos Atributos Demandados.....	105
3.4.4 Investigação Através de Pesquisa Quantitativa.....	109
3.5 Abordagem Baseada na Opinião de Especialistas.....	116
3.5.1 Setor Industrial, Comercial e Residencial.....	117
3.5.2 Setor Automotivo.....	125
4. UM MÉTODO PARA INTEGRAR AS ABORDAGENS DESENVOLVIDAS.....	134
4.1 O Modelo Integrador para Previsão de Demanda Aplicado aos Setores Industrial, Comercial e Residencial.....	134
4.1.1 Apresentação.....	134
4.1.2 Municípios.....	137
4.1.3 Segmentos.....	137
4.1.4 Variáveis Consideradas na Previsão.....	138
4.1.5 Etapas da Modelagem.....	139
4.1.6 Previsões de Demanda de GN.....	145
4.1.7 Validação da Modelagem.....	146
4.2 O Modelo Integrador para Previsão de Demanda Aplicado ao Setor Automotivo.....	154
4.2.1 Apresentação.....	154
4.2.2 Municípios.....	155
4.2.3 Segmentos.....	155
4.2.4 Variáveis Consideradas na Previsão.....	156
4.2.5 Etapas da Modelagem.....	156
4.2.6 Previsões de Demanda de GNV.....	161
4.2.7 Validação da Modelagem.....	163
4.3 Discussão da Abordagem Proposta.....	173
4.3.1 Vantagens da Abordagem Proposta.....	173
4.3.2 Dificuldades no Uso da Abordagem Proposta.....	174
4.3.3 Generalização da Abordagem Proposta.....	174
5. COMENTÁRIOS FINAIS.....	175

5.1 Conclusões .....	175
5.2 Sugestões para Trabalhos Futuros.....	177
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	178
ANEXOS.....	184
APÊNDICE .....	195

## LISTA DE FIGURAS E QUADROS

Figura 1.1: Distribuição da oferta mundial de energia por fonte em 1973 ( $6049 \times 10^6$ tep)....	16
Figura 1.2: Distribuição da oferta mundial de energia por fonte em 1997 ( $9521 \times 10^6$ tep)....	17
Figura 1.3.: Distribuição da oferta brasileira de energia por fonte em 1997 ( $185 \times 10^6$ tep)...	18
Figura 2.1: Consumo de Energia Mundial, 1970 a 2020.....	23
Figura 2.2: Mudança projetada para demanda de energia por região, 1999 a 2020.....	24
Figura 2.3: Consumo de Gás Natural Mundial, 1970 a 2020.....	27
Figura 2.4: Aumento no consumo de gás natural por região, 1999 a 2020.....	28
Figura 2.5: Reservas de gás natural por região, em janeiro de 2001.....	31
Figura 2.6: Consumo de Gás Natural na Europa Ocidental, 1980 a 2020.....	36
Figura 2.7: Consumo de Gás Natural em outros países da Europa Ocidental, 1980 a 2020 (excluindo-se França, Alemanha, Itália, Holanda e Reino Unido).....	36
Figura 2.8: Consumo de Gás Natural na Índia, 1990 a 2020 .....	40
Figura 2.9: Consumo de Gás Natural no Oriente Médio, 1980 a 2020.....	41
Figura 2.10: Consumo de Gás Natural na África, 1980 a 2020 .....	42
Figura 2.11: Consumo de Gás Natural nas Américas do Sul e Central, 1980 a 2020.....	43
Figura 2.12: Principais gasodutos na América do Sul.....	44
Figura 2.13: Reservas Provadas Nacionais de Gás Natural .....	45
Figura 2.14: Produção Nacional de Gás Natural .....	46
Figura 2.15: Gasoduto Bolívia – Brasil.....	49
Figura 2.16: Gasoduto Uruguaiana – Porto Alegre .....	50
Figura 2.17: Gasodutos no estado do Rio Grande do Sul.....	51
Figura 2.18: City-Gates de distribuição da Sulgás – Região Grande Porto Alegre.....	52
Figura 2.19: City-Gates de distribuição da Sulgás – Região Vale dos Sinos.....	52
Figura 2.20: City-Gates de distribuição da Sulgás – Região Serra Gaúcha .....	52
Figura 2.21: Características de uma série temporal.....	62

Figura 3.1: Evolução do percentual de utilização de GN na matriz energética do país, a partir de sua introdução no mercado .....	87
Quadro 3.1: Pareto do consumo de energia (relativo e acumulado) dos setores .....	90
Quadro 3.2: Setores contemplados nos grupos focados .....	94
Quadro 3.3: Resultados das entrevistas com especialistas dos setores industrial, comercial e residencial .....	124
Quadro 3.4: Resultados das entrevistas com especialistas do setor automotivo .....	133
Figura 4.1: Macro-fluxo da modelagem .....	136
Quadro 4.1: Lista dos municípios incluídos na modelagem.....	137
Quadro 4.2: Lista dos segmentos incluídos na modelagem.....	138
Figura 4.2 – (a) Aceleração = -1, conversão demora para ocorrer; (b) Aceleração = 0, conversão ocorre de forma aproximadamente linear; (c) Aceleração = +1, conversão ocorre rapidamente .....	144
Quadro 4.3 – Efeito e Confiabilidade das informações utilizadas na modelagem da demanda de GN no RS.....	149
Figura 4.3 – Modelagem da evolução do percentual de GN observada em diversos países: limites superior e inferior e linha mediana .....	151
Figura 4.4 – Previsão da demanda de GN no RS, considerando diferentes cenários para o atributo Preço.....	152
Figura 4.5 – Previsão da demanda de GN no RS, considerando diferentes cenários para o crescimento econômico do RS .....	154
Quadro 4.4: Lista dos municípios incluídos na modelagem.....	155
Quadro 4.5: Lista dos segmentos incluídos na modelagem.....	155
Quadro 4.6 – Efeito e Confiabilidade das informações utilizadas na modelagem da demanda de GNV no RS.....	165
Figura 4.6 – Evolução do consumo de GNV observado na Argentina: percentual sobre o consumo total de combustíveis.....	167
Figura 4.7 – Previsão da demanda de GNV no RS, considerando diferentes cenários para o atributo Preço: percentual sobre o consumo total de combustíveis.....	169
Figura 4.8 – Previsão da demanda de GNV no RS, considerando diferentes cenários para o atributo Rede de Abastecimento: percentual sobre o consumo total de combustíveis.....	170
Figura 4.9 – Previsão da demanda de GN no RS, considerando diferentes cenários para o crescimento econômico do RS .....	171

Figura 4.10 – Previsão de consumo de GNV nos diversos segmentos, apresentado na forma de percentual sobre o total do segmento ..... 172

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Comparativo de Poluição Atmosférica da Combustão de Combustíveis Fósseis (quilogramas de emissão por 10 <sup>9</sup> kJ de energia consumida).....	27
Tabela 2.2: Reservas de gás natural por país, em janeiro de 2001 .....	32
Tabela 2.3: Frota Mundial de Veículo a GNV .....	48
Tabela 3.1: Evolução do Consumo Total de Energia do Setor de Consumo, no Estado do Rio Grande do Sul, 1991 a 2000 .....	79
Tabela 3.2: Evolução do Número de Habitantes no Estado do Rio Grande do Sul, 1991 a 2000 .....	80
Tabela 3.3: Evolução do Consumo de Energia per Capita no Estado do Rio Grande do Sul, 1991 a 2000 .....	81
Tabela 3.4: Evolução do PIB no Estado do Rio Grande do Sul, 1991 a 2000 .....	82
Tabela 3.5: Evolução da Intensidade Energética do Setor de Consumo no Estado do Rio Grande do Sul, 1993 a 2000 .....	82
Tabela 3.6: Evolução da frota no Estado do Rio Grande do Sul, 1991 a 2000 .....	83
Tabela 3.7: Evolução da Relação Entre o Consumo Energético do Setor de Consumo e a frota do Estado do Rio Grande do Sul, 1991 a 2000.....	84
Tabela 3.8: Previsão de consumo do GN no RS em 2010, baseadas em dados históricos e equações de previsão que se apóiam em dados sócio-econômicos .....	85
Tabela 3.9: Descrição dos municípios atendidos pela rede da TBG .....	89
Tabela 3.10: Plano amostral do estudo em grupos focados em hotéis e hospitais .....	91
Tabela 3.11: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 1 .....	95
Tabela 3.12: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 2 .....	96
Tabela 3.13: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 3 .....	96
Tabela 3.14: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 4 .....	97
Tabela 3.15: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 5 .....	98

Tabela 3.16: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 6 .....	98
Tabela 3.17: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 7 .....	99
Tabela 3.18: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 8 .....	100
Tabela 3.19: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 9 .....	101
Tabela 3.20: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 10 .....	102
Tabela 3.21: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 11 .....	102
Tabela 3.22: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 12 .....	103
Tabela 3.23: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 13 .....	104
Tabela 3.24: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 14 .....	105
Tabela 3.25: Atributos associados à rede de fornecimento .....	105
Tabela 3.26: Atributos associados ao produto.....	106
Tabela 3.27: Atributos associados ao equipamento .....	106
Tabela 3.28: Preferência declarada para o setor de táxi em Porto Alegre.....	114
Tabela 4.1 – Escala utilizada no posicionamento do atributo “Continuidade do Abastecimento de GN” .....	145
Tabela 4.2 – Definição de cenários para a previsão da Demanda de GN no RS: variações no atributo Preço.....	152
Tabela 4.3 – Definição de cenários para a previsão da Demanda de GN no RS: variações no crescimento do consumo energético no RS .....	153
Tabela 4.4. Relacionamento entre as fontes de combustível e os segmentos automotivos considerados no projeto Demangás .....	157
Tabela 4.5 – Escala utilizada no posicionamento do atributo “Continuidade do Abastecimento de GNV” .....	162
Tabela 4.6. Evolução da frota de veículos movidos a GNV em vários países .....	167
Tabela 4.7 – Economia que o GNV pode oferecer frente às demais fontes de combustível..	168
Tabela 4.8 – Definição de cenários para a previsão da Demanda de GN no RS: variações no atributo Abastecimento.....	170
Tabela 4.9 – Definição de cenários para a previsão da Demanda de GNV no RS: variações no crescimento do consumo de combustíveis no RS.....	171
Tabela 4.10 – Previsão do crescimento percentual do GNV em cada segmento do setor automotivo no RS .....	173

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. COMENTÁRIOS INICIAIS

As evoluções tecnológicas têm requerido, no cenário macroeconômico mundial, uma demanda crescente pelas fontes energéticas. O comportamento das ofertas das diferentes fontes de energia em 1973 e 1997 é apresentado na figura 1.1 e 1.2, respectivamente.

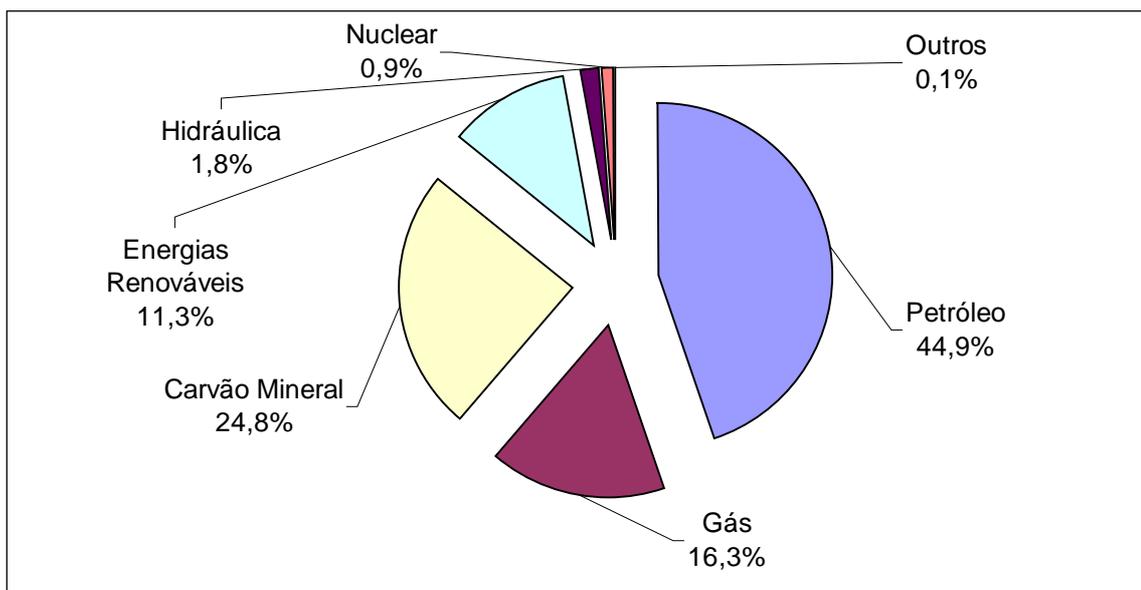


Figura 1.1: Distribuição da oferta mundial de energia por fonte em 1973 ( $6049 \times 10^6$  tep)

Fonte: Ministério de Minas e Energia, Balanço Energético Nacional, 2000

Para efeito de se expressar os fluxos que demonstram o balanço de energia, a fim de agregar as distintas variáveis, adota-se uma única unidade. No balanço energético apresentado é utilizada como unidade básica a “tonelada equivalente de petróleo – tep”, por estar diretamente relacionada a um energético importante. Para o estabelecimento da “tep” levam-se em conta os respectivos poderes caloríficos em relação ao poder calorífico do petróleo, à exceção da geração de eletricidade por via hidráulica e nuclear, que leva em

consideração os rendimentos de seus respectivos processos de transformação.

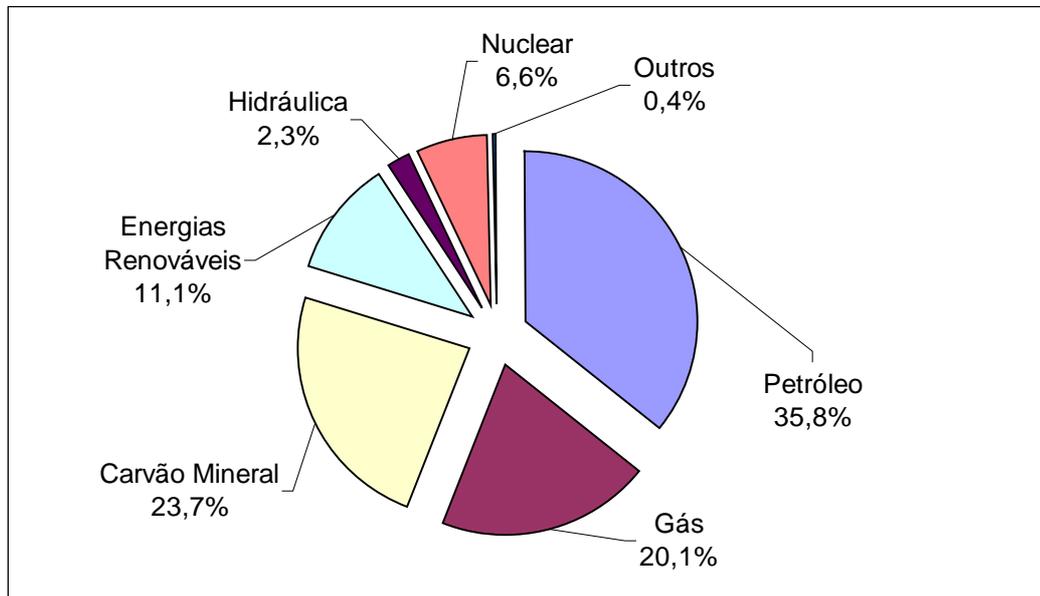


Figura 1.2: Distribuição da oferta mundial de energia por fonte em 1997 ( $9521 \times 10^6$  tep)

Fonte: Ministério de Minas e Energia, Balanço Energético Nacional, 2000

O consumo de energia utilizando como fonte o gás natural teve comportamento distinto de sua oferta. As figuras 1.1 e 1.2 revelam um crescimento de 94,1 % da oferta de gás natural no mundo, passando de  $986 \times 10^6$  tep em 1973 para  $1914 \times 10^6$  tep em 1997. Ainda segundo o Balanço Energético 2000 do Ministério das Minas e Energia, em 1973 o consumo de energia mundial do gás natural era de  $674 \times 10^6$  tep, chegando em 1997 a  $1087 \times 10^6$  tep, ou seja, um crescimento no consumo de 61,2 %.

Pode-se traçar uma análise paralela com a oferta e consumo do energético mais representativo em igual período. Os dados de oferta de petróleo, apresentados nas figuras 1.1 e 1.2 apontam para um crescimento de 25,5 % da oferta de petróleo, passando de  $2716 \times 10^6$  tep em 1973 para  $3408 \times 10^6$  tep em 1997. Segundo o Balanço Energético 2000, o consumo mundial do petróleo era de  $2143 \times 10^6$  tep em 1973, passando para  $2760 \times 10^6$  tep em 1997, ou seja, um crescimento de 28,8 %.

A matriz energética brasileira é apresentada na figura 1.3.

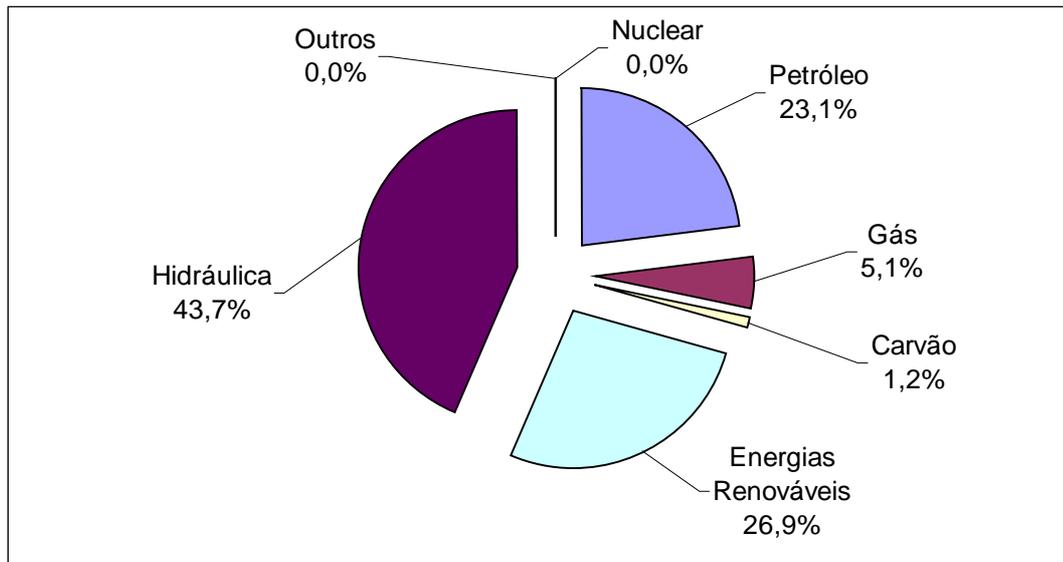


Figura 1.3.: Distribuição da oferta brasileira de energia por fonte em 1997 ( $185 \times 10^6$  tep)

Fonte: Ministério de Minas e Energia, Balanço Energético Nacional, 2000

Percebe-se claramente que a matriz energética brasileira está centrada em Energia Hidroelétrica, sendo que o gás natural representava, em 1997, apenas 5,1 % da oferta geral. Os dados mais recentes publicados pelo Ministério das Minas e Energia (2000) apontam para uma oferta de gás natural de  $11 \times 10^6$  tep, representando 5,7 % da oferta energética total.

Comparativamente ao consumo, segundo o Ministério das Minas e Energia (2000), o gás natural representa apenas 2,4 % do consumo final nacional, ficando muito abaixo da média de consumo mundial de gás natural, que atinge 16,1 %.

Inúmeros são os desafios que se impõem às pesquisas no campo das previsões de consumos dos diferentes energéticos, particularmente de um energético relativamente novo, que os potenciais consumidores desconhecem ou conhecem parcialmente, como o caso do gás natural no Brasil.

Algumas dificuldades podem ser citadas, tais como: (i) a falta de dados históricos que permitam uma previsão de consumo baseada em análises de séries temporais; (ii) a falta de conhecimento das barreiras de migração que se colocam para adoção de uma nova tecnologia, como o gás natural; (iii) a modelagem das variáveis que interferem no processo de decisão do consumidor; (iv) as políticas públicas que se impõem ao mercado energético; (v) a modelagem das variáveis que dependem de fatores exógenos ao ambiente de decisão.

## 1.2. TEMA E OBJETIVOS

O tema da presente tese é a demanda do gás natural em um novo mercado, que se encontra em expansão. Busca-se a compreensão das diferentes variáveis que interferem no comportamento do mercado para o gás natural.

O objetivo geral é o desenvolvimento de uma metodologia para a previsão de demanda do gás natural, estabelecendo um método que integre as diversas alternativas de previsão de demanda desenvolvidas.

Os objetivos específicos são: (i) compreensão das variáveis que influenciam as decisões dos consumidores de energia; (ii) compreensão das soluções de compromisso (*trade-off*) realizadas quando da escolha dos diferentes energéticos; (iii) estudo dos diferentes modelos existentes para previsão de demanda energética; (iv) aplicação do método integrador, proposto neste trabalho, ao estado do Rio Grande do Sul.

## 1.3. JUSTIFICATIVA DO TEMA E DOS OBJETIVOS

Conforme o Ministério das Minas e Energia (2000), o gás natural tem apresentado um crescimento mundial superior ao petróleo, tanto em termos de oferta quanto em termos de consumo.

No mercado brasileiro, deve-se levar em conta a grande oferta de gás natural proporcionada pelo gasoduto Bolívia-Brasil e que será ampliada pela entrada em funcionamento de um novo gasoduto, que transportará o gás natural das bacias produtoras argentinas para o mercado consumidor brasileiro, além das recentes descobertas de Gás Natural na Bacia de Campos.

Aliado aos aspectos de oferta, encontra-se o problema da matriz energética brasileira, centrada em energia hidroelétrica, a qual se encontra muito próxima de seus limites produtivos com base no atual parque de usinas hidroelétricas instaladas. Este fato aponta para a busca de fontes alternativas de energia, que tenham viabilidade do ponto de vista técnico, econômico, político, social e ambiental.

O método proposto para previsão de demanda de gás natural busca conjugar as diferentes alternativas de previsão existentes. Desenvolve-se a concatenação de abordagens absolutamente distintas, tais como as que se baseiam em dados históricos do consumo energético brasileiro, dados históricos do consumo energético de outros países, opinião de especialistas, opinião de clientes, simulação de diferentes variáveis de contorno, como o

Produto Interno Bruto – PIB, entre outros. O método proposto toma uma formatação mais flexível às abordagens individuais anteriormente propostas, uma vez que possibilita a incorporação de elementos quantitativos e qualitativos em seu desenvolvimento.

A aplicação da modelagem ao estado do Rio Grande do Sul é particularmente importante devido a questões contratuais existentes entre a PETROBRAS, empresa que vende o gás para as distribuidoras no mercado brasileiro, e a SULGAS, empresa responsável pela distribuição do gás no mercado do Rio Grande do Sul. O contrato estabelecido rege a comercialização de 2 milhões de metros cúbicos por dia de gás natural, sendo que os volumes comercializados efetivamente em março de 2001 eram da ordem de 25 % do volume contratado, chegando a 100 % do volume contratado em março de 2002.

Aliado ao aspecto anterior, encontra-se em fase final de implantação o gasoduto que interligará as bacias produtoras de gás natural na Argentina ao Brasil, passando pelo estado do Rio Grande do Sul. Portanto, urge a disponibilização de uma ferramenta aos planejadores que possibilite o claro entendimento das variáveis que interferem no mercado de gás natural, particularmente o mercado gaúcho, onde, em um curto espaço de tempo, existirá uma oferta muito grande desta fonte energética.

#### **1.4. METODOLOGIA**

O método de pesquisa científica proposto para esta tese de doutorado enquadra-se, de acordo com a classificação apresentada por PATTON apud ROESCH (1994), na categoria de pesquisa aplicada. A pesquisa aplicada consiste na aplicação da pesquisa básica a problemas do mundo real. O propósito da pesquisa aplicada inclui uma preocupação teórica, seja o refinamento ou mesmo o desenvolvimento de uma nova teoria ou método para intervenção e solução de problemas genéricos. A pesquisa aplicada refere-se à discussão de um problema, utilizando-se um referencial teórico, e à apresentação de soluções. Espera-se que o tema da pesquisa aplicada seja tão generalizável no tempo e espaço quanto possível, mas limitado ao contexto de sua aplicação.

Primeiramente, é feita uma revisão da literatura abordando os seguintes temas: (i) demanda de energia no Brasil e no mundo; (ii) demanda de gás natural no Brasil e no mundo; (iii) oferta de gás natural no Rio Grande do Sul; (iv) modelos de previsão de demanda energética; (v) pesquisa qualitativa e grupos focados. Essa revisão bibliográfica é essencial para fundamentar os desenvolvimentos feitos no restante do trabalho.

São, então, desenvolvidas as alternativas para a previsão de demanda de gás natural: (i) baseado em dados históricos do Rio Grande do Sul: com base no comportamento pregresso da demanda energética estadual faz-se uma extrapolação dos dados de demanda futuros, estimando-se um percentual de participação do gás natural neste mercado; (ii) baseado em equações de previsão que se apóiam em dados sócio-econômicos: tomando-se como embasamento o tamanho da população, PIB, número de veículos da frota do estado, e as respectivas taxas de crescimento de cada uma destas variáveis, estima-se o potencial consumo de gás natural; (iii) baseado em dados históricos de outros países: tomando-se por base os dados de países onde já se encontra consolidado o mercado de gás natural, faz-se uma analogia ao caso brasileiro, particularmente o estado do Rio Grande do Sul, visualizando o posicionamento deste mercado frente à curva de crescimento e amadurecimento do mercado consolidado; (iv) baseado na opinião dos clientes potenciais: através de grupos focados, busca-se a compreensão das variáveis que influenciam as decisões dos consumidores de energia, bem como a compreensão das soluções de compromisso (*trade off*) realizadas quando da escolha dos diferentes energéticos, utilizando-se técnicas do tipo “preferência declarada”; (v) baseado na opinião de especialistas: através de grupos focados com profissionais do setor energético, economistas, engenheiros e administradores públicos busca-se o perfil de demanda esperado para o gás natural.

São aplicadas as alternativas individuais à previsão da demanda do gás natural no estado do Rio Grande do Sul, verificando a necessidade de adaptações ou desenvolvimentos adicionais das abordagens individuais. A aplicação individual de cada alternativa leva em consideração somente os dados considerados importantes para aquela abordagem. Neste momento, começa-se a construção do método integrador, partindo-se da visualização de benefícios e carências apresentados por cada alternativa individual.

É, então, elaborada uma proposta para integrar os resultados das diversas abordagens. Trata-se da construção de um método para a previsão de demanda energética de gás natural que compatibiliza resultados qualitativos e quantitativos gerados nas abordagens individuais. O método parte de diferentes *inputs*, ou seja, os dados de saída gerados por cada abordagem individual, chegando a um *output* único otimizado em relação à condição inicial.

A fase final é a aplicação do método proposto à previsão de demanda de gás natural no estado do Rio Grande do Sul, utilizando a base de dados gerada para o estudo particular do estado.

## **1.5. ESTRUTURA**

O capítulo 1 apresenta o tema, os objetivos, a justificativa, o método e as limitações do trabalho proposto.

O capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica que aborda os assuntos: : (i) demanda de energia no Brasil e no mundo; (ii) demanda de gás natural no Brasil e no mundo; (iii) oferta de gás natural no Rio Grande do Sul; (iv) modelos de previsão de demanda energética; (v) pesquisa qualitativa e grupos focados.

O capítulo 3 apresenta e discute a aplicação das abordagens individuais para a previsão de demanda energética, desenvolvidas considerando o caso do gás natural no estado do Rio Grande do Sul.

O capítulo 4 descreve um método integrador para as abordagens individuais. Esse método é explicado em detalhe, utilizando como suporte o caso do gás natural no estado do Rio Grande do Sul.

O capítulo 5 apresenta as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

## **1.6. LIMITAÇÕES**

Apesar de tratar de demanda energética, o desenvolvimento foi orientado ao caso do gás natural. O uso do método proposto junto a outras fontes energéticas pode necessitar algumas adaptações.

Além disso, o método proposto será desenvolvido tendo em vista o estudo de caso do Rio Grande do Sul. A aplicação do método em outras regiões do país, ou mesmo em outros países, também pode exigir algumas adaptações.

Os marcos regulatórios que são impostos ao setor não fazem parte do objeto deste estudo, por se constituírem em pesquisas específicas para cada área de interface deste trabalho, tais como políticas de preços estabelecidas pelo governo, questão do preço de transporte do gás natural, questões concernentes às políticas ambientais, entre outras.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 DEMANDA DE ENERGIA NO BRASIL E NO MUNDO

Em muitos países, especialmente naqueles que apresentam economia em desenvolvimento, governos e empresas energéticas investem em infra-estrutura de energia a fim de promover o crescimento econômico.

Os investimentos em infra-estrutura para o fornecimento de energia requerem uma análise detalhada da demanda energética em um horizonte de planejamento de longo prazo. Este fato é particularmente importante nos casos do gás natural e da eletricidade, pois as construções de infra-estruturas de sistemas de transmissão requerem grandes investimentos, com longos períodos de vida técnica e econômica.

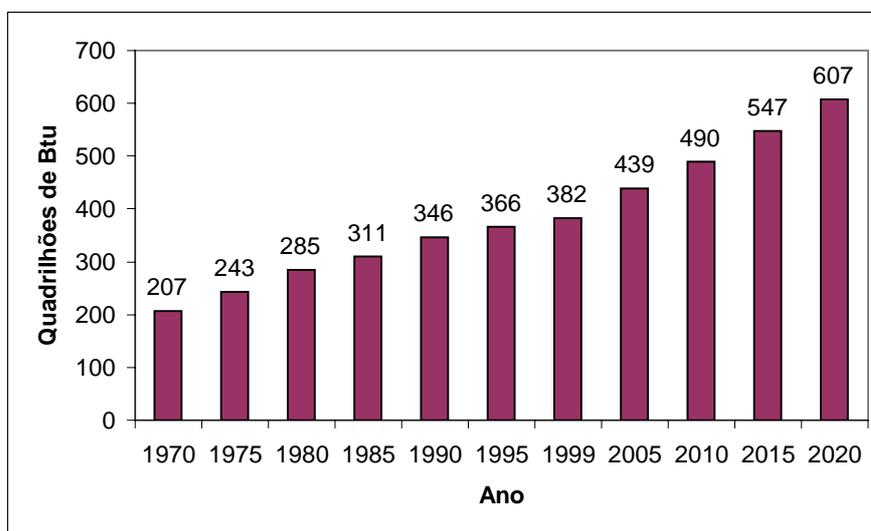


Figura 2.1: Consumo de Energia Mundial, 1970 a 2020

Fonte: *International Energy Outlook 2001*, p. 7

Segundo o *International Energy Outlook 2001* (IEO 2001), projeta-se um aumento de 59 por cento para o consumo mundial de energia entre 1999 e 2020, conforme

apresentado na figura 2.1. Os dados são baseados no trabalho da *Energy Information Administration* (EIA), agência criada pelo congresso americano em 1977 e integrante do *U.S. Department of Energy*. Esta agência é responsável pelos dados, previsões e análises de assuntos relacionados à energia e à sua interação com a economia e o meio-ambiente.

O IEO 2001 projeta que o maior crescimento no consumo de energia, no período analisado, se dará nos países em desenvolvimento, particularmente nas nações da Ásia e das Américas do Sul e Central (figura 2.2). Em ambas as regiões, é esperado que a demanda de energia total cresça aproximadamente 4 % por ano, entre 1999 e 2020 (IEO 2001). Esta previsão de crescimento é explicada levando-se em consideração a expectativa de crescimento econômico, acompanhada de melhorias no padrão de vida da população, novas demandas por veículos automotores particulares, aplicações domésticas, cozinha, climatização de ambientes.

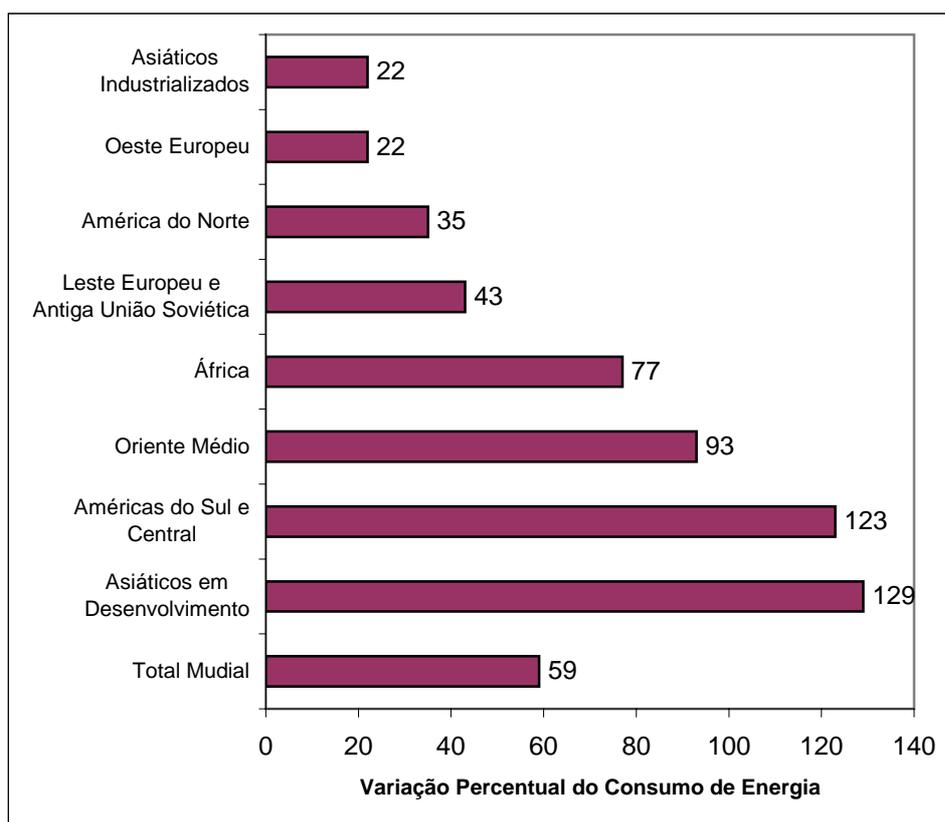


Figura 2.2: Mudança projetada para demanda de energia por região, 1999 a 2020

Fonte: *International Energy Outlook 2001*, p. 7

No período de 1970 a 1999, a economia brasileira cresceu a uma taxa média anual de 4,2 %, sendo que apresentou comportamentos distintos a cada década (8,6 % nos anos setenta, 1,6 % nos anos oitenta e 2,4 % nos anos noventa). No mesmo período a Oferta Interna

de Energia – OIE apresentou praticamente o mesmo crescimento, 4,3 %, determinando uma elasticidade-renda de 1,03 (MME 2000).

A atividade econômica, após uma severa contração em 1990 (-4,5 %) e uma certa estagnação em 1991 (1,3 %) e 1992 (-0,9 %), voltou a crescer em 1993, apresentando taxa média anual de 4,1 %, no período de 1993 a 1997. No mesmo período a Oferta Interna de Energia – OIE apresentou uma taxa média anual de crescimento de 4,6 % (MME 2000).

Como resultado de uma política de redução da dependência externa de energia, principalmente a partir de 1979 (segundo grande aumento do preço internacional do petróleo), as importações deste produto e de seus derivados caíram de quase um milhão de barris equivalentes de petróleo por dia (bep/dia) em 1979 (85 % de dependência externa), para cerca de 420 mil bep/dia em 1985 (43 % de dependência externa). Ao final de 1999, os preços internacionais do petróleo voltaram a crescer, ultrapassando o patamar de 30 dólares por barril. Este fato, entretanto, foi atenuado pelo grande crescimento da produção nacional de petróleo, que resultou na redução da dependência externa para 34,6 % (MME 2000).

O setor industrial, na década de 70, aumentou a participação no consumo final de energia de 31 % para 39 %, mantendo-se neste patamar até 1993, quando apresentou leve declínio. A participação dos transportes no consumo final de energia tem apresentado ligeiro crescimento, passando de 18,8 % em 1970 para 20,6 % em 1999. Já o setor residencial apresentou participação decrescente (de 34 % para 16 %), em função da substituição da lenha por GLP, com eficiência de 7 a 10 vezes maior (MME 2000).

O IEO 2001 projeta que o consumo de todas as fontes primárias de energia irá aumentar no horizonte de previsão de 21 anos, com exceção da energia nuclear. A maior parte do incremento de consumo energético está na forma de combustíveis fósseis (óleo, gás natural e carvão), porque o IEO 2001 projeta que os preços dos combustíveis fósseis irão permanecer relativamente baixos durante o período de análise, e o custo de geração de energia não fóssil não será competitivo. Entretanto, à medida em que programas de redução de emissões forem sendo homologados pelos poderes públicos, as previsões podem se alterar e os combustíveis não fósseis (incluindo energia nuclear e fontes renováveis de energia, tais como, biomassa, energia hidroelétrica, solar e eólica) poderão se tornar mais atrativos. As projeções de demanda do IEO 2001 somente levam em consideração as políticas governamentais em prática em outubro de 2000. Cabe ressaltar que mesmo o protocolo de Kyoto, que previa a redução das emissões de dióxido de carbono mundiais, ainda não se encontra ratificado pelos países que participaram de sua concepção.

Em busca de um futuro energético menos poluente, é importante reconhecer que o

gás natural ocupa posição estratégica única na preferência pelas opções de fontes de energia. Comparativamente ao petróleo ou carvão, o gás natural tem uma relação hidrogênio/carbono maior e emite menos dióxido de carbono para a mesma quantidade de energia consumida. Entretanto, segundo STORM & McRAE (2001), para que se entenda o perfil do efeito estufa de qualquer fonte combustível, é importante observar o seu ciclo de vida total, ou seja, todas as emissões associadas ao combustível, incluindo emissões da extração inicial do gás, processamento, transporte e distribuição, bem como aquelas resultantes da emissão final do combustível. Computadas as emissões ao longo de todo ciclo de vida, o gás natural leva vantagem sobre o petróleo e o carvão. Segundo KIRCHGESSNER apud STORM & McRAE (2001), se tomarmos um espectro dos potenciais de aquecimento global, o petróleo gera 20 % a mais de emissões de CO<sub>2</sub>, e o carvão 50 % a mais do que o gás natural.

Olhando na direção de um futuro menos poluente, DUNN (2001) aponta para os gases e, principalmente, o gás natural, como um passo intermediário para que a transição do sistema energético global se complete e se estabeleça a utilização do hidrogênio como fonte primária de energia. Também ressalta que o gás natural deve ser uma das principais fontes para obtenção de hidrogênio.

Como combustível fóssil mais limpo, o gás natural oferece uma solução imediata, a um custo viável, para melhorar a qualidade do ar. Diferentemente do carvão e do petróleo, o gás natural praticamente não libera material particulado, o qual dificulta a fotossíntese das plantas e agrava as doenças pulmonares dos seres humanos. Além disso, o material particulado contribui para a formação do *smog*, uma mistura de neblina com poluição atmosférica (STORM & McRAE, 2001).

A produção e a combustão de combustíveis fósseis também emitem óxidos de enxofre e nitrogênio. As principais consequências são o *smog* e as chuvas ácidas. Em regiões urbanas, nas quais a maior parte de gás natural é consumida para fins residenciais, industriais e automotivo, a combustão tem um impacto positivo na qualidade do ar local, porque gera poucas emissões na atmosfera (tabela 2.1)

Para STORM & McRAE (2001), a indústria do gás natural está ciente das vantagens ambientais de seus produtos. Métodos de redução das emissões dos gases causadores do efeito estufa estão nas agendas nacionais e internacionais.

Tabela 2.1: Comparativo de Poluição Atmosférica da Combustão de Combustíveis Fósseis  
(quilogramas de emissão por  $10^9$  kJ de energia consumida)

	<b>Gás Natural</b>	<b>Petróleo</b>	<b>Carvão</b>
Óxidos de Nitrogênio	43	142	359
Dióxido de Enxofre	0,3	430	731
Particulados	2	36	1333

Fonte: STORM & McRAE (2001)

## 2.2 DEMANDA DE GÁS NATURAL NO BRASIL E NO MUNDO

Segundo o *International Energy Outlook 2001* (IEO 2001), o gás natural é a fonte de energia primária com maior crescimento mundial entre 1999 e 2020. O uso do gás está projetado para quase dobrar, passando de 84 trilhões de pés cúbicos (2,38 trilhões de metros cúbicos) em 1999 para 162 trilhões de pés cúbicos (4,59 trilhões de metros cúbicos) em 2020 (figura 2.3).

Com um crescimento médio anual de 3,2 %, a fatia de mercado de gás natural no consumo total de energia primária está projetada para crescer do patamar atual de 23 % para 28 %. Os maiores incrementos percentuais no uso do gás natural são esperados nos países em desenvolvimento da Ásia e Américas do Sul e Central, e, nos países em desenvolvimento como um todo, espera-se nas projeções até 2020 um incremento percentual no uso do gás natural maior do que nos países industrializados (IEO 2001). Entre os países industrializados, os maiores aumentos no consumo são esperados na América do Norte (a maior parte nos Estados Unidos) e Europa Ocidental (figura 2.4).

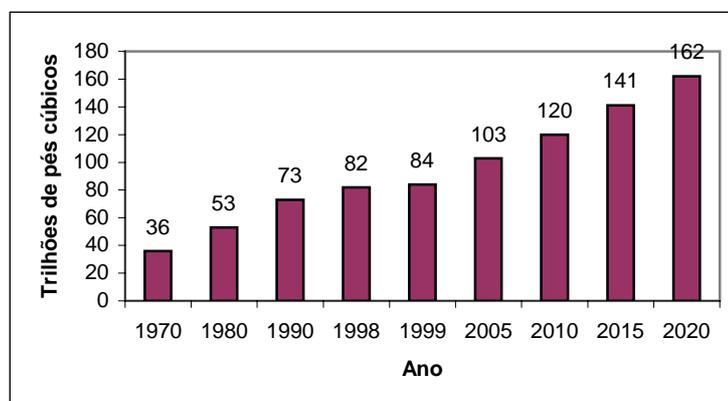


Figura 2.3: Consumo de Gás Natural Mundial, 1970 a 2020

Fonte: *International Energy Outlook 2001*, p. 43

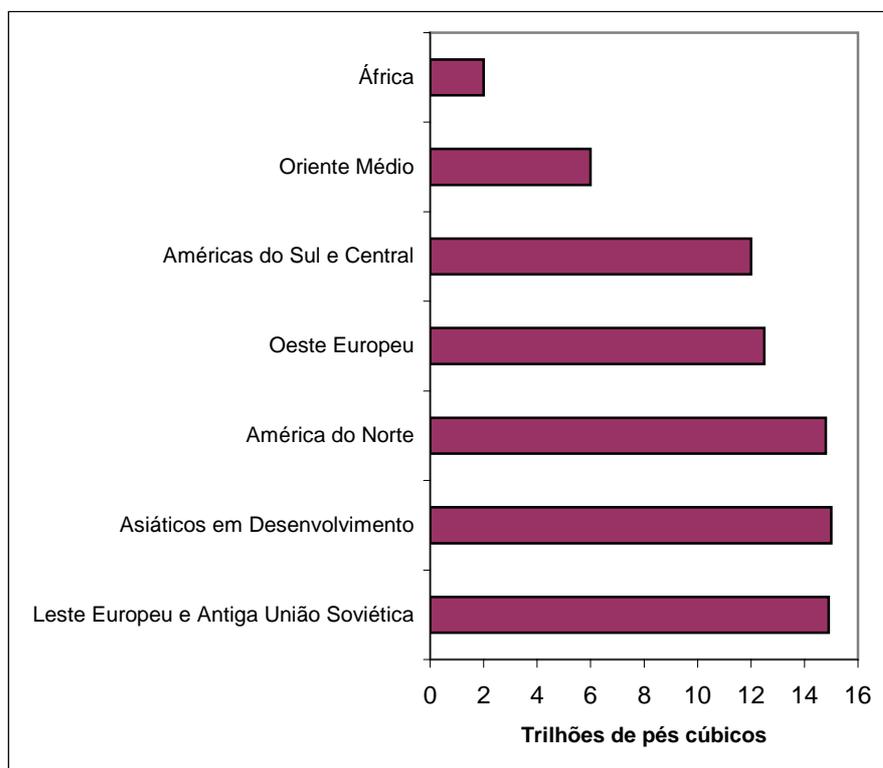


Figura 2.4: Aumento no consumo de gás natural por região, 1999 a 2020

Fonte: *International Energy Outlook 2001*, p. 43

O gás natural apresenta as maiores projeções para o aumento do uso na geração de energia elétrica, com 32 quadrilhões de Unidades Térmicas Britânicas (Btu) ( $3,37 \times 10^{19}$  J) entre 1999 e 2020, comparado com um incremento de 19 quadrilhões de Btu ( $2,00 \times 10^{19}$  J) projetado para o carvão. Como resultado, é esperada uma interconecção crescente entre as indústrias de gás e geração de energia elétrica (IEO 2001).

As indústrias de gás natural e geração de energia elétrica já estão se tornando cada vez mais interconectadas na Europa. A disponibilidade crescente das fontes de gás natural, os esforços para introduzir uma competição maior no suprimento de energia e as melhorias nas tecnologias de uso do gás natural conduzem para uma convergência do gás natural e eletricidade na Europa Ocidental (IEO 2001).

No início da década de 70, o suprimento de gás natural na Europa Ocidental vinha predominantemente de fontes dentro da região. Com o passar do tempo, o suprimento começou a vir de outras regiões, com o início do Gás Natural Liquefeito (GNL) entregue do Norte da África (Argélia e Líbia) e gasodutos da União Soviética. Também nesta época, o Reino Unido e mais tarde a Noruega começaram a explorar as fontes disponíveis no Mar do

Norte. No início dos anos 80 foram feitos investimentos na infraestrutura de transporte de gás natural, adicionando capacidade, particularmente no gasoduto Trans-mediterrâneo (da Argélia para a Itália), gasodutos da Noruega e da União Soviética. Com a demanda crescendo fortemente no final da década de 80 e nos anos 90, o mix de fornecimento continuou a se refletir no crescimento das importações por gasodutos, com uma pequena fatia de mercado sendo suprida através do Gás Natural Liquefeito (GNL). O crescimento foi particularmente forte no mercado do Reino Unido, suprido pelo crescente fornecimento doméstico do Mar do Norte e eventuais importações da Noruega. Somente em 1988, com os trabalhos de uma comissão para a interconecção do gasoduto Reino Unido – Bélgica, foi possível uma maior integração do mercado de gás natural através do canal (IEO 2001).

Atualmente, os gasodutos transportam mais de três quartos do gás natural importado pelos países membros da União Européia. Aproximadamente 40 % destas importações por gasodutos chegam da Federação Russa e 15 % do norte da África (predominantemente Argélia). O comércio intra-União Européia, principalmente do gás da Holanda, responde por 20 % das importações de gás natural (IEO 2001).

As reservas de gás natural na Holanda estão começando a se aproximar do esgotamento, o que se constituirá em restrição para futuras exportações. As descobertas de gás na Noruega também diminuíram, limitando as possibilidades de exportações, embora se acredite que a região ainda tenha potencial para o fornecimento do gás natural, particularmente na exploração *off-shore* no Mar da Noruega. Dessa forma, os incrementos no fornecimento de gás natural são esperados principalmente do Norte da África, do Oriente Médio e da Federação Russa (IEO 2001).

Tal como nos Estados Unidos, as políticas energéticas têm obtido um efeito importante na disponibilidade do gás natural na Europa Ocidental e no seu desenvolvimento como um combustível para geração de eletricidade. Nos anos 70, questões concernentes à disponibilidade do gás natural levaram o setor a ser regulamentado pela Comunidade Européia. Em 1975, uma escassez prevista das fontes de gás natural conduziram uma diretiva formulada pela Comunidade Européia restringindo o uso de gás natural em plantas de geração de energia, a qual foi removida no início dos anos 90, quando as percepções sobre a disponibilidade das fontes de gás natural e a competitividade das tecnologias das turbinas a gás mudaram. Em contraste, uma diretiva do Parlamento e Conselho Europeu, em junho de 1988, não se reportou à salvaguarda das fontes de gás natural, mas sim sobre a promoção e desenvolvimento da indústria do gás natural (IEO 2001).

As projeções para o consumo do gás natural nos países industrializados,

comparadas às projeções de consumo de todos os outros combustíveis energéticos, mostram um crescimento mais rápido e uma fatia de mercado maior do crescimento total esperado. As projeções para o crescimento do uso do gás natural são de 2,4 % ao ano nos países industrializados (comparado com 1,1 % para o petróleo). O gás natural deverá prover 25 % de toda energia utilizada para geração elétrica nos países industrializados em 2020 (IEO 2001).

As projeções para os países em desenvolvimento, segundo IEO (2001), apresentam tendências similares para o uso do gás natural, começando a partir de fatias de mercado pequenas da energia total utilizada em 1999. Ainda segundo IEO (2001), o consumo do gás natural crescerá mais rapidamente que qualquer outro combustível no período de 1999 a 2020, nos países em desenvolvimento. Este crescimento se dará em taxas médias anuais de 5,2 %.

Ao redor do mundo, o uso do gás natural está em crescimento por uma série de razões, incluindo preço, questões ambientais, diversificação de combustíveis, questões de segurança, desregulamentação mercadológica e crescimento econômico mundial. Em muitos países, os governos controlam as companhias de gás natural, e este fato pode ser usado para levar à concretização as políticas traçadas. Na Ásia, os exemplos incluem *Kogas* (Coréia), *Petronas* (Malásia), *Pertamina* (Indonésia), *China National Petroleum Corporation*, e *Gás Authority of India Ltd.* No Oriente Médio e na África, *Oman LNG*, *Adgas* (subsidiária da *Abu Dhabi National Oil Company*), *National Iranian Oil Company*, *Sonatrach* (Argélia), *Nigerian National Petroleum Corporation*, *Egyptian General Petroleum Company*, e *Mossgas* (África do Sul) (IEO 2001).

Segundo IEO (2001), aproximadamente 20 % do gás natural que o mundo consumiu em 1999 foi comercializado através de fronteiras internacionais (comparado com 50 % de comercialização internacional para o petróleo consumido no mundo). Explica-se este fato pela complexidade maior para o transporte do gás natural, com sua infra-estrutura requerendo grandes investimentos. Somando-se a estes fatos, muitas fontes de gás natural estão localizadas longe dos centros de demanda.

O futuro do consumo do gás natural no mundo requerirá que sejam trazidas novas fontes de suprimento ao mercado. Atualmente, os aspectos econômicos concernentes ao transporte do gás natural até os centros de demanda dependem do preço de mercado, e o preço do gás natural é complicado pelo fato de ser muito menos comercializado do que o petróleo. Na Ásia e Europa, por exemplo, os mercados do Gás Natural Liquefeito (GNL) são fortemente influenciados pelo preço do petróleo. Com o uso e comercialização do gás natural continuando a crescer, espera-se que os mecanismos de preço para o gás continuem a evoluir,

facilitando a comercialização internacional (IEO 2001).

### 2.2.1 RESERVAS DE GÁS NATURAL

As reservas mundiais de gás natural dobraram nos últimos 20 anos, ultrapassando o crescimento das reservas de petróleo no mesmo período. As reservas de gás natural tiveram um crescimento particularmente rápido na Federação Russa e nos países em desenvolvimento no Oriente Médio, Américas do Sul e Central, e na Ásia. O periódico OIL & GAS JOURNAL (2000) estimou que as reservas provadas de gás natural em janeiro de 2001 seriam de 5278 trilhões de pés cúbicos (149 trilhões de metros cúbicos) Como reservas provadas entende-se quantidades estimadas que podem ser recuperadas sob as atuais condições tecnológicas e de preço.

Os maiores incrementos nas reservas de gás natural em 2000 foram no Oriente Médio e nas Américas do Sul e Central. No Oriente Médio, onde as reservas reportadas subiram mais de 100 trilhões de pés cúbicos (2,83 milhões de metros cúbicos), os incrementos foram concentrados principalmente na Arábia Saudita. Nas Américas do Sul e Central, os incrementos se deram na Bolívia, Venezuela, Argentina e Trinidad & Tobago. Novas reservas na Noruega tiveram um papel importante no pequeno crescimento das reservas Europeias (IEO 2001).

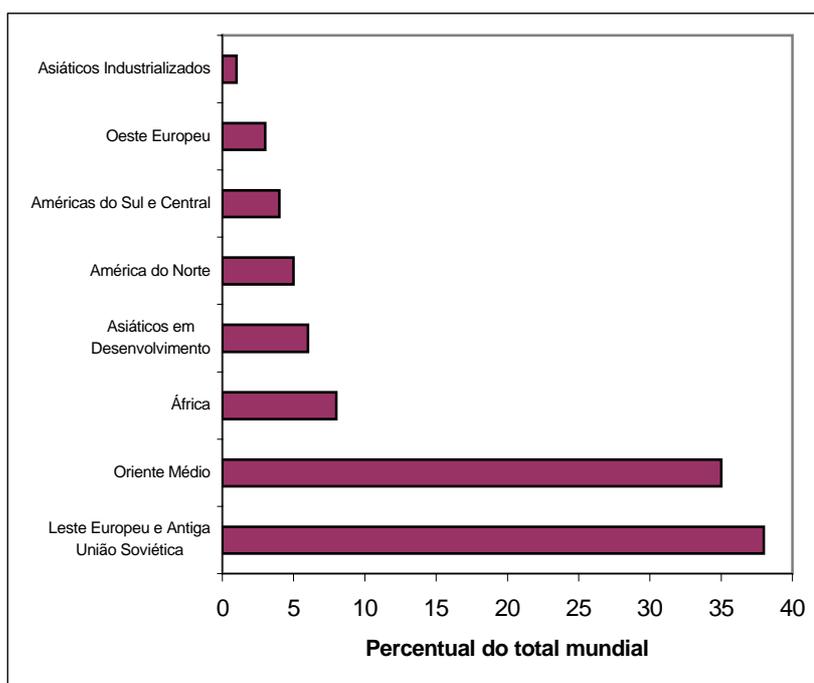


Figura 2.5: Reservas de gás natural por região, em janeiro de 2001

Fonte: *International Energy Outlook 2001*, p. 45

As reservas mundiais de gás natural são melhores distribuídas entre as regiões do que são as reservas mundiais de petróleo. Por exemplo, o Oriente Médio representa 65 % das reservas globais de petróleo, mas somente 35 % das reservas de gás, conforme apresentado na figura 2.5. A Federação Russa responde por aproximadamente 6 % das reservas mundiais de petróleo e 35 % das reservas globais de gás natural. A maior reserva do mundo está localizada na Rússia, sendo mais que o dobro do Irã, a segunda maior reserva. No Oriente Médio, Qatar, Iraque, Arábia Saudita e Emirados Árabes Unidos também possuem reservas significativas (tabela 2.2).

Tabela 2.2: Reservas de gás natural por país, em janeiro de 2001

<b>PAÍS</b>	<b>Reservas em trilhões de pés cúbicos (trilhões de metros cúbicos)</b>	<b>Percentual do total mundial</b>
Mundo	5278 (149)	100,0
Rússia	1700 (48,14)	32,2
Irã	812 (22,99)	15,4
Qatar	394 (11,16)	7,5
Arábia Saudita	213 (6,03)	4,0
Emirados Árabes Unidos	212 (6,00)	4,0
Estados Unidos	167 (4,73)	3,2
Argélia	160 (4,53)	3,0
Venezuela	147 (4,16)	2,8
Nigéria	124 (3,51)	2,3
Iraque	110 (3,11)	2,1
Turcomenistão	101 (2,86)	1,9
Malásia	82 (2,32)	1,6
Indonésia	72 (2,04)	1,4
Uzbequistão	66 (1,87)	1,3
Kazaquistão	65 (1,84)	1,2
Holanda	63 (1,78)	1,2
Canadá	61 (1,73)	1,2
Kuwait	52 (1,47)	1,0
China	48 (1,36)	0,9
México	30 (0,85)	0,6
Argentina	26 (0,75)	0,5
Bolívia	18 (0,52)	0,3
Brasil	8 (0,23)	0,2
Resto do Mundo	548 (15,49)	10,4

Fonte: Adaptado de: *International Energy Outlook 2001*, p. 45 e *Energy & Power Map of Latin America 2001*

As taxas de reserva/produção (R/P) excedem 100 anos para o Oriente Médio e se aproximam deste valor na África (98 anos) e na Federação Russa (82 anos). A taxa R/P para as Américas do Sul e Central é de aproximadamente 66 anos, comparado com somente 18 anos para a Europa e 10 anos para os Estados Unidos. Para o mundo como um todo, a taxa atual de R/P é de 61,9 anos para o gás natural e 41 anos para o petróleo (IEO 2001).

## **2.2.2 DEMANDAS REGIONAIS**

Neste tópico, abordam-se as características específicas dos mercados existentes nas diferentes regiões do mundo.

### **2.2.2.1 AMÉRICA DO NORTE**

Os países da América do Norte movem-se no sentido de um mercado de gás natural integrado. Os gasodutos entre as fronteiras dos Estados Unidos com Canadá e México estão em ampliação, as importações/exportações estão crescendo e os preços nos três países estão convergindo. O mais significativo incremento de capacidade nos gasodutos entre as fronteiras tem sido entre os Estados Unidos e Canadá, com a expansão em 1988 do Sistema Fronteira Norte, 650 milhões de pés cúbicos (18,40 milhões de metros cúbicos) por dia, a abertura em dezembro de 2000 do gasoduto Aliança através de Dakota do Norte até Chicago, 1325 milhões de pés cúbicos (37,52 milhões de metros cúbicos) por dia, e a abertura dos Sistemas Marítimos e Nordeste em dezembro de 1999, 400 milhões de pés cúbicos (11,33 milhões de metros cúbicos) por dia. Os projetos Fronteira Norte e Aliança proveram acesso às fontes de gás natural do oeste do Canadá, e os projetos Marítimos e Nordeste transportaram o gás das fontes de Sable Island no Atlântico Norte para os mercados consumidores de New England. As importações feitas pelos Estados Unidos do Canadá cresceram 8,9% em 1999 (comparadas com o ano anterior), principalmente por causa da expansão destes sistemas (IEO 2001).

As capacidades de gasodutos entre os Estados Unidos e México tem crescido 70 % desde 1998, sendo hoje da ordem de 1970 milhões de pés cúbicos (55,78 milhões de metros cúbicos) por dia. O incremento é resultado de três projetos: a abertura em setembro de 1999 do gasoduto Tennessee próximo a Álamo, Texas (220 milhões de pés cúbicos (6,23 milhões de metros cúbicos) por dia); a abertura em outubro de 2000 do gasoduto Coral Energy entre Kleburg County e Hidalgo County, Texas, para a fronteira que irá servir a companhia de

petróleo estatal Pemex, em Arguelles, México (300 milhões de pés cúbicos (8,49 milhões de metros cúbicos) por dia); e a abertura em abril de 2000 do gasoduto Rosarito, de San Diego County para Rosarito, Baixa Califórnia (300 milhões de pés cúbicos (8,49 milhões de metros cúbicos) por dia). Os gasodutos Tennessee e Coral Energy são bidirecionais (a maior parte da capacidade dos gasodutos entre os Estados Unidos e Canadá tem seu sentido para dentro do mercado americano; já entre os Estados Unidos e México 75% das capacidades são bidirecionais) (IEO 2001).

Embora a América no Norte responda por 5 % das reservas provadas mundiais de gás natural no final de 1999, ela contabiliza 31,8 % da produção mundial de gás natural, a maior parte consumida internamente. Os Estados Unidos respondem por 23,2 % da produção mundial, perdendo apenas para a Rússia, com 23,7 %. O Canadá é o terceiro maior produtor mundial de gás natural, com 7 % do total. Quase todo o excesso de produção de gás natural do Canadá e México é exportado para os Estados Unidos. Em 1999, o Canadá representou 95% do suprimento externo de gás natural para os Estados Unidos, e é esperado que continue como principal fonte de importação de gás natural (IEO 2001).

Uma fonte crescente das importações dos Estados Unidos tem sido o Gás Natural Liquefeito (GNL). Quatro terminais de recebimento de GNL existem nos Estados Unidos, mas dois estão inoperantes por muitos anos (Cove Point, Maryland e Elba Island, Geórgia). Os preços mais altos do gás, reduções nos custos de produção e transporte do GNL, e o desenvolvimento de novas fontes têm causado interesse renovado no GNL (NATURAL GAS WEEK, 2000). No passado, a Argélia foi a única fonte de GNL dos Estados Unidos, mas agora a principal fonte é Trinidad e Tobago, seguido de Qatar, Nigéria, Austrália, Oman e Emirados Árabes Unidos.

Todas as indicações são de que as importações de GNL crescerão no futuro. As capacidades das quatro facilidades existentes nos Estados Unidos são de 840 bilhões de pés cúbicos (23,79 bilhões de metros cúbicos) por ano, e esta capacidade pode ser ampliada. Embora não se espere que o GNL se torne a principal fonte de gás natural dos Estados Unidos, o GNL tem um importante papel nos mercados regionais, incluindo New England. Projeta-se que as importações de GNL cresçam de 90 bilhões de pés cúbicos (2,55 bilhões de metros cúbicos) em 1998 para 810 bilhões de pés cúbicos (22,94 bilhões de metros cúbicos) em 2020 (IEO 2001).

Segundo o IEO (2001), o crescimento médio anual no consumo de gás natural na América do Norte, entre 1999 e 2020, será de 2,2 %. O principal motivo para tal crescimento é o aumento do consumo do gás natural para a geração elétrica. Nos Estados Unidos, é

projetado que o consumo de gás natural triplique de 3,8 trilhões de pés cúbicos (0,11 trilhões de metros cúbicos) em 1999 para 11,3 trilhões de pés cúbicos (0,32 trilhões de metros cúbicos) em 2020.

Os Estados Unidos e Canadá têm demonstrado interesse crescente em um gasoduto Ártico, o qual era considerado antieconômico na década de 70. As reservas provadas do Alasca e Canadá na região são de aproximadamente 40 trilhões de pés cúbicos (1,13 trilhões de metros cúbicos), com potencial para muito mais. Estima-se que em 2007 estará completada a primeira rota interligando as fontes de suprimento da região aos mercados consumidores (EIA, 2000).

#### **2.2.2.2 EUROPA OCIDENTAL**

As reservas de gás natural da Europa Ocidental são limitadas (menos de 5 % das reservas mundiais) e estão concentradas na Holanda, Noruega e Reino Unido. Aproximadamente um terço da demanda de gás natural da região é suprida por gasodutos que transportam as importações da Federação Russa e Argélia, e também suprida por GNL do norte da África. Os recentes aumentos de demanda refletem o crescimento do uso do gás natural em plantas de geração elétrica, bem como o crescimento do uso no setor industrial. Segundo o IEO (2001), a demanda por gás natural na Europa Ocidental crescerá a uma taxa média anual de 3,0 % de 1999 a 2020, alcançando 26,1 trilhões de metros cúbicos em 2020 (figura 2.6).

Ainda segundo o IEO (2001), a projeção da taxa de crescimento anual de 3,0 % para o consumo do gás natural na Europa Ocidental pode não ser considerada particularmente rápida quando comparada com outras regiões. Entretanto, excluindo cinco dos maiores países na região (França, Alemanha, Itália, Holanda e Reino Unido), a taxa de crescimento do uso do gás nos outros países da Europa Ocidental é estimada em 4,3 % ao ano, entre 1999 e 2020 (figura 2.7). A rápida expansão no uso do gás é percebida na Espanha e Portugal, onde houve numerosos e importantes desenvolvimentos na indústria do gás em 2000, e os planos de investimento de algumas corporações podem ser acelerados ou se tornarem mais agressivos, na medida em que os governos anunciam seus cronogramas para desregulamentação (GAS MARKETS WEEK, 2000).

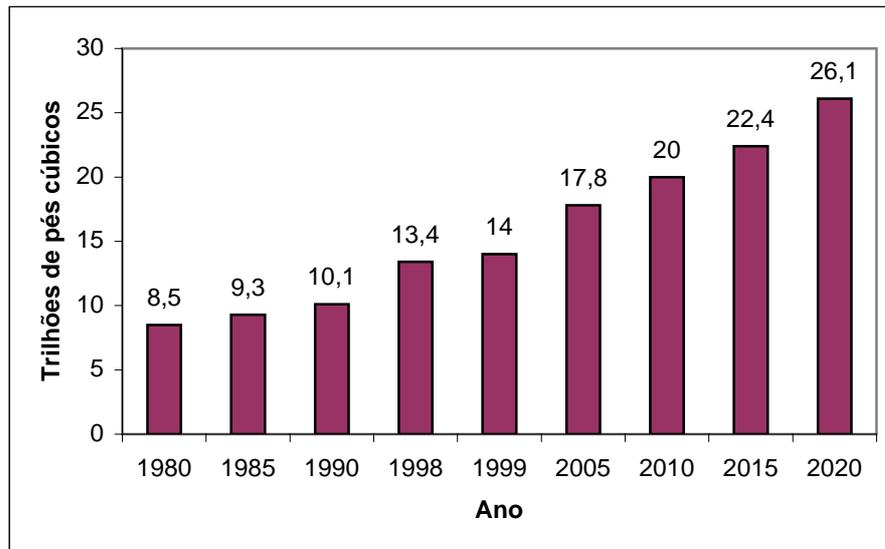


Figura 2.6: Consumo de Gás Natural na Europa Ocidental, 1980 a 2020

Fonte: *International Energy Outlook 2001*, p. 50

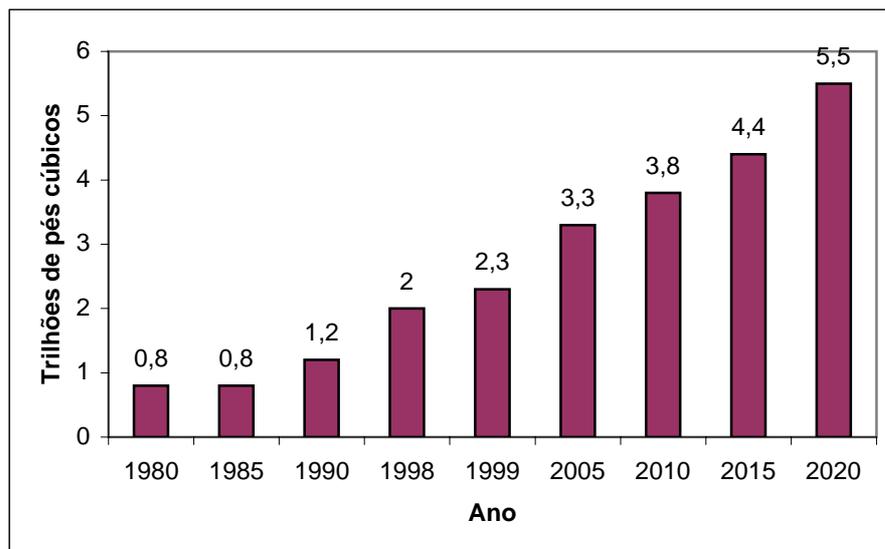


Figura 2.7: Consumo de Gás Natural em outros países da Europa Ocidental, 1980 a 2020  
(excluindo-se França, Alemanha, Itália, Holanda e Reino Unido)

Fonte: *International Energy Outlook 2001*, p. 51

Na Espanha, os planos para a expansão das importações de GNL continuam com dois novos projetos de terminais de recebimento. Um terminal está programado para entrar em operação na região Basca, no porto de Bilbao. As importações deverão inicialmente ser entregues para uma planta de 800 megawatts de energia. O outro terminal projetado para o GNL envolve a terceira maior companhia elétrica do país, Union Fenosa, a qual assinou um acordo com a Egyptian General Petroleum Corporation (EGPC) para o suprimento de GNL.

Ao prover a Union Fenosa com sua própria fonte de gás em 2004, o acordo requer que a empresa invista 1 bilhão de dólares no terminal de liquefação, nas instalações de embarque e na regasificação (IEO 2001).

Em Portugal, a companhia de distribuição de gás Transgas começou a receber o GNL Nigeriano, via terminal de regasificação de Huelva, no sul da Espanha. A Transgas Atlântico, uma *joint venture* entre a Transgas e a companhia estatal Gás de Portugal, deseja que o GNL supra a metade das necessidades de crescimento no consumo de gás natural em 2010 (FINANCIAL TIMES INTERNATIONAL GAS REPORT, 2000). É importante ressaltar que Portugal é considerado um mercado emergente para o gás natural, tendo começado a usar o gás natural somente em 1998.

### **2.2.2.3 EUROPA ORIENTAL E ANTIGA UNIÃO SOVIÉTICA**

No final de 1999, os depósitos de gás natural na antiga União Soviética somavam 2003 trilhões de pés cúbicos (56,72 trilhões de metros cúbicos), ou 37,8 % das reservas provadas mundiais. Enquanto a Rússia continuava a liderar todos os outros países nas reservas totais, com 1700 trilhões de pés cúbicos (48,14 trilhões de metros cúbicos) das reservas provadas, ou 32,2 % do total mundial, o Turcomenistão, Uzbequistão e Kazaquistão, cada um, somava entre 1 e 2 % do total mundial (IEO 2001).

A Rússia é o maior produtor e exportador de gás natural do mundo. Em 1999, forneceu 23,7 % do suprimento total mundial, sendo seguida pelos Estados Unidos, com 23,2%. A Rússia provê mais de 75 % do gás consumido na Turquia, e fornece para a União Européia quase um terço do gás consumido pelos seus países membros. Os maiores consumidores do gás russo são a Alemanha, a Itália e a França, cada um dos quais importou mais de 400 bilhões de pés cúbicos (11,33 bilhões de metros cúbicos) em 1999. Outros países importantes na importação do gás russo são a República Checa, Hungria, Eslováquia e Polônia, cada um recebendo mais de 250 bilhões de pés cúbicos (7,08 bilhões de metros cúbicos) (IEO 2001).

Os mercados do gás natural na Europa Oriental e antiga União Soviética se deparam com inúmeras questões complexas, incluindo cortes de fornecimento, não pagamentos, declínio da produção russa, disputas no trânsito do gás e condições políticas e econômicas que não têm atraído os investimentos externos. Ainda assim, segundo o IEO 2001, é projetado um significativo crescimento no consumo do gás natural nesta região. O consumo na Europa Oriental e antiga União Soviética é projetado crescer a uma taxa de 2,5 %

por ano entre 1999 e 2020. É previsto que o consumo na antiga União Soviética crescerá a uma taxa de 1,8 % ao ano, enquanto que o crescimento na Europa Oriental será maior, com uma taxa de 5,9 % ao ano.

Uma vez que o governo russo tem mantido artificialmente baixos os preços do gás natural no seu mercado interno, a Gazprom, companhia de gás russa, precisa cobrir suas perdas domésticas com os lucros da venda do gás nos mercados externos com um preço consideravelmente alto. A Gazprom tem indicado que os preços do gás no mercado interno precisam dobrar para que os produtores de gás russos parem de perder dinheiro. Ações desencadeadas pelo governo russo têm buscado obter capital para investimentos na infraestrutura de produção e exportação do gás natural, o que garantirá, no futuro, preços atrativos para o mercado europeu (IEO 2001).

Em dezembro de 2000, a Rússia e a Ucrânia trabalharam na reestruturação da dívida que este último país tinha com a Gazprom. Foi estipulado um período de 8 anos de carência para pagamento da dívida. Em troca, a Ucrânia proporcionaria garantias de segurança para o trânsito do gás russo através de seu país até a Europa, e a Rússia garantiria o suprimento das quantidades de gás requeridas pela Ucrânia (RUSSIAN OIL AND GAS REPORT, 2000).

Estes acordos são importantes tanto para a Rússia quanto para a Ucrânia. A Ucrânia é a rota de trânsito de dois terços do gás russo destinado ao mercado Europeu e a Rússia havia alegado que a Ucrânia estaria desviando o gás para o uso interno e mesmo a revenda, quando o gás atravessava seu país. Para contornar este fato, a Rússia havia desenvolvido um gasoduto em uma rota menos direta, através de Bielorrússia, Polônia e Eslováquia, fazendo um *bypass* na Ucrânia. A Eslováquia já é o segundo maior transportador de gás natural, com mais de 25 % do gás natural consumido na Europa Ocidental atravessando o território Eslovaco. Entretanto, a escolha de rotas tem sido conflituosa, com a Polônia até recentemente se opondo a uma rota que fizesse um *bypass* em seu aliado estratégico, a Ucrânia (IEO 2001).

#### **2.2.2.4 ÁSIA E OCEANIA**

Para os países industrializados da Ásia, é esperado um crescimento no consumo de gás natural de 3,6 trilhões de pés cúbicos (0,10 trilhões de metros cúbicos) em 1999 para 5,4 trilhões de pés cúbicos (0,15 trilhões de metros cúbicos) em 2020 (IEO 2001).

A Austrália, o terceiro maior produtor de gás natural na Ásia e Oceania em 1999,

tem grandes recursos de reservas não desenvolvidos, alguns em áreas remotas. Durante o ano de 2000, a Austrália continuou a fazer descobertas de fontes significativas de gás natural nas áreas remotas do noroeste do país (IEO 2001).

Muitos dos desenvolvimentos relacionados ao gás natural na Austrália durante o ano de 2000 ajudaram a trazer o país para os mercados de gás natural. Há vários esforços para construir plantas de GNL. Os esforços de marketing continuam, particularmente aqueles orientados para a China e Taiwan (LNG EXPRESS, 1999). Adicionalmente, novas propostas foram efetuadas em 2000 para a utilização no mercado interno do gás natural provindo do noroeste do país.

Uma vez que as reservas abundantes de gás natural da Austrália estão concentradas nas regiões remotas do noroeste, algumas companhias continuam a promover um projeto de gasoduto de importação do gás de Papua Nova Guiné para a região da província de Queensland, no nordeste do país (IEO 2001).

No Japão, como na Europa e Estados Unidos, a desregulamentação está modificando tanto o setor elétrico como o setor do gás, na medida em que as companhias de gás entram no setor elétrico e as empresas de energia elétrica desenvolvem parcerias na utilização do gás. *Chubu Electric e Iwatani* anunciaram planos para uma *joint venture* para vender GNL para grandes plantas industriais, usando caminhões tanques. *Tokyo Gas, Osaka Gas e Nippon Telegraph and Telephone (NTT)* anunciaram sua intenção de formar uma *joint venture* para fornecimento em larga escala de energia elétrica (IEO 2001).

A região em desenvolvimento da Ásia inclui o primeiro (China), o segundo (Índia) e o quarto (Indonésia) países mais populosos do mundo. Enquanto região, a Ásia em desenvolvimento contabiliza mais de 50 % da população mundial, aproximadamente 10 % da economia mundial e 7 % do consumo mundial de gás natural. Um forte crescimento no produto interno bruto e no uso do gás natural são esperados para a região, a qual contabilizará aproximadamente 13 % do uso do gás natural em 2020 (IEO 2001).

Uma grande quantidade de gás a ser utilizada nos países asiáticos em desenvolvimento cruzará fronteiras internacionais para alcançar seus mercados consumidores, contribuindo fortemente para o comércio internacional de gás natural. Os maiores desenvolvimentos no comércio de gás natural durante os anos passados envolveram projetos de gasodutos no sudeste asiático, prospecções para implantação de terminais de importação de GNL na China e na Índia, e planos para terminais adicionais de exportação de GNL na Malásia, Austrália e Indonésia. Os países com desenvolvimento significativo das reservas de gás natural para uso no mercado interno incluem Austrália, China, Malásia, Paquistão,

Filipinas e Tailândia (IEO 2001).

Com o aumento do suprimento do gás doméstico, companhias como Shell, BP Amoco, têm efetuado acordos com o governo chinês para desenvolver as fontes de gás natural e a infraestrutura na China. A expansão e a integração da infraestrutura de gasodutos será importante para o aumento do uso do gás no mercado interno chinês. A China também anunciou, em 2000, a descoberta do que é considerado o maior campo de gás natural do país, com mais de 7 trilhões de pés cúbicos (0,20 trilhões de metros cúbicos) de gás (IEO 2001).

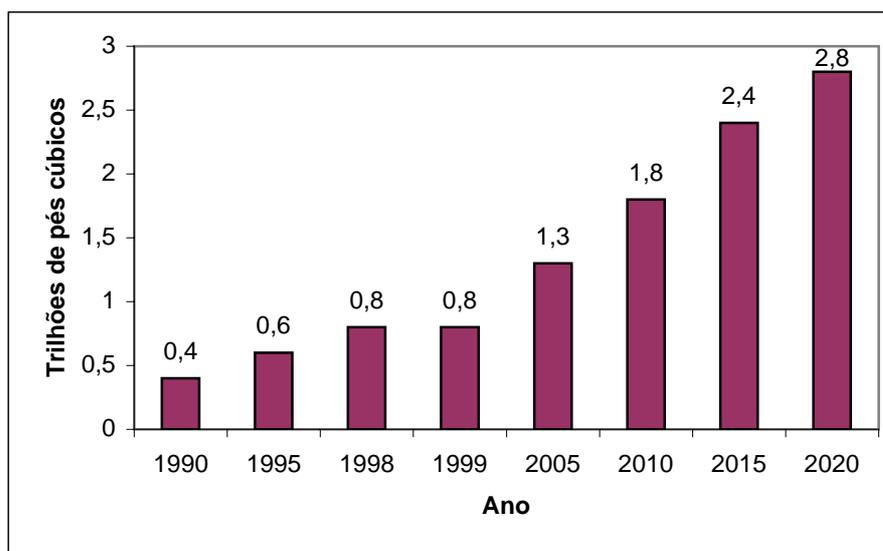


Figura 2.8: Consumo de Gás Natural na Índia, 1990 a 2020

Fonte: *International Energy Outlook 2001*, p. 61

A Índia é outro país onde é esperado um rápido crescimento no consumo de gás natural (figura 2.8). Muitos esquemas de importação de GNL são propostos para o país, mas poucos estão em construção ou possuem avanços concretos. Para facilitar o desenvolvimento do gás natural, a Índia precisa estabelecer políticas para o gás. Entretanto, as reformas políticas, particularmente nos setores de gás natural e eletricidade, estão sendo procedidas de forma vagarosa no seu complexo sistema democrático (IEO 2001).

### 2.2.2.5 ORIENTE MÉDIO

O Oriente Médio tem a segunda maior reserva de gás natural do mundo, atrás da antiga União Soviética, contabilizando 1855 trilhões de pés cúbicos (52,53 trilhões de metros cúbicos) em janeiro de 2001. Irã, Qatar, Arábia Saudita e Emirados Árabes Unidos têm,

respectivamente, a segunda, terceira, quarta e quinta maior reserva do mundo, sendo que a primeira pertence à Rússia. As projeções (IEO 2001) apontam que o Oriente Médio dobrará seu consumo entre 1999 e 2020, de 6,8 trilhões de pés cúbicos (0,19 trilhões de metros cúbicos) para 12,3 trilhões de pés cúbicos (0,35 trilhões de metros cúbicos) (figura 2.9).

As estimativas de fontes de gás natural no Oriente Médio também continuam a crescer. O Irã reportou a descoberta de um novo campo de gás natural, conhecido como Homa, contendo aproximadamente 6,7 trilhões de pés cúbicos (0,19 trilhões de metros cúbicos). Outro campo de gás natural, Tabnak, foi encontrado, e as estimativas são de 15,7 trilhões de pés cúbicos (0,44 trilhões de metros cúbicos) de gás (WORLD GAS INTELLIGENCE, 2000a).

A British Gas participa de uma *joint venture* com a Oil Industries Engineering and Construction (OIEC), companhia Iraniana, para desenvolver o projeto doméstico do uso do gás natural, bem como a exportação do GNL do Irã usando o gás do campo South Pars, na fronteira sul do país. A British Gas exportará o GNL para o seu terminal de recebimento planejado para Pipavav, no noroeste da Índia, começando a operação em 2006 (WORLD GAS INTELLIGENCE, 2000b).

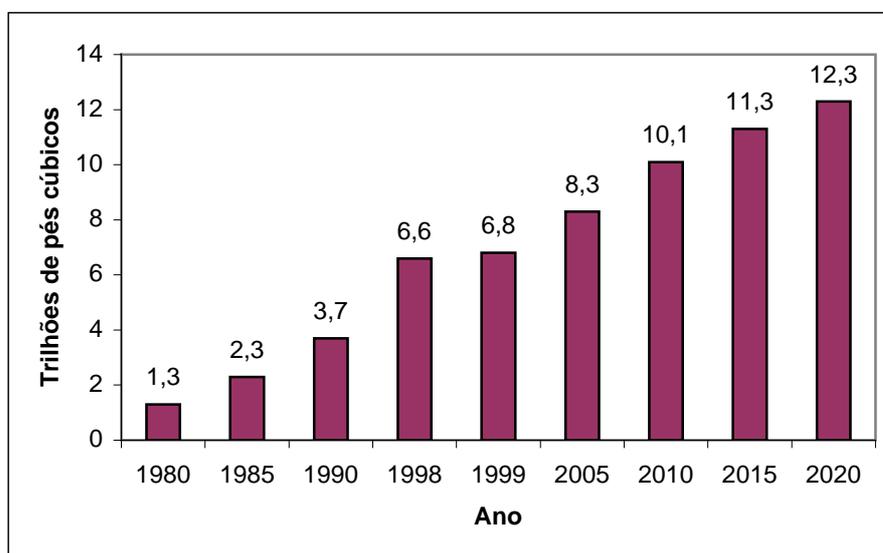


Figura 2.9: Consumo de Gás Natural no Oriente Médio, 1980 a 2020

Fonte: *International Energy Outlook 2001*, p. 62

### 2.2.2.6 ÁFRICA

As reservas de gás natural da África são estimadas em 394 trilhões de pés cúbicos

(11,16 trilhões de metros cúbicos), contabilizando aproximadamente 8 % das reservas globais. Egito, Argélia e Nigéria possuem 319 trilhões de pés cúbicos (9,03 trilhões de metros cúbicos) (80 % do total africano). Segundo o IEO 2001, a projeção é de que haja um crescimento médio de 7,5 % ao ano entre 1999 e 2020. Projeta-se que o consumo total do gás natural crescerá de 2,0 trilhões de pés cúbicos (0,06 trilhões de metros cúbicos) em 1999 para 3,7 trilhões de pés cúbicos (0,10 trilhões de metros cúbicos) em 2020 (figura 2.10).

No primeiro semestre de 2000, a *BP Amoco* e a *Sonatrach*, em uma *joint venture* 50:50, concordaram em investir 2,5 bilhões de dólares para desenvolver os campos de gás de In Salah, na região central da Argélia, no deserto do Sahara, o qual contém mais de 7,5 trilhões de pés cúbicos (0,21 trilhões de metros cúbicos) de gás natural. As primeiras entregas serão efetuadas em 2003 para a Itália (IEO 2001).

O Egito possui planos para desenvolver as fontes de gás natural para a exportação de GNL, mas são necessários compradores firmes para as suas exportações. O Egito assinou um acordo com a *Union Fenosa* da Espanha, a qual investirá na infraestrutura do terminal (IEO 2001).

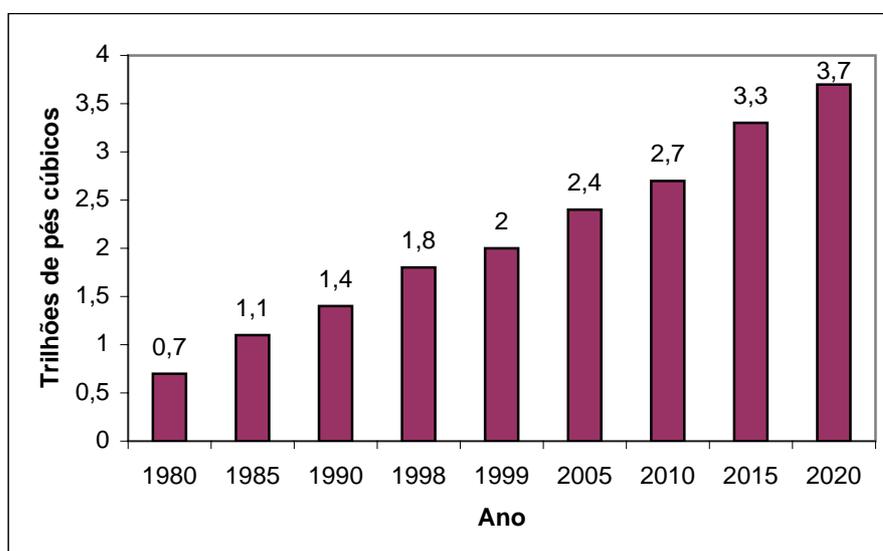


Figura 2.10: Consumo de Gás Natural na África, 1980 a 2020

Fonte: *International Energy Outlook 2001*, p. 63

Em acréscimo aos desenvolvimentos no norte e oeste da África, a África do Sul tem apresentado descobertas importantes de gás natural *offshore*. Foi descoberto um campo de gás natural de aproximadamente 2,5 trilhões de pés cúbicos (0,07 trilhões de metros cúbicos), localizado a 50 milhas (80 quilômetros) da costa oeste da África do Sul (IEO 2001).

### 2.2.2.7 AMÉRICAS DO SUL E CENTRAL

As reservas de gás natural nas Américas do Sul e Central representam menos de 5 % do total mundial. Entretanto, muitas regiões permanecem inexploradas e novas descobertas têm acompanhado as atividades recentes de exploração. A região continua considerada como uma área de rápido desenvolvimento do gás, e, segundo o IEO 2001, as projeções para o uso do gás, facilitado por gasodutos adicionais, crescerá até 14,8 trilhões de pés cúbicos (0,42 trilhões de metros cúbicos) em 2020, com um crescimento anual médio de 7,5 % (figura 2.11).

A grande atividade envolvendo o mercado do gás natural está ocorrendo no Mercosul, envolvendo Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai, com Chile e Bolívia participando como membros associados. Em outros países, como Venezuela, Trinidad e Tobago, Porto Rico, República Dominicana, as atividades envolvendo o mercado do gás natural se concentram na utilização de GNL.

No que diz respeito ao Brasil, a Petrobras assinou em março de 2000 um contrato para o aumento das importações de gás natural da Bolívia a partir de 2004. Entretanto, no primeiro semestre de 2000, o gasoduto Bolívia-Brasil permanecia subutilizado, em parte por causa da lentidão e atrasos na construção das plantas de geração de energia que utilizarão o gás natural (IEO 2001).

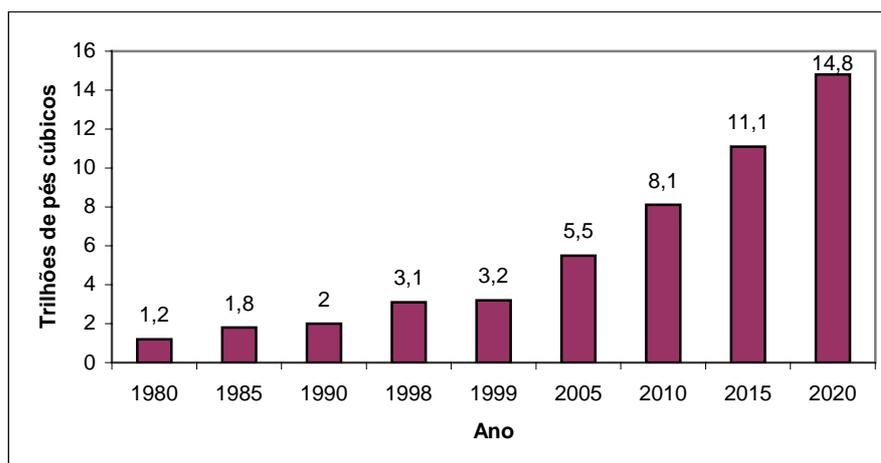


Figura 2.11: Consumo de Gás Natural nas Américas do Sul e Central, 1980 a 2020

Fonte: *International Energy Outlook 2001*, p. 55

O gasoduto que entrega o gás natural da Argentina para o Brasil começou sua operação na segunda metade de 2000, proporcionando a primeira interação direta entre a rede

de distribuição de gás argentina e brasileira. A linha de 24 polegadas, vinda de Aldea Brasileira no nordeste da província Argentina de Entre Rios, supre a planta de 600 MW instalada em Uruguiana, no Rio Grande do Sul. A Transportadora Sulbrasileira de Gás (TSB), a qual conecta o suprimento argentino ao mercado brasileiro, está planejando uma segunda fase de expansão, envolvendo a extensão do gasoduto de Uruguiana a Porto Alegre, incluindo a interconecção com o gasoduto Bolívia-Brasil (IEO 2001).

Outros planos de expansão do gás natural no Brasil incluem o gasoduto Cruz del Sur, conectando Porto Alegre à Colônia, no Uruguai. Planos de construção de terminais para GNL têm sido anunciados, como por exemplo a construção de um terminal de importação em Suape, um porto de águas profundas e dotado de complexo industrial, situado no estado de Pernambuco (IEO 2001). Um panorama geral dos gasodutos na América do Sul é apresentado na figura 2.12.



Figura 2.12: Principais gasodutos na América do Sul

Fonte: GásEnergia, 2002

A participação do gás natural na matriz energética brasileira é de 2,4 %, segundo o Ministério de Minas e Energia (2000). O objetivo do governo brasileiro é aumentar essa participação para 10 % a 12 % em 10 anos (ARAÚJO, 2002), (PETROBRAS, 2002), (PRATES et al., 2000). Para que se possa fazer uma comparação, na Argentina o gás natural representa atualmente 44,4 % da matriz energética (GÁS BRASIL, 2001).

As reservas brasileiras de gás natural apresentam duas características principais: 80 % são de gás associado e 55 % estão situadas em águas profundas. Em consequência, a oferta de gás natural é influenciada e muito dependente da produção de petróleo. Os principais campos produtores de gás natural se situam na Bacia de Campos, cuja descoberta aumentou as reservas brasileiras de gás natural de 172 bilhões de metros cúbicos em 1990 para 231 bilhões de metros cúbicos em 1999. A produção de gás natural neste ano foi de 12 milhões de metros cúbicos por dia (MME 2000).

Outras regiões produtoras *offshore* estão situadas em Sergipe, Rio Grande do Norte e no litoral paulista, na Bacia de Santos. Os principais campos produtores *onshore* estão em Alagoas, Bahia e Amazonas (campos de Juruá e Urucu). As figuras 2.13 e 2.14 apresentam as reservas provadas nacionais de GN e a produção nacional de GN por estado.

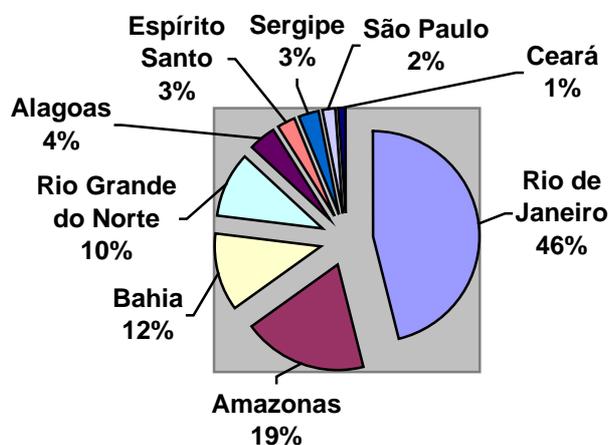


Figura 2.13: Reservas Provadas Nacionais de Gás Natural

Fonte: Adaptado da portaria ANP nro 009, de 21 de janeiro de 2000

A Petrobras continua sendo o principal operador e líder na indústria nacional do gás natural. Isso ocorre em função de sua competência tecnológica na exploração e produção em *offshore* profundo, conhecimento dos mercados nacionais e de sua capacidade de sustentar os altos investimentos necessários neste setor. Exemplo disto foi a construção do GASBOL (gasoduto Bolívia-Brasil), um investimento de aproximadamente 2 bilhões de dólares, onde a

estatal brasileira possui 51 % da executora do projeto, a Transportadora Brasileira Gasoduto Bolívia-Brasil S.A. – TBG.

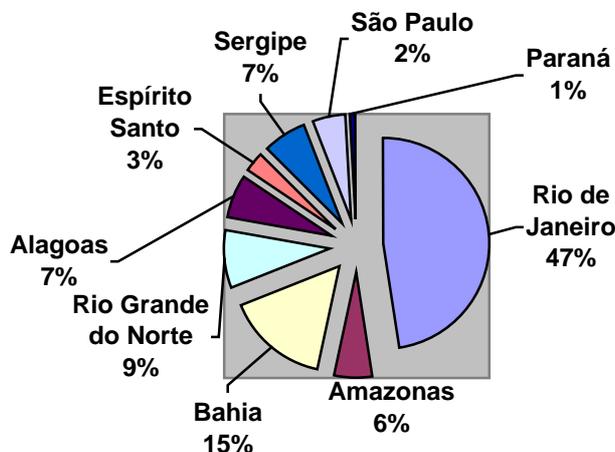


Figura 2.14: Produção Nacional de Gás Natural

Fonte: Adaptado de ANP, 2001

A entrada em operação do gasoduto Bolívia-Brasil acrescentou a oferta de 8 milhões de metros cúbicos por dia ao mercado brasileiro e, até 2006, serão 30 milhões de metros cúbicos por dia, abastecendo os mercados das regiões Sul e Sudeste.

O gasoduto que transporta o gás argentino aos mercados consumidores brasileiros está sendo construído pela Transportadora Sulbrasileira de Gás – TSB, ligando Uruguaiana a Porto Alegre, com capacidade para 12 milhões de metros cúbicos por dia. Soma-se a esta capacidade a construção já prevista do Gasoduto Cruz Del Sur, com 6 milhões de metros cúbicos por dia (Colônia – Montevideo – Porto Alegre) (GásEnergia, 2002).

O crescimento da demanda de gás natural nos mercados do país foi de 8,3% ao ano, no período de 1993 a 1997 (GÁS BRASIL, 2001). Com a construção de usinas de geração termelétricas, previstas pelo governo brasileiro para expandir a capacidade de geração elétrica no país, a demanda deve aumentar a médio prazo. Os investimentos em produção termelétrica se dão frente a crise de energia que o setor elétrico do país atravessou, na qual foram impostas medidas de racionamento de consumo e ameaças de corte no fornecimento.

O governo brasileiro criou a Câmara de Gestão da Crise do Setor Elétrico (MP 2147, de 15/05/2001), a qual atuou como fórum deliberativo, com amplos poderes, das questões relacionadas ao assunto. Uma das constatações foi a necessidade de ser revista a matriz energética nacional, fortemente dependente de energia hidráulica para geração de energia elétrica, sendo 90,7 % no Brasil contra 7 % mundiais (Eletrobrás e ONS apud

ABRÃO, 2001). Assim buscou-se a diversificação das fontes geradoras de energia elétrica para se reduzir a fragilidade de um sistema hídrico, altamente dependente da natureza para funcionar.

Uma das opções para contornar o problema da dependência dos recursos hídricos seria aumentar a participação de geração térmica na oferta de energia elétrica, criando o Programa Prioritário de Termelétricas – PPT (Decreto 3371, 24 de fevereiro de 2000, Ministério de Minas e Energia - MME ). O Programa visa implantar um parque gerador termelétrico que possibilite, até o ano de 2009, atingir uma proporção de 80:20 na produção de energia hídrica e térmica, respectivamente, alternado a participação do gás na matriz energética brasileira de aproximadamente 3 % para 10 % (PRATES, 2001).

Segundo ABRÃO (2001), de todas as novas fontes de geração de energia elétrica a que mais surpreendeu positivamente o governo brasileiro foi a cogeração, pois em resposta a portaria 551 do Ministério de Minas e Energia, que estendeu as vantagens e benefícios do PPT aos projetos de cogeração, nada menos que 266 projetos novos foram apresentados.

Apesar da atual participação pouco expressiva na matriz energética nacional, a cogeração (geração de calor e energia elétrica através de uma única fonte combustível, STUDEBAKER, 1998) é muito eficiente e, há muito tempo, vem sendo adotada por outros países (ABRÃO, 2001).

Ainda com relação à cogeração, HOLLANDA (2001) explica que esta é uma tecnologia onde é feito o aproveitamento, no processo produtivo, da energia térmica que, por razões termodinâmicas, sempre acompanha a produção de energia mecânica. Um gerador, por exemplo, transforma em eletricidade entre 30 e 40 % da energia contida no gás natural usado (PAYNE, 1997). O restante é transformado em calor e perdido para o meio ambiente. Na cogeração, o equipamento é instalado junto ao consumidor que, além da eletricidade, tem necessidade de calor no processo. Na verdade, processo similar ocorre com os consumidores que necessitam de frio, pois a tecnologia de absorção permite transformar o calor diretamente em frio (PAYNE, 1999). Dessa forma, é possível que se amplie a energia útil usada no processo, com a eficiência global do gerador aumentando para números que se aproximam de 85 %.

Em outro campo de análise, o rápido crescimento que o mercado do gás natural veicular vem alcançando no Brasil, provocado principalmente pela busca de uma maior economia nos dispêndios com combustíveis, tem proporcionado oportunidades de novos negócios. O motor de combustão interna, movido a gás natural, apareceu no final do século XIX, na feira mundial de Paris, em 1889. Porém, o Gás Natural Veicular (GNV) passou a ser

utilizado na maioria dos países que adotaram este combustível, somente quase um século depois (PIERROBON, 2001). Atualmente a frota mundial está próxima de 2 milhões de veículos, com o Brasil ocupando a segunda posição mundial, contabilizando 600 mil veículos (tabela 2.3). No Brasil, as vendas de GNV superaram 2 milhões de metros cúbicos por dia, em dezembro de 2001 (ZONIS, 2002).

Ainda segundo PIERROBON (2001), o GNV não é solução definitiva e única. Ele pode ser enquadrado como alternativa energética a ser utilizada de forma fácil e imediata para minimizar os efeitos da poluição em áreas densamente habitadas, não só em veículos cuja quilometragem diária percorrida seja grande (táxis, frotas, ônibus), como também em veículos usados que não atendem aos índices de emissões estabelecidos pela legislação ambiental.

Tabela 2.3: Frota Mundial de Veículo a GNV

<b>PAÍS</b>	<b>Frota</b>
Argentina	900.000
Brasil	600.000
Itália	320.000
Estados Unidos	90.000
Rússia	30.000
Venezuela	27.500
Canadá	20.500
Egito	19.000
Nova Zelândia	12.000
Índia	10.000
Demais Países	54.500

Fonte: Adaptado de PIERROBON (2001)

### **2.3 OFERTA DE GÁS NATURAL NO RIO GRANDE DO SUL**

O histórico do gás natural no mercado do Rio Grande do Sul é extremamente recente. A Sulgás – Companhia de Gás do Estado, é a empresa responsável pela distribuição e comercialização do gás natural em todo o estado do Rio Grande do Sul. A empresa foi criada em 1993, resultado de uma parceria entre o governo do estado do Rio Grande do Sul e a Petrobras Distribuidora, cada parceiro com 51 % e 49 %, respectivamente (Sulgás, 2002).

O gás distribuído pela Sulgás vem diretamente da Bolívia até Canoas, pelo gasoduto Bolívia-Brasil (figura 2.15), que teve a inauguração de seu trecho sul, interligando

Paulínia (SP) a Canoas (RS) em março de 2000. Pelo outro extremo do estado, a Sulgás também é responsável pela distribuição e comercialização do gás argentino, que tem sua entrada por Uruguaiana e que chegará a Porto Alegre através de um gasoduto com capacidade para 15 milhões de metros cúbicos por dia, o qual será interligado com o gasoduto Bolívia-Brasil, já implantado e em operação (figura 2.16).



Figura 2.15: Gasoduto Bolívia – Brasil  
Fonte: GásEnergia, 2002

O gasoduto Uruguaiana – Porto Alegre faz parte do projeto de importação de gás natural da Argentina, com o objetivo de atender parte da demanda de combustíveis do Rio Grande do Sul e fornecer energia elétrica ao estado e ao país (CHODOROWSKI & CARNECIR, 2001). A primeira fase deste empreendimento já se encontra operando desde junho de 2000, abastecendo uma usina termelétrica em Uruguaiana com capacidade de produção de 600 MW (GASPETRO, 2002), (MELLARS, 2000).

A construção do gasoduto Uruguaiana – Porto Alegre permitirá a instalação de uma Planta Termelétrica na região próxima ao pólo petroquímico de Triunfo, com capacidade inicial de 500 MW, podendo chegar a 1000 MW em 2006. A localização estimada leva em conta a proximidade com o centro consumidor e uma menor necessidade de investimentos complementares. O consórcio responsável pelo empreendimento da planta termelétrica é

formado pelas empresas Gaspetro, Ipiranga, Techint, CEEE e Sulgás (GASPETRO, 2002).



Figura 2.16: Gasoduto Uruguaiana – Porto Alegre

Fonte: GásEnergia, 2002

Existem também estudos para um novo gasoduto de transporte, o gasoduto Cruz Del Sur (figura 2.17), que possibilitará a interligação dos campos de gás natural do sul da Argentina com os mercados consumidores brasileiros, passando por Colônia e Montevideo, no Uruguai, cruzando a fronteira sul brasileira na região próxima a Jaguarão e chegando a Porto Alegre, onde também será possível sua interligação com a rede de distribuição nacional (PRATES, 1999), (PANIGRAHI & GRUNAUER, 1999).

As redes atuais de distribuição da Sulgás para os municípios gaúchos partem de 4 *city-gates* (estações de entrega), representados nas figuras 2.18, 2.19 e 2.20.

Diversas ações têm sido tomadas no estado para que se incremente o uso do gás natural. Em dezembro de 2000, o Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul (BRDE) passou a contribuir para a viabilização da nova matriz energética no Rio Grande do Sul, aportando recursos no Programa de Financiamento à Conversão do Gás Natural e à Cogeração – PROGÁS, em parceria com a Sulgás, Banrisul e a Secretaria de Energia, Minas e Comunicações (Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2002).

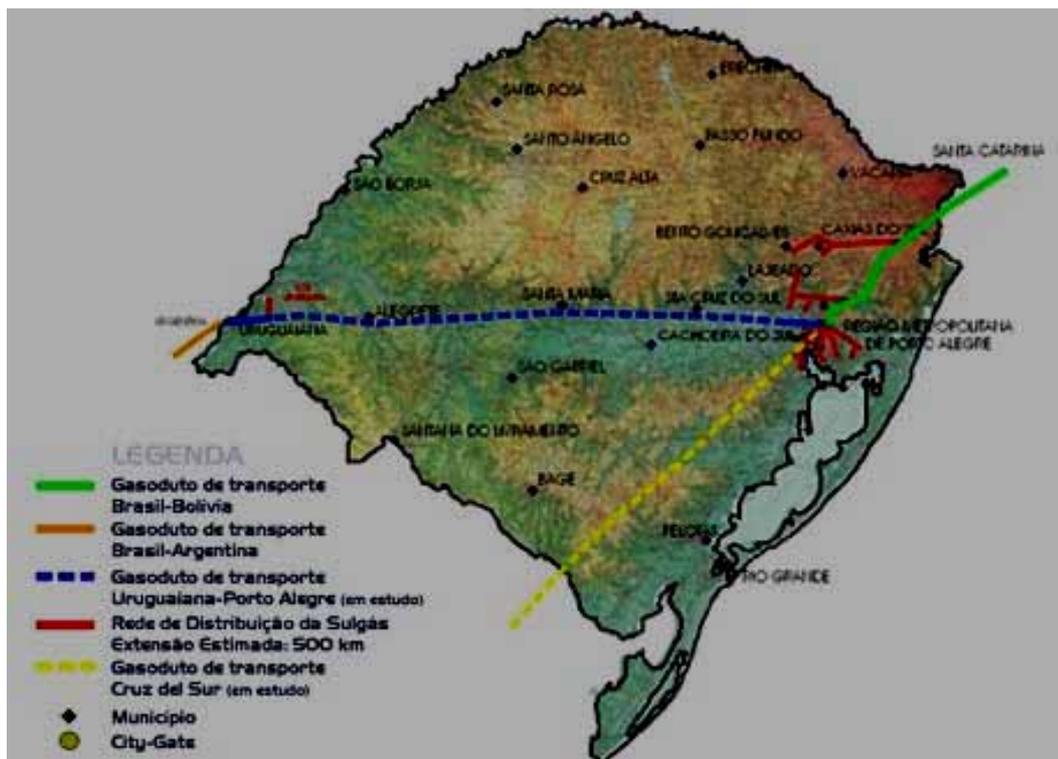


Figura 2.17: Gasodutos no estado do Rio Grande do Sul  
Fonte: Sulgás, 2002

Em junho de 2001, o Banco do Estado do Rio Grande do Sul assinou convênio com o Sindicato dos Taxistas Autônomos de Porto Alegre, para possibilitar o uso do gás natural como combustível nos veículos de trabalho de seus associados. O financiamento garantia 90 % dos custos de adaptação dos motores dos carros, com prazo de 2 anos para pagamento (Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2002).

O primeiro posto de gás natural veicular (GNV) do estado foi inaugurado em julho de 2001, em Caxias do Sul. O posto também foi o primeiro da BR Distribuidora na região Sul. Além do gás veicular, foram inauguradas duas estações para consumo industrial nas empresas Marcopolo e Fras-Le (Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2002).

Em setembro de 2001, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM assinou a Licença de Instalação que permitiu o início das obras da termelétrica à gás natural da Petrobras. O empreendimento, com capacidade para geração de energia elétrica de 160 MW, está sendo construído junto a Refinaria Alberto Pasqualini – REFAP, em Canoas (Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2002).

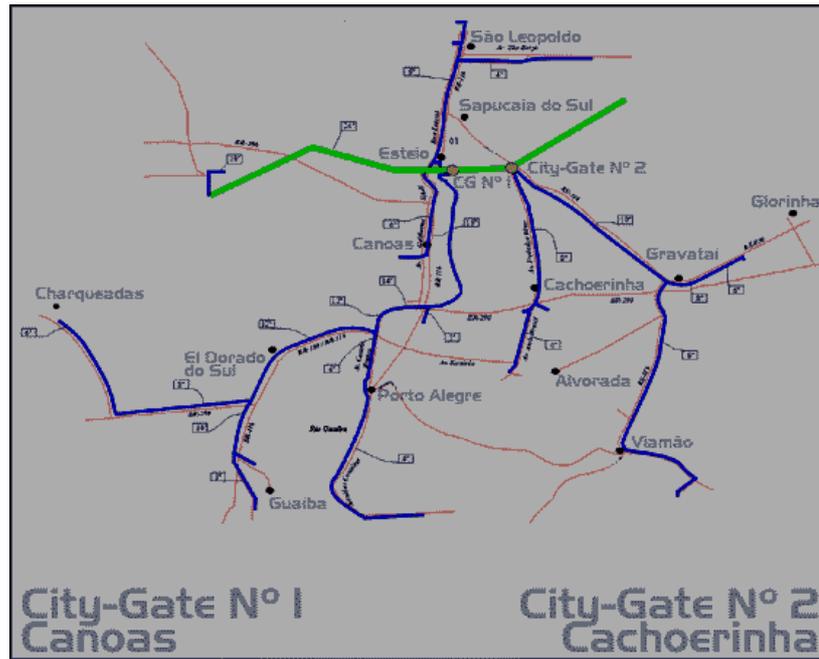


Figura 2.18: City-Gates de distribuição da Sulgás – Região Grande Porto Alegre  
Fonte: Sulgás, 2002

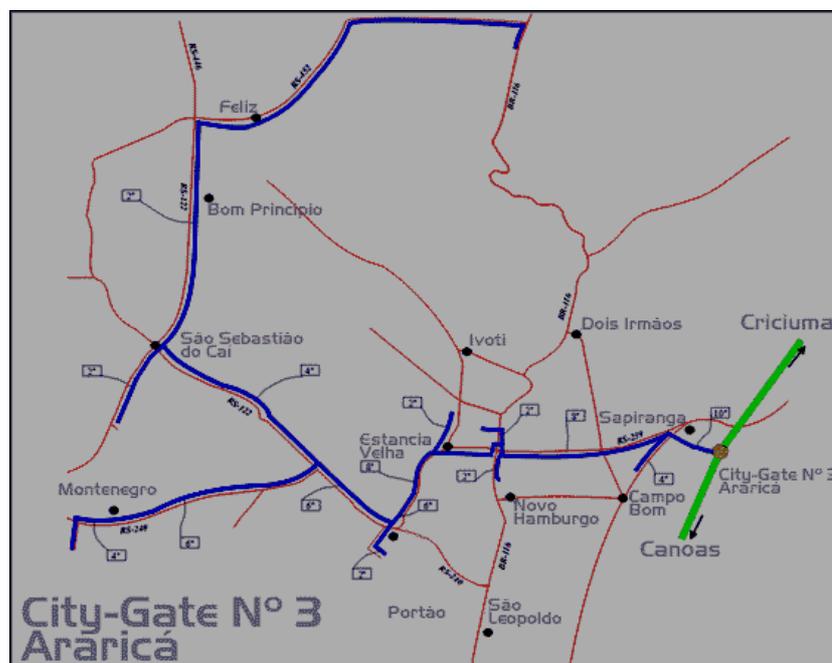


Figura 2.19: City-Gates de distribuição da Sulgás – Região Vale dos Sinos  
Fonte: Sulgás, 2002

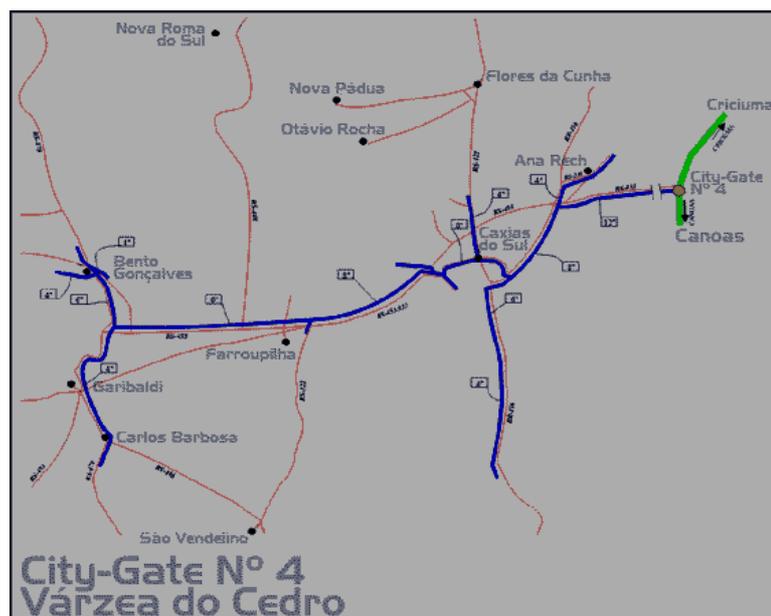


Figura 2.20: City-Gates de distribuição da Sulgás – Região Serra Gaúcha  
Fonte: Sulgás, 2002

## 2.4 MODELOS DE PREVISÃO DE DEMANDA ENERGÉTICA

As políticas energéticas são intimamente ligadas às políticas macro-econômicas de diversas formas. Entretanto, GROENENDAAL (1998) aponta três razões para que se considere o planejamento de demanda no nível macro insuficiente para uma análise aprofundada do mercado do gás natural:

- i. Mesmo os mais sofisticados modelos que suportam os planejamentos macro-econômicos não incluem o nível de detalhamento requerido pelo planejamento em investimentos de infra-estrutura para o gás natural. Uma abordagem micro-econômica é mais recomendável, sem, entretanto, que se perca a ligação com o ambiente macro-econômico.
- ii. Análises macro-econômicas em ambientes que apresentam rápidas mudanças são muito difíceis de serem efetuadas. Uma avaliação dos clientes potenciais dos principais setores que utilizam energia é necessária. Mais do que isso, é necessário considerar a possibilidade de setores emergentes. Para estes setores, a tecnologia utilizada atualmente deve ser analisada e as probabilidades do surgimento de novas tecnologias mais eficientes no futuro devem ser avaliadas.
- iii. Para determinar as especificações técnicas de infra-estrutura para o gás natural, é necessário ter conhecimento específico sobre a localização da demanda. Planejamentos macro-econômicos não conseguem ir ao encontro destas necessidades

de informação.

Estes três aspectos demonstram que uma abordagem *bottom-up* baseada em considerações micro-econômicas deve ser incorporada aos modelos macro-econômicos para a estimativa de demanda.

GROENENDAAL (1998) descreve o desafio de obter uma estimativa razoável da demanda futura de gás natural, em um setor industrial de determinada área geográfica, quando o gás ainda não está disponível naquela área. Como resposta a este desafio, o autor propõe que seja estudada a lucratividade que o gás natural pode promover em um determinado setor industrial, logo em seguida multiplicando a produção futura daquele setor pela quantidade requerida de gás natural na sua produção. Esta abordagem funcionaria se o número de processos produtivos considerados é limitado.

Quando isso acontece, o desenvolvimento das reservas de gás natural é baseado em algumas aplicações com características de uso intensivo de energia, tais como geração elétrica, cimento, aço e produção de fertilizantes. Assumindo que a demanda futura destes produtos possa ser prevista corretamente, a previsão de demanda para o gás natural torna-se consistente (GROENENDAAL, 1998).

Os estudos conduzidos por GROENENDAAL (1998) dizem respeito ao mercado Indonésio, cujo setor de manufatura apresentava rápido crescimento. Para este mercado em particular era necessário estudar também os setores industriais não energético-intensivos, ou seja, os setores com características sem uso intensivo de energia. A escolha entre produtos derivados de petróleo ou gás natural deveria ser estudada em nível de processos de produção.

A estimativa de demanda por energia em uma economia, ou em um setor da economia, pode ser baseada em abordagens econométricas ou abordagens descritivas. A seguir descreve-se estes dois tipos de abordagem.

#### **2.4.1 A ABORDAGEM ECONOMÉTRICA PARA PREVISÃO DE DEMANDA**

Podem ser distinguidas duas principais abordagens econométricas, a saber, a abordagem de produção e a abordagem de demanda. Uma abordagem de produção é a função de produção KLEM, onde K, L, E e M representam, respectivamente, os fatores Capital, Trabalho, Energia e Outros *inputs* intermediários. Esta abordagem é mais usada para estimar as elasticidades de não energéticos e energéticos, quando analisa-se os efeitos dos *inputs* não energéticos na demanda derivada por energia (GROENENDAAL, 1998).

Outra abordagem é baseada na relação entre a demanda de energia e o Produto

Interno Bruto (PIB). Como o PIB representa a demanda e o fornecimento em um nível bastante agregado, as elasticidades podem ser utilizadas para prever as demandas futuras por energia somente se não houver mudanças na estrutura econômica daquele mercado (GROENENDAAL, 1998). Fica claro que esta abordagem é bastante limitada para aplicação ao mercado brasileiro, face às suas características de desenvolvimento e consolidação.

Uma abordagem econométrica completamente diferente é a que inicia com a demanda final da economia por bens. A variável dependente é a fatia do orçamento de um bem, o qual é função da renda e dos preços. Algumas categorias típicas onde esta abordagem é empregada incluem roupas, alimentos, aluguéis, entre outros. Uma vez que o modelo se baseia na demanda final por bens, o resultado é a demanda total de energia em uma economia. Esta abordagem não é apropriada para a estimativa de demanda por um tipo específico de combustível (GROENENDAAL, 1998).

Uma desvantagem das aproximações econométricas é que as mudanças na estrutura do setor de manufatura não são incorporadas, a menos que o método seja aplicado em um nível de desagregação suficientemente grande, e os diferentes níveis sejam combinados para que se obtenha a demanda total. Estas aproximações também requerem longas séries temporais, o que não é a realidade em países em desenvolvimento, que apresentam rápido crescimento em determinados setores econômicos. Mais ainda, para a determinação das linhas de transmissão do gás, segundo GROENENDAAL (1998) não é suficiente ter uma estimativa global da demanda por gás natural, uma vez que esta estimativa não indicará a sua distribuição geográfica.

#### **2.4.2 A ABORDAGEM DESCRITIVA PARA PREVISÃO DE DEMANDA**

As abordagens descritivas são baseadas na taxas que refletem a quantidade de energia usada na produção, onde a produção é representada pelo PIB. Uma destas taxas é a intensidade de energia (algumas vezes chamada eficiência de energia) da economia total ou de um setor em particular, definida como a quantidade total de energia utilizada dividida pelo PIB. Definições similares podem ser dadas por subsectores econômicos e por energéticos (petróleo, gás, carvão e eletricidade). Mudanças na intensidade de energia ao longo do tempo indicam mudanças tecnológicas, aumento da industrialização ou uso mais eficiente de energia (GROENENDAAL, 1998).

A principal desvantagem dos métodos descritivos é que eles não conectam as mudanças nas taxas de energia com as mudanças no mercado de energia e mudanças de

fatores que influenciam o mercado de energia. Os métodos descritivos apenas descrevem as tendências. Se aplicados em um nível agregado, eles também têm a desvantagem de que as mudanças na estrutura econômica também não poderão ser avaliadas (GROENENDAAL, 1998).

Outra dificuldade quando se analisa o mercado de energia em países em desenvolvimento é que as séries de dados ao longo do tempo são muito instáveis. Segundo GROENENDAAL (1998), em muitos países em desenvolvimento o uso de combustíveis tradicionais, como por exemplo madeira, não são incluídos, ou apenas parcialmente incluídos, nos dados oficiais.

Qualquer que seja o método usado para estimar a demanda por energia, se um novo tipo de combustível se torna disponível, nenhum dado histórico pode ser capturado para sua previsão de demanda. Pode-se fazer a estimativa da demanda para o novo combustível baseando-se na quantidade de energia que é necessária para repor a quantidade de energia atualmente utilizada. Entretanto, esta abordagem não contabilizará fatores econômicos e não levará em conta que fonte de energia será substituída.

GROENENDAAL (1998) descreve um método para a previsão de demanda do gás natural em diferentes setores industriais, baseado nas taxas de intensidade energética. A demanda pelo combustível  $f$  no subsetor  $j$  no período  $t$  é denotada por  $D_{j,t}^f$ . Esta demanda é dependente de  $\mathcal{E}_{j,t}^f$  a taxa de intensidade de energia para o combustível  $f$ , e do  $GVAR_{j,t}$  o valor agregado bruto ao PIB por aquele setor. Dessa forma, têm-se por definição:

$$\text{Eq. 2.1.} \quad D_{j,t}^f = \mathcal{E}_{j,t}^f GVAR_{j,t}$$

para todo  $f \in F$ , sendo  $F$  o conjunto de todas as fontes energéticas, e  $j = 1, \dots, T$  com  $T$  o número total de subsetores do setor industrial. A demanda total por fonte energética  $f$  em um período  $t$  é, por definição:

$$\text{Eq. 2.2.} \quad D_t^f = \sum_{j=1}^T D_{j,t}^f$$

A demanda total de energia de um subsetor  $j$  em um período  $t$  é definida por:

$$\text{Eq. 2.3.} \quad D_{j,t} = \sum_{f \in F} E^f(D_{j,t}^f)$$

onde as funções  $E^f$  transformam as diferentes formas de energia em uma mesma base de medida de energia (por exemplo, Joule), na qual a quantidade total de energia pode ser expressa. A taxa de intensidade de energia total de um subsetor  $j$  em um período  $t$  é dada por:

$$\text{Eq. 2.4.} \quad \varepsilon_{j,t} = \sum_{f \in F} E^f(\varepsilon_{j,t}^f)$$

É importante observar que o modelo contém apenas definições para o período  $t$ , baseado no pressuposto que  $\varepsilon_{j,t}^f$  e  $GVAR_{j,t}$  são conhecidos. Para obter as estimativas de demanda para os diferentes combustíveis no período  $t + 1$ , precisa-se informações sobre o  $\varepsilon_{j,t+1}^f$  e  $GVAR_{j,t+1}$

Segundo GROENENDAAL (1998), uma empresa trocará o combustível atual por gás natural somente se o preço pago pelo energético for menor que o pago atualmente. A medida analítica para esta troca é o *netback value* do gás. O *netback value* é definido como o preço máximo que o consumidor pode pagar, dados todos os outros custos, que é o preço no qual o valor presente líquido (NPV) da conversão torna-se zero. O NPV da conversão do processo produtivo do combustível  $f$  para o gás natural  $g$  é dado por:

$$\text{Eq. 2.5.} \quad NPV_t = \sum_{k=t}^T \frac{-I_k^g + (O_k^f - O_k^g) + (P_k^f D_t^f - P_k^g D_t^g)}{(1+i)^{k-t}}$$

onde  $T-t$  é o período de vida útil do investimento,  $I^g$  são os custos de investimento para conversão ao gás natural,  $O^f$  e  $O^g$  são os custos de operação mais manutenção do combustível atual  $f$  e do gás natural  $g$ , respectivamente,  $P^f$  e  $P^g$  são os preços do combustível  $f$  e  $g$ , respectivamente,  $D^f$  é a quantidade de combustível  $f$  requerida,  $D^g$  é a quantidade de gás requerida para substituir  $D^f$ ,  $i$  é a taxa de desconto.

### 2.4.3 OUTROS MODELOS DE PREVISÃO DE DEMANDA ENERGÉTICA

Neste capítulo apresentam-se diferentes estudos conduzidos na área de previsão de demanda energética, conduzidos em diferentes partes do mundo. Os trabalhos apresentam desde abordagens macro-econômicas até modelos econométricos e modelos descritivos.

Alguns estudos não são aprofundados neste capítulo, mas servem como entendimento das principais linhas de pesquisa atualmente em desenvolvimento, como por exemplo, desenvolvimento de mercados para tecnologias de energia renovável (CHARTERS, 2001), modelos que combinam reservas físicas de petróleo com as variáveis econômicas e regulatórias (MORONEY & BERG, 1999), métodos de otimização de suprimento de gás natural para distribuidoras locais (GULDMANN & WANG, 1999), e modelos de otimização para o planejamento de compras de gás natural, bem como seu transporte, estoque e entrega (BOPP et al., 1996).

Entre os países, a taxa de consumo energético por renda (intensidade de energia) não tem se mantido constante (GALLI, 1998). A intensidade energética tende a aumentar com a renda, quando a renda cresce de níveis baixos, e tende a diminuir com a renda, quando esta cresce além de um nível crítico. A evidência desta mudança na intensidade de energia tem sido ignorada por muitos modelos de demanda de energia, os quais tipicamente assumem como sendo uma função monótona a relação entre o consumo de energia e o nível de atividade econômica, bem como assumem como sendo constante a elasticidade entre a demanda de energia e a renda. O estudo elaborado por GALLI (1998) examina este fenômeno em 10 países da Ásia (Índia, Paquistão, Sri Lanka, Bangladesh, Malásia, Indonésia, Tailândia, Filipinas, Coréia do Sul, Taiwan), modelando a demanda energética como uma função não-monótona da renda. O foco do estudo foi os países emergentes Asiáticos porque estes estavam desempenhando um papel importante nos mercados energéticos mundiais, e porque era importante verificar se as suas intensidades energéticas iriam cair à medida em que fossem enriquecendo. A análise mostra que a mudança de intensidade energética já ocorreu em países como Taiwan e Coréia do Sul, os países mais ricos dentre os pesquisados, demonstrando um claro declínio em sua intensidade energética, graças ao progresso tecnológico e a substituição de combustíveis, bem como a significativa mudança do perfil produtivo nacional, menos dependente de indústrias com características de uso intensivo de energias.

O modelo de demanda energética agregada gerado por GALLI (1998) é logarítmico na renda e no preço da energia, com um termo quadrático no logaritmo da renda. Como consolidação da pesquisa, foi utilizado o modelo quadrático e um modelo log-linear

para a previsão de demanda energética total nos países Asiáticos de 1991 a 1995. Nos países com médias a grandes rendas (Taiwan, Coréia do Sul, Malásia e Tailândia), o modelo quadrático apresentou melhores resultados que o modelo log-linear, com um erro de previsão de demanda de 9 % contra 43 % em 1995. Para a região como um todo, o modelo quadrático apresentou resultados também mais acurados do que o modelo log-linear, com um erro de previsão de demanda de 16 % contra 28 % em 1995.

Em um estudo conduzido por LONSHTEYN (1995), é proposta uma abordagem utilizando análise de escolhas discretas, pressupondo que a maioria dos clientes de gás natural viria de usuários de combustíveis competidores, tais como óleo ou eletricidade. O estudo separou os potenciais clientes em três categorias: pequenos, menos de 500 milhões de pés cúbicos (14,16 milhões de metros cúbicos) por ano; médios, entre 500 e 5000 milhões de pés cúbicos (14,16 e 141,6 milhões de metros cúbicos) por ano; e grandes, mais de 5000 milhões de pés cúbicos (141,6 milhões de metros cúbicos) por ano. Cada classe foi estudada separadamente a fim de apontar as diferenças nos comportamentos econômicos entre pequenas, médias e grandes organizações. O objetivo era estudar como os preços dos combustíveis, o estado da economia local, as preocupações ambientais e as atividades de marketing da empresa distribuidora de gás afetavam as intenções de troca para o gás natural. A análise estatística revelou que os clientes de porte pequeno e médio faziam mais perguntas à medida em que se aumentava os investimentos em divulgação do gás. Entre estas duas classes, as preocupações ambientais afetavam mais as empresas médias do que as pequenas. O fator ambiental era estatisticamente insignificante para os clientes de grande porte, sendo que o autor aponta para a maturidade ambiental destas empresas como a explicação para este resultado (a variável ambiental estaria sendo tomada como uma condição obrigatória em qualquer caso, e já estaria incorporada mesmo nos processos que utilizassem combustíveis mais poluidores). A relação de preços entre o gás natural e o combustível competidor afetou as escolhas em todas as classes, independente de tamanho da organização. A análise conduzida no estudo apontou a probabilidade de troca de combustível como dependente da economia, refletida pela taxa de desemprego. Para clientes de grandes volumes, a variável mais importante era a previsão de mudança da taxa de desemprego (taxa de desemprego do próximo ano menos a taxa de desemprego do ano atual), ou seja, as grandes organizações chegavam às suas decisões de trocas de combustíveis baseadas no estado futuro da economia. Estes clientes fariam mais conversões para o gás natural se acreditassem que a taxa de desemprego cairia durante o próximo ano.

O progresso tecnológico, segundo JACOBSEN (2001), é um importante fator para

a modelagem da demanda de energia no longo prazo, e é frequentemente caracterizada como o principal fator de discrepância das previsões de demanda de energia dos diferentes modelos. Para as análises da demanda energética de longo prazo, a inovação domina a questão do progresso tecnológico, ainda que, em muitos modelos, a inovação tenha sido tratada como uma variável exógena.

A inovação impacta na demanda energética de diferentes maneiras: i) inovação nas tecnologias de suprimento de novas energias; ii) inovação de tecnologias que diretamente economizam energia (tecnologias de uso final); iii) inovação de novos processos produtivos, que indiretamente afeta a demanda por energia; iv) inovação de produtos novos ao consumidor, que mudam o padrão de consumo e indiretamente afeta a demanda energética para a produção destes produtos novos (JACOBSEN, 2001).

A inovação nas tecnologias de suprimento de novas energias contempla as inovações de novos combustíveis e equipamentos de custo reduzido para que haja vantagens na adoção dos novos combustíveis, como por exemplo, hidrogênio. É difícil prever o principal elemento de uma mudança para uma tecnologia específica. Por outro lado, as inovações que fazem com que um protótipo seja economicamente viável são mais fáceis de se prever, uma vez que estão relacionadas a um grande número de pequenas melhorias, e estas emergem gradualmente ao longo do tempo (JACOBSEN, 2001).

A segunda categoria de inovação refere-se às tecnologias de uso final. A modelagem da inovação está baseada nas atividades de pesquisa pública e privada, as quais realizam estudos e pesquisas para a melhoria da eficiência energética.

O progresso técnico de processos produtivos também tem implicações para a demanda energética. Há progresso técnico que aumenta o uso de energia, bem como há progresso técnico que diminui sua utilização. Em muitos casos, a automação requer o uso de mais eletricidade, da mesma forma que transportes mais rápidos requerem um aumento do uso de vários tipos de energia. Em outros casos, a energia consumida é reduzida, como por exemplo, quando o uso de enzimas industriais proporciona processos com temperaturas mais baixas, ou quando a reorganização da rotina de um processo reduz o tempo de processamento (JACOBSEN, 2001).

A última opção de inovação é a mais indireta influência da tecnologia. A inovação de produtos novos ao consumidor muda o padrão de consumo ao longo do tempo. É muito incerto se esta mudança fará com que haja maior ou menor consumo energético. Dois campos de análise são possíveis: produtos inovadores que consumirão muito pouca energia ou produtos inovadores que continuarão a atual forma de utilização de eletricidade, os quais

consomem uma quantidade relativamente grande de energia (JACOBSEN, 2001).

CARRARO & GALEOTTI apud JACOBSEN (2001) descrevem um modelo macroeconômico para a Europa chamado WARM, no qual o progresso tecnológico é tido como uma variável endógena. O modelo WARM é um modelo econométrico de equilíbrio geral, no qual os modeladores vêm dois canais através dos quais as políticas ambientais podem influenciar os progressos tecnológicos e a eficiência energética: i) subsídios para as empresas de pesquisa e desenvolvimento resultarão economias em termos de novas energias e tecnologias limpas; ii) subsídios para empresas comprometidas em adotar as melhores tecnologias disponíveis acelerarão o progresso tecnológico.

A razão  $\frac{k_e}{k_p}$  do capital de tecnologias limpas (sem uso intensivo de energia)

dividido pelo capital poluidor padrão (uso intensivo de energia) é utilizado como um indicador do progresso tecnológico. Os investimentos em pesquisa e desenvolvimento aumentam o crescimento do capital sem uso intensivo de energia  $k_e$ .

#### 2.4.4 MODELOS APLICADOS A CASOS BRASILEIROS

Poucos são os estudos disponíveis de previsão de demanda englobando o gás natural no Brasil. Pode-se destacar o trabalho de BENSUSSAN (2000) que aborda, através de técnicas econométricas, a elasticidade existente entre o PIB gaúcho, o PIB brasileiro e a demanda energética. Com relação ao gás natural, BENSUSSAN (2000) prevê que em 2007 este energético responderá por 13,7 % dos requerimentos totais de energia do estado, deslocando principalmente o petróleo e seus derivados. Sua conclusão leva em consideração os investimentos em infraestrutura realizados ao longo dos últimos anos, como as construções de gasodutos e a contratação de volumes pré-estabelecidos.

PASSOS et al. (1995) apresentam um estudo onde elaboram uma projeção de consumo do gás natural em diversos setores, incluindo o setor automotivo. Como premissa adotada para a estimativa do mercado futuro de gás natural automotivo na área de concessão da CEG no Rio de Janeiro, o estudo contabilizou o consumo de gás natural daquele ano no setor automotivo, projetando uma taxa de crescimento anual igual a apresentada pela Argentina entre os anos 5 e 9 de implantação de seu programa. Os resultados previstos pelo estudo para 1999 eram de 332 milhões de metros cúbicos para o setor automotivo. Os dados reais de consumo para o setor automotivo naquele ano foram de 91 milhões de metros

cúbicos, muito abaixo das expectativas projetadas, mostrando os riscos das projeções baseadas em paralelismos com outros mercados consumidores.

#### 2.4.5 SÉRIES TEMPORAIS

A previsão de demanda através da utilização de métodos quantitativos pode ser feita a partir de vários modelos matemáticos. O emprego de cada modelo depende basicamente do comportamento da série temporal que se deseja analisar. Uma série temporal pode exibir até quatro características diferentes em seu comportamento: média, sazonalidade, ciclo e tendência (MAKRIDAKIS *et al apud* PELLEGRINI, 2000). Estas características estão exemplificadas na Figura 2.21

A característica de média existe quando os valores da série flutuam em torno de uma média constante. A série possui característica sazonal quando padrões cíclicos de variação se repetem em intervalos relativamente constantes de tempo. A característica cíclica existe quando a série exibe variações ascendentes e descendentes, porém, em intervalos não regulares de tempo. Finalmente, a característica de tendência ocorre quando a série apresenta comportamento ascendente ou descendente por um longo período de tempo (PELLEGRINI, 2000).

As variações em uma série temporal que não podem ser explicadas pelas características demonstradas na Figura 2.21 são devidas ao *ruído aleatório* no processo gerador dos dados. Tal ruído não é matematicamente modelável.

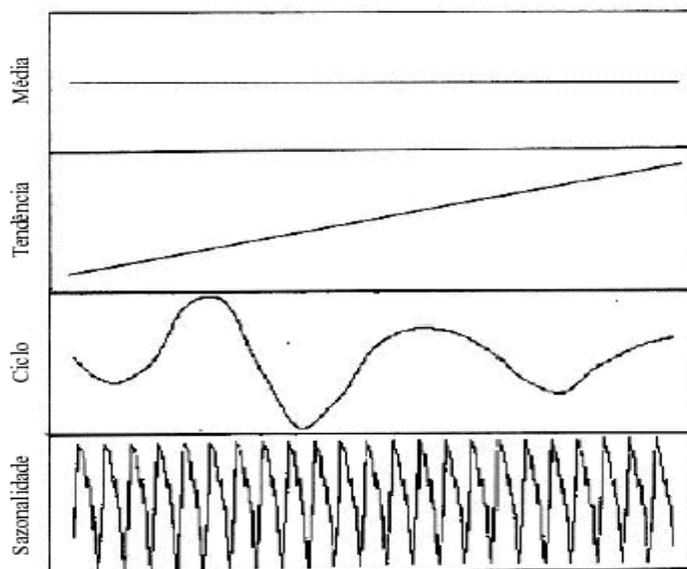


Figura 2.21: Características de uma série temporal.

Fonte: Pellegrini, 2000

A seguir, são apresentados os principais modelos utilizados como métodos quantitativos para previsão de demanda.

- **MODELOS DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL**

Os modelos de suavização exponencial são amplamente utilizados para previsão de demanda devido a sua simplicidade, facilidade de ajustes e boa acurácia. Estes métodos usam uma ponderação distinta para cada valor observado na série temporal, de modo que valores mais recentes recebam pesos maiores. Assim, os pesos formam um conjunto que decai exponencialmente a partir de valores mais recentes (PELLEGRINI, 2000).

- **MODELOS DE DECOMPOSIÇÃO**

Os modelos de decomposição estão entre as técnicas mais antigas para a análise de séries temporais (MAKRIDAKIS *et al. apud* PELLEGRINI, 2000). Estes modelos partem do princípio de que uma série temporal pode ser representada por seus componentes separadamente. Assim, a série principal é decomposta em séries para sazonalidade, tendência, média, ciclo e ruído aleatório.

$$\text{Série Temporal} = f(S_t, T_t, L_t, C_t, a_t)$$

Modelos de decomposição se dividem em aditivo e multiplicativo. No modelo aditivo, como o próprio nome informa, a série temporal é constituída pela soma de seus componentes, ou seja,

$$\text{Eq. 2.6} \quad z_t = S_t + T_t + L_t + C_t + a_t$$

Já no modelo multiplicativo, a série temporal é constituída pelo produto dos componentes,

$$\text{Eq. 2.7} \quad z_t = S_t \times T_t \times L_t \times C_t \times a_t$$

Uma vez feita a decomposição da série temporal, sua previsão para períodos futuros é feita a partir do reagrupamento das previsões individuais dos componentes. Como o componente de ruído aleatório não é modelável, seu valor é igualado a zero no modelo aditivo, e um no modelo multiplicativo.

A aplicabilidade destes modelos se deve ao fato que padrões na série podem ser melhor visualizados após a decomposição da mesma.

- **MODELOS DE BOX-JENKINS**

Os modelos de Box-Jenkins, também conhecidos como *Modelos Autoregressivos Integrados a Média Móvel*, ou simplesmente *ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)*, foram propostos por George Box e Gwilym Jenkins no início dos anos 70 (BOX *et al. apud* PELLEGRINI, 2000).

Os modelos de Box-Jenkins partem da idéia de que os valores de uma série temporal são altamente dependentes, ou seja, cada valor pode ser explicado por valores prévios da série. Os modelos ARIMA representam a classe mais geral de modelos para a análise de séries temporais.

## **2.5 PESQUISA QUALITATIVA**

Como ponto de discussão inicial coloca-se a distinção entre dados qualitativos e quantitativos. Segundo WOLCOTT (1994), deve-se deixar de lado a questão semântica para rotular os dados e fazer a classificação considerando a abordagem utilizada pelo pesquisador que está coletando os dados. Dessa forma, dados qualitativos são dados gerados por pesquisadores qualitativos, ou, de uma maneira mais refinada, dados qualitativos são quaisquer dados coletados por pesquisadores com orientação qualitativa. No cenário qualitativo, os mesmos dados podem ter significados e usos completamente distintos, dependendo do propósito do pesquisador.

Pode-se descrever a pesquisa qualitativa como focada nas experiências das pessoas e os significados que possuem nos eventos, processos e estruturas de seu padrão social normal (SKINNER *et al.*, 2000). Tal pesquisa pode envolver contato prolongado ou intenso com pessoas e grupos em suas situações do dia-a-dia. Este fato promove uma visão holística, através das próprias palavras e percepções dos participantes, de como eles entendem, processam e agem dentro destas situações (MILES & HUBERMAN *apud* SKINNER *et al.*, 2000). O maior desafio para os pesquisadores qualitativos não é a coleta de dados, mas a compreensão do que pode ser feito com eles, ou seja, aonde eles podem conduzir (RIBEIRO & NODARI, 2000).

A pesquisa qualitativa enfatiza a interpretação. O pesquisador que tenta impedir que as suas interpretações e as interpretações dos participantes influenciem o processo de

pesquisa falha no seu entendimento do que está envolvido na pesquisa qualitativa. As interpretações são centrais porque a pesquisa qualitativa permite aos pesquisadores examinar a maneira que as pessoas pensam e agem. O entendimento de como as pessoas pensam e agem somente pode ser alcançado através do entendimento das interpretações (EZZY, 2001).

As pesquisas qualitativas utilizam uma amostra pequena, muitas vezes não representativa dos respondentes, com o intuito de refinar um conceito, conhecer reações, aprender a linguagem do cliente ou explorar novas idéias e oportunidades. Este tipo de pesquisa geralmente é conduzido via entrevistas pessoais ou discussão em grupos focados, realizado com contatos pessoais, via telefone ou através da internet (HELLEBUSCH, 2000).

HYDE (2000) oferece uma análise do que chama de visão tradicional da separação entre pesquisa qualitativa e quantitativa: enquanto esta última examina dados que são números, a primeira examina dados que são narrativas. Inerente a esta dicotomia apresenta-se a visão de que a pesquisa quantitativa geralmente adota um processo dedutivo, enquanto a pesquisa qualitativa adota um processo indutivo. Embora esta distinção em geral seja verdadeira, o autor argumenta que esta visão não descreve acuradamente os processos adotados pelos dois tipos de pesquisas na prática, e em seu estudo demonstra que metodologias qualitativas podem e devem ser associadas com processos dedutivos.

Há duas aproximações gerais para a razão que podem gerar aquisição de novos conhecimentos, nominalmente, a razão indutiva e a razão dedutiva. A razão indutiva é um processo de construção da teoria, começando com observações de eventos específicos, buscando estabelecer generalizações sobre o fenômeno sendo investigado. A razão dedutiva é um processo de teste da teoria, o qual inicia com uma teoria estabelecida ou generalização e procura ver se a teoria se aplica a eventos específicos (HYDE, 2000).

O estudo qualitativo clássico é aquele no qual as descobertas são garimpadas nos dados. Ao invés de ir ao campo de pesquisa com uma teoria subsidiando o estudo e deixando que a teoria dê cor aos dados, a abordagem do estudo clássico sugere que o pesquisador inicie seu estudo com a mente aberta para as possibilidades que os dados apresentam (STRAUSS & CORBIN apud HYDE, 2000). Um estudo qualitativo busca identificar conceitos básicos e as relações entre eles (FRANKFORT-NACHMIAS & NACHMIAS apud HYDE, 2000). Os dados de um estudo qualitativo podem incluir transcrições de entrevistas em profundidade, observações ou documentos (PATTON apud HYDE, 2000).

Muitos pesquisadores são guiados a acreditar que o papel da pesquisa qualitativa é o de ser um primeiro passo a ser tomado antes da verdadeira pesquisa – a pesquisa quantitativa – ser conduzida. Esta visão deprecia o papel da pesquisa qualitativa. O que é

importante em qualquer programa de pesquisa não é um estágio qualitativo, seguido de um quantitativo, mas sim um estágio indutivo seguido de um dedutivo. Dessa forma, conclui-se que a questão central não é saber que abordagem é a correta (indutiva ou dedutiva), uma vez que ambas são corretas e ambas são necessárias no campo da pesquisa (HYDE, 2000).

Deve-se reconhecer as diferentes bases nas quais as aproximações buscam estabelecer generalizações. As bases para generalização em estudos quantitativos são generalizações estatísticas, ou seja, toma-se uma amostra dos elementos através de um método de seleção probabilístico, e esta amostra permitirá estimar as propriedades da população de interesse com um grau de acuracidade conhecido (KINNEAR & TAYLOR apud HYDE, 2000).

As bases para generalização em estudos qualitativos são analíticas (YIN apud HYDE, 2000). Em uma pesquisa qualitativa a meta do pesquisador é expandir e generalizar teorias, não estabelecer a frequência na qual um fenômeno ocorre em uma população. O entendimento profundo na pesquisa qualitativa é baseado no conhecimento detalhado do particular e suas nuances em cada contexto (STAKE apud HYDE, 2000). Mesmo um caso singular, se estudado com suficiente profundidade, pode prover as bases para uma explanação teórica de um fenômeno geral.

Segundo LETELIER et al. (2000), nas observações das pesquisas de mercado feitas pela maioria das empresas, estas recebem resultados julgados fracos porque as empresas tendem a querer escutar uma voz consistente dos clientes, uma que claramente expresse a necessidade por um produto ou serviço em particular. O problema com esta abordagem é que se perde completamente um recurso chave que as entrevistas qualitativas podem prover, qual seja, identificar as áreas relacionadas ao estilo de consumo dos clientes onde haja conflito ou ambivalência. Estas ambivalências cobrem não somente o que os clientes precisam de uma categoria de produto ou serviço, mas também seus objetivos e o significado que os clientes recebem do produto no contexto de suas vidas. Estas expressões ignoradas apresentam oportunidades para a criação de produtos ou serviços inovadores que muitas companhias hoje em dia desconsideram.

### **2.5.1 PESQUISA QUALITATIVA NO CENÁRIO INTERNACIONAL**

Com o objetivo de competir internacionalmente nos mercados, as organizações têm se esforçado para obter informações sobre as diferentes culturas, preferências dos clientes, percepções e valores. Aproximadamente US\$ 12 bilhões foram investidos em pesquisa

de mercado somente no ano de 1997. As 25 maiores companhias de pesquisa de mercado receberam 45 % dos seus ganhos (aproximadamente U\$ 3 bilhões) de operações fora de seus países de origem. De todos os gastos na Europa, 9 % foram dedicados às pesquisas qualitativas (ESOMAR apud ZIMMERMAN & SZENBERG, 2000). Aplicando-se este percentual ao cenário mundial, estima-se que aproximadamente U\$ 1 bilhão sejam investidos em pesquisa qualitativa.

A magnitude dos gastos em pesquisa qualitativa no cenário internacional indica a importância que esta abordagem alcança. Segundo RUYTER & SCHOLL apud ZIMMERMAN & SZENBERG (2000), os *insights* chaves em marketing podem surgir de um pequeno número de entrevistas.

No estudo conduzido por ZIMMERMAN & SZENBERG (2000) seu objetivo era obter uma visão qualitativa da frequência de uso dos métodos mais comuns em pesquisa de mercado qualitativa em alguns países selecionados, as dificuldades encontradas na aplicação destes métodos e as técnicas utilizadas para superar estas dificuldades. Para este estudo foram entrevistados gerentes de pesquisa de mercado de empresas com atuação global.

Na análise do uso das várias técnicas de pesquisa de mercado, os autores focaram em técnicas específicas e países específicos. Na seleção dos mercados optaram por priorizar o potencial de crescimento do país e importância para os Estados Unidos enquanto parceiros de negócios. Os países selecionados foram: Reino Unido, Alemanha, Rússia, México, Chile, Japão, Coreia do Sul, Malásia, Tailândia, França, Itália, Arábia Saudita, Argentina, Brasil, China, Indonésia e Taiwan.

Os métodos de pesquisa qualitativa amostrados foram: estudos em grupos focados e três tipos de entrevistas pessoais: no escritório, em casa e interpelação na rua/shopping. Cada um dos métodos foi examinado do ponto de vista de seu uso e dos problemas culturais encontrados. Alguns resultados do estudo de ZIMMERMAN & SZENBERG (2000) são discutidos a seguir.

As técnicas qualitativas são menos usadas em países menos desenvolvidos, apesar de que estudos com grupos focados foram encontrados em todos os países. Entrevistas no escritório também são amplamente utilizadas, em alguns casos (Tailândia, Malásia, Indonésia, Chile e Argentina) mais frequentes do que os grupos focados. O uso de entrevistas em casa é limitado em muitos países. Os resultados mais expressivos foram encontrados no Reino Unido, México, Chile, Brasil e Japão. A abordagem de rua/shopping, quando os respondentes são interpelados pelo pesquisador, é a técnica mais amplamente utilizada em quase todos os países.

Dos potenciais obstáculos relacionados aos respondentes das pesquisas qualitativas, um dos mais importantes foi a dificuldade de obter respostas. Frequentemente os participantes não estavam familiarizados com o processo ou simplesmente não acreditavam no pesquisador. Em muitas culturas asiáticas, os respondentes não se sentiam à vontade para expressar sua opinião individual, a qual poderia diferir do grupo.

## **2.5.2 GRUPOS FOCADOS**

Os estudos em grupos focados são um tipo de pesquisa qualitativa, tipicamente trazendo 8 a 10 participantes qualificados para uma discussão de um tópico particular. Mais do que prover respostas quantificáveis de uma ampla amostra da população, os participantes de grupos focados provêm *inputs* e interações relacionadas ao tópico pesquisado, permitindo um entendimento mais profundo sobre o objeto de estudo. É uma metodologia exploratória, sendo utilizada com o objetivo de entender as percepções, sentimentos, atitudes e motivações dos clientes (EDMUNDS, 1999, GREENBAUM, 2000, HINES, 2000).

Os grupos focados têm sido utilizados como forma de pesquisa em diversas áreas, com diferentes aplicações. Os relatos vão da aplicação de grupos focados utilizada por Ronald Reagan para identificar a reação do público americano à sua proposta de visita ao presidente Gorbachev (COWLEY, 2000), até o estudo da participação de respondentes Chineses em grupos focados *on line* (TSE, 1999), passando por estudos dos atributos mais importantes para escolha de serviços hospitalares no sul da Austrália (JAN et al., 2000), pesquisa de serviços financeiros oferecidos no Reino Unido (ADRIAENSSENS & CADMAN, 1999) e estudo das visões de proprietários de empresas de pequeno e médio porte (BLACKBURN & STOKES, 2000).

A elaboração de uma pesquisa utilizando Grupos Focados (GF) divide-se em três etapas: (i) planejamento, (ii) condução de entrevistas e (iii) análise de dados (OLIVEIRA & FREITAS, 1998).

### **2.5.2.1 PLANEJAMENTO DOS GRUPOS FOCADOS**

Na etapa de planejamento deve ser considerada a intenção do estudo, os usuários da informação e o desenvolvimento de um plano para guiar o restante do processo de pesquisa (RUPPENTHAL & RIBEIRO, 2001).

O planejamento abrange as seguintes fases (EDMUNDS, 1999 & AAKER *et al.*,

1997): (a) determinação dos objetivos, (b) definição de amostra, (c) elaboração de pré-questionário, (d) elaboração de guia de discussão, (e) detalhamento de aspectos logísticos, (f) escolha do moderador.

### **a - Determinação dos objetivos**

A determinação dos objetivos é a fase em que se discute e determina o propósito do GF, através da organização dos pensamentos de maneira lógica e racional (RUPPENTHAL & RIBEIRO, 2001, SIMON, 1999). Os objetivos da pesquisa devem estar centrados em torno de um tema comum.

Podem surgir dificuldades na condução da sessão de GF quando seu objetivo não estiver claramente definido. Esta falta de clareza poderá resultar em confusão, frustração, equívocos, perda de tempo e resultados inadequados (OLIVEIRA & FREITAS, 1998).

### **b - Definição da amostra**

Após a definição dos objetivos, deve-se determinar o grupo de participantes (amostra) que comporá cada GF. Dependendo do alvo e dos objetivos da pesquisa pode-se usar listas de clientes ou escolhas ao acaso. Outra forma de escolha é o uso de facilidades de recrutamento em base de dados. Algumas empresas têm bancos de dados de ex-participantes de GF ou de pessoas interessadas em participar desse tipo de trabalho. Essa possibilidade deve ser evitada, haja vista a profissionalização do respondente em GF, porém deve ser utilizada em situações em que a amostra é difícil de ser estabelecida (RUPPENTHAL & RIBEIRO, 2001).

Embora os grupos focados variem em tamanho, a maioria consiste de 8 a 10 participantes. O grupo deve ser estabelecido com participantes suficientes para que todos tenham a oportunidade de partilhar suas percepções e haja apresentação da diversidade de idéias. Dessa forma, a complexidade do assunto a ser tratado direciona o número de participantes em cada sessão (RUPPENTHAL & RIBEIRO, 2001). Os GF com um grande número de participantes tornam-se difíceis de gerenciar (EDMUNDS, 1999).

### **c - Elaboração de pré-questionário**

O pré-questionário é o instrumento que possibilita ratificar a inclusão do participante no GF, escolhido através da amostra anteriormente definida. O pré-questionário consiste em aplicar 5 a 10 questões básicas e determinar se o participante é qualificado para o grupo focado (RUPPENTHAL & RIBEIRO, 2001). O pré-questionário pode ser realizado por

telefone.

As questões estão relacionadas aos objetivos do GF e também podem incluir questionamentos relativos a hábitos de compra, cargo no trabalho, propriedade de bens e veículos, autoridade de decisão e questões demográficas, tais como idade, renda e sexo (RUPPENTHAL & RIBEIRO, 2001).

A fim de prestar esclarecimentos aos respondentes, a aplicação do pré-questionário deverá conter as seguintes informações (EDMUNDS, 1999):

- I. identificação pessoal do entrevistador,
- II. propósito geral do pré-questionário,
- III. confirmação de que o contato não se relaciona à venda de produtos,
- IV. ênfase na confidencialidade das informações,
- V. questões sobre competidores diretos, para que não estejam no mesmo GF,
- VI. perguntas sobre participações recentes em outros grupos focados,
- VII. convite para participação do GF em questão,
- VIII. valor a pagar pela participação no GF.

Os resultados do pré-questionário também são utilizados para o moderador conhecer os participantes. Após a conclusão do GF ele pode rever os resultados do estudo e comparar com as informações individuais do participante. O conhecimento sobre os participantes pode auxiliar a explicar o porquê de certas respostas ou reações terem ocorrido durante a sessão (EDMUNDS, 1999).

#### **d - Elaboração do guia de discussão**

Nesta fase o propósito é elaborar um conjunto de questões que venham a ser aplicadas durante a sessão do GF e que sejam relevantes para o assunto pesquisado. Outra forma de confecção do guia de discussão é apresentá-lo como uma lista de palavras chaves ou frases completas. Estas questões e listas deverão servir apenas para direcionamento geral do grupo focado. As questões e listas deverão parecer espontâneas para os participantes. Uma entrevista típica de grupo focado deve apresentar aproximadamente 12 questões, palavras chaves ou frases completas. A ordem de apresentação das questões, palavras chaves e frases é importante (RUPPENTHAL & RIBEIRO, 2001). O recomendável é iniciar com aspectos gerais e incluir moderadamente questões específicas (EDMUNDS, 1999 & AAKER et al.,

1997). As questões são classificadas nas seguintes categorias (OLIVEIRA & FREITAS, 1998):

- I. abertas – são normalmente incluídas na primeira rodada de perguntas da sessão, apresentadas a todos os participantes, de forma a permitir respostas rápidas e identificação de características dos participantes,
- II. introdutórias - introduzem o tópico geral e permitem aos participantes reflexão sobre o assunto e experiências pessoais relacionadas ao mesmo,
- III. transição - movem a conversação para as questões chave do estudo,
- IV. chaves – direcionam o estudo e requerem maior estudo, elaboração e análise,
- V. finais – encerram a discussão, considerando o que foi dito sobre o assunto,
- VI. resumos – fazem um resumo, em 2 ou 3 min, das questões chaves e das grandes idéias que emergiram da discussão,
- VII. explicativas – fazem uma breve explanação sobre o propósito do estudo.

O guia de discussão é uma referência para que o moderador (coordenador do GF) possa conduzir adequadamente cada sessão. Além disso, o guia de discussão assegura que a abordagem aos participantes do GF cobrirá todos os objetivos previamente estabelecidos. O propósito da elaboração do guia de discussão é estabelecer uma discussão em cadeia entre os participantes (RUPPENTHAL & RIBEIRO, 2001).

#### **e - Detalhamento de aspectos logísticos**

Nesta fase ocorre o estabelecimento da infra-estrutura que viabilizará a realização do GF. Os aspectos mais importantes a considerar são os seguintes (EDMUNDS, 1999): (i) definição do local e horário de início, (ii) tempo de duração de cada sessão, (iii) uso de equipamentos.

O local escolhido, bem como o horário a ser definido, deverá ser de fácil acesso aos participantes. O local não poderá propiciar distrações, deverá facilitar a disposição dos participantes em seu interior, possibilitar a livre discussão do assunto e possuir sistema de áudio e vídeo.

Sugere-se enviar uma carta de confirmação aos participantes sobre os detalhes da realização da sessão, bem como realizar um telefonema na véspera da data marcada (RUPPENTHAL & RIBEIRO, 2001).

Uma sessão típica de GF tem duração entre 1 hora e meia e 2 horas. O número de

sessões varia em função de as reuniões estarem, ou não, produzindo novas idéias. Se o moderador puder antecipar com clareza o que será dito no próximo grupo, então a pesquisa está encerrada, o que normalmente acontece após a terceira ou quarta sessão (RUPPENTHAL & RIBEIRO, 2001).

É recomendável utilizar áudio e vídeo em uma sessão de GF. O uso de tais equipamentos é considerado como forma de obtenção de dados adicionais, pois registra falas e movimentos não perceptíveis no momento da realização da sessão. Esse aparelhamento possibilita analisar o que não foi verbalizado durante a sessão de GF e que ocorreu enquanto outros participantes apresentavam suas idéias.

A gravação pode ser considerada a principal forma de obtenção de dados, enquanto que a utilização de vídeo apresenta a vantagem de identificar quem está falando, mas pode tornar a sessão incômoda (RUPPENTHAL & RIBEIRO, 2001).

#### **f - Escolha do moderador**

Um aspecto fundamental para assegurar o sucesso de um GF é selecionar o moderador correto para o projeto (EDMUNDS, 1999). O moderador é o coordenador de cada sessão de GF. O moderador deve saber como fazer as perguntas, sondar as informações e tornar os membros do GF confortáveis para manifestarem seus pensamentos e idéias. As características desejadas para um bom moderador de GF são as seguintes (AAKER et al.,1997, EDMUNDS, 1999, RUPPENTHAL & RIBEIRO, 2001): *(i)* habilidade para captar novos conhecimentos, *(ii)* experiência na condução de grupos focados, *(iii)* flexibilidade para enfrentar mudanças, *(iv)* boa memória, audição e concentração, *(v)* administrar corretamente o tempo de cada sessão, *(vi)* manter o nível de atenção dos participantes, *(vii)* ser um facilitador na busca de informações, *(viii)* ser um bom relator, *(ix)* possuir empatia, *(x)* ter conhecimento sobre o assunto em questão, *(xi)* ser um bom observador.

Ocasionalmente pode ser estabelecido um co-moderador a ser designado para acompanhar um GF específico. Essa assistência ao moderador pode ser útil para cobrir um tópico detalhado e que inclua amplas considerações, difíceis de serem captadas somente pelo moderador. Nesses casos, é preciso que ambos estejam afinados quanto à atuação conjunta (EDMUNDS, 1999).

#### **2.5.2.2 CONDUÇÃO DE ENTREVISTAS**

Esta etapa consiste na aplicação prática da sessão de GF. Sugere-se que a sessão

possa iniciar com o moderador se apresentando, dando as boas vindas aos participantes, agradecendo pela participação e explicitando o propósito da reunião. Os participantes da sessão poderão ser apresentados pelo moderador ou entre si. O moderador deverá explicar as regras básicas da sessão, tempo da mesma e forma de responder às questões. Pode estabelecer uma ordem para resposta, ou não. Qualquer formato particular para respostas deverá ser exposto antes de a sessão iniciar (EDMUNDS, 1999, RUPPENTHAL & RIBEIRO, 2001).

Uma boa condução das entrevistas encoraja todos os participantes a discutir e apresentar seus sentimentos, ansiedades e frustrações, assim como a profundidade de suas convicções relevantes para o assunto, sem sentir-se pressionado pela situação (RUPPENTHAL & RIBEIRO, 2001). A chave para obter as melhores compreensões sobre o comportamento do cliente, suas atitudes e suas necessidades é estimulá-lo e provocá-lo para que quebre seu atual paradigma de referência e expresse suas opiniões com ampla liberdade (HALL, 2000).

Existem várias técnicas para conduzir um GF com sucesso. As técnicas mais utilizadas são (AAKER et al., 1997): *(i)* reação em corrente, *(ii)* advogado do diabo *(iii)* falso final. Na reação em corrente o moderador constrói um efeito cumulativo na apresentação do tema a ser abordado, encorajando cada membro do GF a comentar uma idéia inicial sugerida por alguém mais no grupo, adicionando ou expandindo a idéia. Na técnica “advogado do diabo”, o moderador expressa pontos de vista em extremo, que provocam, em princípio, reação por parte dos participantes, porém direcionando-os para uma amistosa convivência. Na técnica do “falso final”, o moderador falsamente conclui a entrevista de GF, agradece ao grupo pela participação e pergunta se existe algum comentário final a ser realizado. Os comentários finais freqüentemente conduzem a novas discussões e muitas vezes geram novos dados (RUPPENTHAL & RIBEIRO, 2001).

Em uma situação ideal de GF os participantes devem estar falando principalmente uns com os outros, muito mais do que com o moderador. O moderador não pode permitir que os assuntos gerem confusão durante o curso da discussão do grupo focado. Existem técnicas de moderação e abordagem dos participantes, dentre as quais pode-se citar (EDMUNDS, 1999): *(i)* votação para escolha de alternativas, *(ii)* ordenamento entre alternativas possíveis, *(iii)* teatro com participação dos participantes e observação das reações de cada um, *(iv)* intervalos estratégicos durante a sessão, em que boas discussões e comentários podem surgir.

### 2.5.2.3 ANÁLISE DE DADOS COLETADOS

O uso dos dados é que vai transformá-los em informação e em novas formas de entender a realidade. A análise de dados pode servir para completar um diagnóstico, identificar ações a serem tomadas, direcionar novos estudos ou simplesmente aprofundar o estudo (AAKER et al., 1997).

Após a coleta de dados os mesmos são transcritos e analisados. Deverão ser consideradas as palavras e os seus significados, o contexto em que foram colocadas as idéias, a consistência interna, a frequência e a extensão dos comentários, a especificidade das respostas e a importância de identificar as grandes idéias (RUPPENTHAL & RIBEIRO, 2001).

Geralmente, um estudo de GF conclui com a entrega e apresentação de um relatório final que resume os resultados qualitativos de uma série de grupos. Esta documentação deve avaliar as similaridades e diferenças entre os grupos. O relatório deve ser uma útil ferramenta de decisão, em que não é suficiente meramente repetir o que foi dito pelos participantes, sem colocar as citações num contexto relacionado ao assunto e as implicações mais evidentes que surgiram dessas citações (RUPPENTHAL & RIBEIRO, 2001).

Muitas fontes de informação são ferramentas úteis para a análise de um GF, quais sejam (EDMUNDS, 1999): *(i)* as anotações ocasionais do moderador, *(ii)* as anotações do co-moderador ou observadores, *(iii)* sessões resumidas/curtas entre moderador, co-moderador, observadores e os clientes que solicitaram a pesquisa, *(iv)* análise de vídeos, *(v)* transcrição de fitas. Para assegurar fidedignidade à avaliação de um grupo focado deve-se:

- I. evitar quantificar resultados, pois grupos focados são análises qualitativas,
- II. mencionar citações apresentadas pelos participantes para dar apoio às avaliações,
- III. identificar quais pensamentos foram gerados através de discussão em fluxo livre,
- IV. repartir ou condensar citações de participantes para mais rapidamente apresentar os pontos de vista. Isso porém só deve ocorrer sem perda de significado da citação.

O relatório final de avaliação do GF pode se constituir de duas formas (EDMUNDS, 1999):

- I. relatório sumário – inclui apenas uma visão geral dos objetivos do estudo e da metodologia aplicada, lista de alternativas a serem analisadas, recomendações a serem tomadas e decorrentes da ação dos grupos.
- II. relatório detalhado - é utilizado quando se pretende incorporar ao relatório sumário as citações apresentadas pelos participantes. As alternativas a serem analisadas e expressas no relatório sumário são expandidas em detalhes e expostas em muito mais profundidade.

O relatório, por ser qualitativo, não pode apresentar gráficos e cartões para ilustrar as conclusões. O cliente deverá receber um relatório que responda às seguintes perguntas (EDMUNDS, 1999):

- I. Qual é o propósito do estudo?
- II. Quais foram os objetivos da pesquisa?
- III. Qual a metodologia usada e por quê?
- IV. Quem falou com quem nos grupos?
- V. Quais foram as alternativas encontradas?
- VI. Como resultado, o que se recomenda?

Uma vantagem da utilização de GF como método de pesquisa qualitativa é que pode ser coordenado, conduzido e analisado em período de tempo relativamente curto. Em contrapartida, o recrutamento dos participantes pode ser difícil, dependendo da qualificação exigida (RUPPENTHAL & RIBEIRO, 2001).

A discussão em GF oferece aos participantes maior estímulo que as entrevistas, proporciona maior espontaneidade e, assim, facilita o surgimento de novas idéias (AAKER *et al.*, 1997).

A realização de um estudo em GF é uma das possíveis alternativas para reunir informações. Entretanto, é importante ressaltar que somente poderão ser obtidas informações úteis se o estudo for conduzido seguindo um método sistemático que assegure confiabilidade e validade aos dados coletados. Dessa forma, um bom planejamento e condução das sessões, seguida de uma análise criteriosa do que foi relatado, pode levar o cliente a obter os dados necessários para subsidiar a tomada de decisão (RUPPENTHAL & RIBEIRO, 2001).

### 2.5.3 OPINIÃO DE ESPECIALISTAS

Todos os métodos de previsão, segundo Wright et al. (1996) e Goodwin (2002), envolvem opiniões. Mesmo que a previsão provenha do método estatístico mais sofisticado, a opinião humana está envolvida na escolha do método de previsão.

Para Rowe & Wright (2001), a opinião de especialistas é freqüentemente necessária na tarefa de previsão, porque faltam informações apropriadas para usar procedimentos estatísticos. Mesmo quando métodos estatísticos são utilizados, os resultados são muitas vezes ajustados de acordo com a opinião de especialistas (BUNN & WRIGHT, 1991).

Segundo Armstrong (2001), em muitas situações, o primeiro passo é perguntar aos especialistas. Algumas vezes isto é suficiente, pois os especialistas podem produzir excelentes previsões. Conforme Remus et al. (1995), os métodos de opinião podem ser particularmente úteis quando as condições não são estáveis, caracterizadas por mudanças.

Independente das condições, a opinião de especialistas é muito utilizada. Nos Estados Unidos da América, Dalrymple (1987) realizou uma pesquisa sobre como as empresas de negócios preparavam suas previsões de vendas e descobriu que a opinião da força de vendas era o mais importante método de previsão.

Morris (1977) define especialista como “qualquer pessoa que tenha conhecimentos especiais sobre certo evento”. A técnica de opinião de especialistas consiste em obter e agregar de alguma forma a opinião desses especialistas. Segundo Kotler (1998), a técnica de opinião de especialistas é um conjunto de pessoas notáveis que são selecionadas e solicitadas a atribuir importância e graus de probabilidade em relação a possíveis desenvolvimentos futuros.

Segundo Armstrong (1986), a opinião de muitos especialistas é melhor que a opinião de um, por isso, sugere que o número ótimo de especialistas seja entre cinco e vinte. Contudo, mais especialistas devem ser usados quando o custo de errar é alto.

Em um meta estudo de previsão, Winklhofer et al. (1996) registraram que a principal razão dos administradores preferirem a previsão por opinião era a acurácia (exatidão) e a facilidade do uso.

Para Harvey (2001), a previsão por opinião pode ser melhorada com o propósito de minimizar inconsistência e viés. A inconsistência se refere à dispersão das previsões em torno da média. Já o viés ou acurácia se refere à distância entre o valor da previsão e o valor

desejável da previsão.

Inconsistência, segundo Harvey (2001), possivelmente surge por causa da variação na maneira de formular o problema de previsão, por causa da variação na escolha ou aplicação do método de previsão ou por que o método de previsão, tal como julgamento humano, introduz um elemento aleatório na previsão. O viés, ainda segundo Harvey (2001), pode surgir automaticamente quando certos tipos de métodos (objetivos ou subjetivos) são aplicados a tipos particulares de dados. Alternativamente, inconsistência e viés podem ser introduzidos (muitas vezes, sem intenção) nos vários estágios do processo de previsão pelos previsores, que têm interesse em um tipo particular de resultado.

Além dos erros já citados, Stewart (2001) afirma que todas as previsões por opinião podem ser afetadas pela falta de confiabilidade inerente do processo de julgamento. A falta de confiabilidade é simplesmente a fonte de erro introduzido pelo previsor pela natureza inconsistente do processo de julgamento humano. Como as pessoas não são consistentes, suas imperfeições são observadas no seu comportamento. Logo, se uma mesma pessoa fizer o mesmo teste em duas ocasiões diferentes, os dois testes terão resultados diferentes.

### **3. ABORDAGENS INDIVIDUAIS PARA PREVISÃO DE DEMANDA**

Neste capítulo são apresentadas as alternativas para a previsão de demanda de gás natural: (i) baseado em dados históricos do Rio Grande do Sul: com base no comportamento pregresso do consumo energético estadual faz-se uma extrapolação dos dados de demanda futuros, estimando-se um percentual de participação do gás natural neste mercado; (ii) baseado em equações de previsão que se apóiam em dados sócio-econômicos: tomando-se como embasamento o tamanho da população, PIB, número de veículos da frota do estado, e as respectivas taxas de crescimento de cada uma destas variáveis, estima-se o potencial consumo de gás natural; (iii) baseado em dados históricos de outros países: tomando-se por base os dados de países onde já se encontra consolidado o mercado de gás natural, faz-se uma analogia ao caso brasileiro, particularmente o estado do Rio Grande do Sul, visualizando o posicionamento deste mercado frente à curva de crescimento e amadurecimento do mercado consolidado; (iv) baseado na opinião dos clientes potenciais: através de grupos focados, busca-se a compreensão das variáveis que influenciam as decisões dos consumidores de energia, bem como a compreensão das soluções de compromisso (*trade off*) realizadas quando da escolha dos diferentes energéticos, utilizando-se técnicas do tipo “preferência declarada”; (v) baseado na opinião de especialistas: através de grupos focados com profissionais do setor energético, economistas, engenheiros e administradores públicos busca-se o perfil de demanda esperado para o gás natural.

#### **3.1 ABORDAGEM BASEADA EM DADOS HISTÓRICOS**

A abordagem baseada em dados históricos pressupõe que o comportamento futuro de demanda será similar ao que foi registrado no passado, sendo que os valores futuros constituem-se extrapolações calculadas a partir da regressão dos valores já conhecidos.

A partir dos dados de consumo energético do setor de consumo nos últimos 10

anos, publicados no Balanço Energético Consolidado do Estado do Rio Grande do Sul, 1999-2000 (BECERS, 2002), serão estabelecidos modelos de regressão que traduzem o comportamento descrito pelos dados pregressos.

O consumo energético do setor de consumo é constituído por: consumo agrícola, consumo industrial, consumo do comércio, consumo em transporte, consumo residencial, consumo público e auto consumo do setor de transformação. A tabela 3.1 apresenta os dados totais de consumo energético de 1991 a 2000 do setor de consumo do estado, sendo que a equação de regressão e o  $R^2$  são apresentados a seguir:

$$y = 285,07x - 560212; R^2 = 0,972; \text{Crescimento anual médio: } \mathbf{3,38\%} \quad (\text{eq. 3.1})$$

Tabela 3.1: Evolução do Consumo Total de Energia do Setor de Consumo, no Estado do Rio Grande do Sul, 1991 a 2000

Ano	Consumo do Setor Consumo ( $10^3$ tep)
1991	7.253
1992	7.814
1993	8.034
1994	8.230
1995	8.374
1996	8.567
1997	9.130
1998	9.213
1999	9.867
2000	9.906

Fonte: BECERS (2002)

A projeção para o ano de 2010, baseado no crescimento anual médio (equação 3.1) indica que o consumo do setor de consumo do estado irá atingir  $13.840 \times 10^3$  tep. Trabalhando-se com três cenários de participação percentual do GN, por exemplo, 1, 5 e 10 %, têm-se, respectivamente,  $160.544.000 \text{ m}^3$  ( $138,40 \times 10^3$  tep),  $802.720.000 \text{ m}^3$  ( $692,00 \times 10^3$  tep), e  $1.605.440.000 \text{ m}^3$  de GN ( $1.384,00 \times 10^3$  tep).

Uma restrição para aplicação desta sistemática de previsão é a falta de conhecimento na participação do GN na matriz energética em estudo. Como o estudo está baseado em dados históricos, sendo um energético novo, o GN não estava contemplado nos valores levantados ano a ano. Assim, previsões de participação do GN não podem ser feitas a partir da análise dos dados históricos.

### 3.2 ABORDAGEM BASEADA EM EQUAÇÕES DE PREVISÃO QUE SE APÓIAM EM DADOS SÓCIO-ECONÔMICOS

A análise de variáveis sócio-econômicas e suas correlações podem fornecer previsões de demanda de energia embasadas, por exemplo, na taxa de crescimento da população e na taxa de crescimento do consumo per capita. Projeta-se, de forma indireta, o perfil de demanda de energia.

A tabela 3.2 apresenta a evolução do número de habitantes no estado do Rio Grande do Sul, sendo que o crescimento médio anual dos últimos 10 anos é apresentado na equação 3.2

$$y = 110,89x - 211674; R^2 = 0,9819; \text{Crescimento anual médio: } \mathbf{1,16\%} \quad (\text{eq. 3.2})$$

Tabela 3.2: Evolução do Número de Habitantes no Estado do Rio Grande do Sul, 1991 a 2000

Ano	População (10 <sup>3</sup> hab)
1991	9.139
1992	9.239
1993	9.339
1994	9.439
1995	9.541
1996	9.638
1997	9.718
1998	9.810
1999	10.042
2000	10.182

Fonte: BECERS (2002)

A projeção para o ano de 2010, baseada na equação de regressão (3.2), é de que a população do estado seja de  $11.344 \times 10^3$  habitantes. Paralelamente, calcula-se o consumo per capita de energia do setor de consumo no estado do Rio Grande do Sul, sendo definida como a relação entre o consumo do setor de consumo e a população, expressa em tep/habitante (tabela 3.3). A equação de regressão e o  $R^2$  são apresentados na equação 3.3.

$$y = 0,01927x - 37,5538; R^2 = 0,9456; \text{Crescimento anual médio: } \mathbf{2,04\%} \quad (\text{eq. 3.3})$$

Tabela 3.3: Evolução do Consumo de Energia per Capita no Estado do Rio Grande do Sul, 1991 a 2000

Ano	Consumo de energia per capita (tep/hab)
1991	0,794
1992	0,846
1993	0,860
1994	0,872
1995	0,878
1996	0,889
1997	0,939
1998	0,939
1999	0,983
2000	0,973

Fonte: BECERS (2002)

A projeção para o ano de 2010, baseada na equação de regressão (3.3), é de que o consumo de energia per capita seja de 1,280 tep/hab.

Para que se obtenha a demanda de energia projetada para 2010, toma-se o valor projetado do número de habitantes no estado naquele ano ( $11.344 \times 10^3$  habitantes) e multiplica-se pela demanda de energia per capita estimada para 2010 (1,280 tep/hab). O resultado apresentado é  $14.520 \times 10^3$  tep.

Trabalhando-se com três cenários de participação percentual do GN (1, 5 e 10 %), têm-se, respectivamente,  $168.432.000 \text{ m}^3$  ( $145,20 \times 10^3$  tep),  $842.160.000 \text{ m}^3$  ( $726,00 \times 10^3$  tep) e  $1.684.320.000 \text{ m}^3$  de GN ( $1.452,00 \times 10^3$  tep).

Outra possibilidade, similar a anteriormente abordada, é tomar-se como embasamento o PIB e a Intensidade Energética do Setor de Consumo, projetando-se, também de forma indireta, o perfil de demanda de energia.

A tabela 3.4 apresenta a evolução do PIB no estado do Rio Grande do Sul, sendo que a equação de regressão e o  $R^2$  são apresentados na equação 3.4.

$$y = 1016,43x - 1989673; R^2 = 0,8059; \text{Crescimento anual médio: } \mathbf{2,68 \%} \quad (\text{eq. 3.4})$$

Tabela 3.4: Evolução do PIB no Estado do Rio Grande do Sul, 1991 a 2000

Ano	PIB (10 <sup>6</sup> U\$)
1991	31.713
1992	34.345
1993	38.054
1994	40.033
1995	38.031
1996	38.222
1997	40.553
1998	40.350
1999	41.561
2000	43.265

Fonte: BECERS (2002)

A projeção para o ano de 2010, baseada na equação de regressão (3.4), indica que o PIB do estado irá alcançar  $56.206 \times 10^6$  U\$. Paralelamente, calcula-se a Intensidade Energética do setor de consumo no estado do Rio Grande do Sul, sendo definida como a relação entre o consumo do setor de consumo e o Produto Interno Bruto, expressa em tep/10<sup>3</sup> U\$ (tabela 3.5). A equação de regressão e o  $R^2$  são apresentados na equação 3.5.

Tabela 3.5: Evolução da Intensidade Energética do Setor de Consumo no Estado do Rio Grande do Sul, 1993 a 2000

Ano	Intensidade Energética
1993	0,211
1994	0,206
1995	0,220
1996	0,224
1997	0,225
1998	0,228
1999	0,237
2000	0,229

Fonte: BECERS (2002)

$y = 0,003684x - 7,1322$ ;  $R^2 = 0,7822$ ; Crescimento anual médio: **1,61 %** (eq. 3.5)

A projeção para o ano de 2010, baseada na equação de regressão (3.5), indica que a Intensidade Energética do Setor de Consumo irá atingir 0,285 tep/10<sup>3</sup> U\$.

Para que se obtenha a demanda de energia projetada para 2010, toma-se o valor

projetado para o PIB no estado naquele ano ( $56.206 \times 10^6$  U\$) e multiplica-se pela Intensidade Energética do Setor de Consumo estimada para 2010 ( $0,285 \text{ tep}/10^3$  U\$). O resultado apresentado é  $16.019 \times 10^3$  tep.

Novamente, trabalhando-se com três cenários de participação percentual do GN (1, 5 e 10 %), têm-se, respectivamente,  $185.820.000 \text{ m}^3$  ( $160,19 \times 10^3$  tep),  $929.102.000 \text{ m}^3$  ( $800,95 \times 10^3$  tep) e  $1.858.204.000 \text{ m}^3$  de GN ( $1.601,90 \times 10^3$  tep).

As abordagens que chegam aos valores de energia projetados para o futuro de forma indireta, correlacionando esta previsão a fatores como o PIB e a população, trazem como benefício a possibilidade de especialistas se posicionarem sobre as taxas de crescimento econômico e populacional esperadas, as quais explicariam a demanda de energia. Mais uma vez, a restrição está na falta de conhecimento da participação percentual do GN na matriz energética em estudo.

Tabela 3.6: Evolução da frota no Estado do Rio Grande do Sul, 1991 a 2000

Ano	Nro. Veículos
1991	1.824.613
1992	1.903.900
1993	2.018.873
1994	2.172.262
1995	2.293.057
1996	2.440.878
1997	2.619.719
1998	2.783.209
1999	2.904.215
2000	3.048.560

Fonte: Relatórios gerenciais PROCERGS

Outra abordagem indireta correlaciona o consumo energético do setor de consumo com a frota do estado, visualizando as taxas de crescimento da frota e da relação tep/frota. A tabela 3.6 apresenta a evolução da frota no estado do Rio Grande do Sul, sendo que a equação de regressão e o  $R^2$  são apresentados na equação 3.6.

$$y = 141392x - 279746000; R^2 = 0,995; \text{Crescimento anual médio: } \mathbf{6,22\%} \quad (\text{eq. 3.6})$$

A projeção para o ano de 2010, baseada na equação de regressão (3.6), indica que a frota do estado irá alcançar 5.552.730 veículos. Paralelamente, calcula-se a relação entre o consumo energético do setor de consumo e a frota do estado do Rio Grande do Sul, expressa

em tep/veículo (tabela 3.7). A equação de regressão e o  $R^2$  são apresentados na equação 3.7.

Tabela 3.7: Evolução da Relação Entre o Consumo Energético do Setor de Consumo e a frota do Estado do Rio Grande do Sul, 1991 a 2000

Ano	Relação tep/veículo
1991	3,975
1992	4,104
1993	3,979
1994	3,789
1995	3,652
1996	3,510
1997	3,485
1998	3,310
1999	3,397
2000	3,249

$$y = -0,0962x + 195,66; R^2 = 0,925; \text{Crescimento anual médio: } -2,58 \% \quad (\text{eq. 3.7})$$

A projeção para o ano de 2010, baseada na equação de regressão (3.7), indica que a relação entre o consumo de energia do setor de consumo e a frota do estado do Rio Grande do Sul irá alcançar 2,509 tep/veículo.

Para que se obtenha a demanda de energia projetada para 2010, toma-se o valor projetado do número de veículos no estado naquele ano (5.552.730 veículos) e multiplica-se pela relação entre o consumo energético do setor de consumo e a frota do estado estimada para 2010 (2,509 tep/veículo). O resultado apresentado é  $13.932 \times 10^3$  tep.

Trabalhando-se com três cenários de participação percentual do GN (1, 5 e 10 %), têm-se, respectivamente,  $161.611.000 \text{ m}^3$  ( $139,32 \times 10^3$  tep),  $808.056.000 \text{ m}^3$  ( $696,60 \times 10^3$  tep) e  $1.616.112.000 \text{ m}^3$  de GN ( $1.393,20 \times 10^3$  tep).

Similarmente às abordagens anteriores, a restrição está na falta de conhecimento do percentual de participação que será apresentado pelo GN na matriz energética em estudo. A tabela 3.8 apresenta um resumo das três abordagens individuais vistas neste capítulo, bem como a abordagem baseada em dados históricos.

Tabela 3.8: Previsão de consumo do GN no RS em 2010, baseadas em dados históricos e equações de previsão que se apóiam em dados sócio-econômicos

Abordagem	Previsão do consumo de GN no RS ( $\times 10^3 \text{ m}^3$ ), com 3 cenários de participação percentual		
	1 %	5 %	10 %
Dados históricos do consumo energético do setor de consumo	160.544	802.720	1.605.440
Número de habitantes e consumo de energia per capita	168.432	842.160	1.684.320
PIB e intensidade energética do setor de consumo	185.820	929.102	1.858.204
Frota do estado e relação entre o consumo energético do setor de consumo	161.611	808.056	1.616.112

### 3.3 ABORDAGEM BASEADA EM DADOS HISTÓRICOS DE OUTROS PAÍSES

Com o intuito de se contornar a falta de conhecimento das taxas de crescimento que o GN apresentará na matriz energética, estuda-se os casos de outros países onde foi introduzido este energético. A tentativa é de se estabelecer um grau de correlação entre a realidade apresentada nestes outros países e o que poderá ser encontrado no estado do Rio Grande do Sul.

Foram selecionados todos os países onde a oferta do GN ocorreu após 1965. A escolha deste ano se deve à disponibilidade dos dados referentes ao consumo de GN e ao consumo de Energia total. O banco de dados disponível inicia em 1965. Para que o país fosse selecionado, seu consumo percentual de GN em 1965 deveria ser inferior a 1 %. A partir desta triagem, os países analisados foram: Alemanha, Austrália, Bélgica e Luxemburgo, China, Coreia do Sul, Espanha, Índia, Reino Unido, Tailândia, Turquia. Os dados de evolução da participação percentual do GN na matriz energética desses países são apresentados na figura 3.1. Os dados originais, oriundos de BP (2002), se encontram nos anexos 2 a 11.

A análise dos dados apresentados na figura 3.1 permite avaliar a velocidade de introdução do GN na matriz energética do respectivo país. A Tailândia apresenta um rápido crescimento do percentual de utilização de GN, pois, em um período de 10 anos após a introdução, o GN ultrapassa a 17 % do consumo energético total. Com 20 anos passados da introdução do energético GN na matriz deste país, este percentual situa-se na faixa dos 30 %.

O Reino Unido também apresenta um rápido crescimento na utilização de GN, que alcança 15 % do consumo total de energia em um período de 10 anos. Passados 35 anos após

a sua introdução, o percentual de utilização encontra-se entre os mais elevados, aproximando-se de 40 %.

A Alemanha e a Turquia também apresentam um rápido crescimento inicial da participação do GN no consumo total de energia. Na Alemanha, o GN fecha os primeiros 10 anos com 12 % de participação em sua matriz energética, sendo que após 35 anos o patamar de utilização do GN situa-se na faixa de 22 %. Condição similar pode ser encontrada na Turquia, com 10 % de participação do GN quando do fechamento dos primeiros 10 anos, porém alcançando 20 % já com 16 anos decorridos de sua introdução.

Em um segundo grupo, encontram-se países que também apresentam rápido crescimento inicial, seguido de estabilização em patamares relativamente mais baixos. Como exemplo tem-se Bélgica e Luxemburgo (20 % de participação do GN quando completados os 10 primeiros anos e, após 35 anos, o mesmo percentual de 20 %) e Austrália. Este último apresentando 10 % de participação do GN na passagem dos 10 primeiros anos e 17 % quando completados 30 anos, sendo que este percentual já fora alcançado no 20º ano, permanecendo estável até então.

Pode-se destacar uma terceira condição de crescimento, classificando-a de moderada, tendo como representante a Coreia do Sul. Ao completar 10 anos de introdução do GN seu percentual era de participação era de 6 %, observando-se uma elevação para 10 % no fechamento do 16º ano.

Por fim, contabiliza-se o grupo de países com crescimento lento, apresentado na passagem dos 10 primeiros anos de introdução do GN. Como exemplo, tem-se Espanha (2 % na passagem de 10 anos, e 10 % após 30 anos), Índia (1 % auferidos com 10 anos, e 7,5 % após 35 anos) e China. Este último, entre os países estudados, apresenta a menor participação do GN, tendo seu percentual se mantido estável desde o 10º ano (2,6 %) até o 35º ano (2,7 %).

Como resumo geral das taxas de crescimento observadas na participação do GN nas matrizes energéticas dos países, tem-se que o percentual de utilização do GN, quando da passagem do 10º ano desde a sua introdução no país, oscilou de 1 % (Índia) a 20 % (Bélgica e Luxemburgo). Transcorrido um tempo maior desde a sua introdução, é possível observar que os percentuais também apresentam uma variação significativa. Por exemplo, pode-se tomar os casos da China e Reino Unido. Enquanto o primeiro, após transcorridos 35 anos desde a introdução do GN, apresenta 2,7 % de participação do GN em sua matriz energética, o Reino Unido, transcorrido o mesmo período, apresenta um percentual significativamente maior (39%).

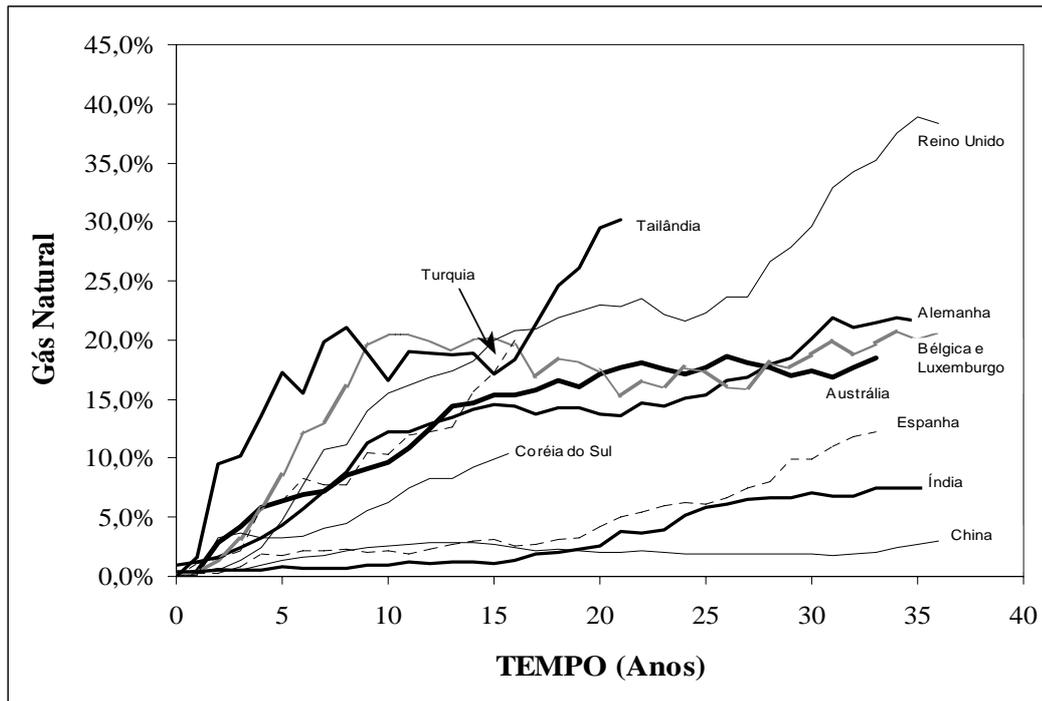


Figura 3.1: Evolução do percentual de utilização de GN na matriz energética do país, a partir de sua introdução no mercado

Como as variáveis associadas aos casos dos diferentes países são muito complexas, torna-se difícil traçar um paralelo entre esses países e a introdução do GN no mercado do estado do Rio Grande do Sul. O que esta abordagem proporciona, na verdade, é encontrar-se um envelope para o crescimento do percentual de utilização do GN, podendo servir futuramente para a calibração de curvas de crescimento a serem apresentadas no caso do estado do Rio Grande do Sul.

### 3.4 ABORDAGEM BASEADA NA OPINIÃO DOS CLIENTES POTENCIAIS

Com o intuito de se entender os atributos que são valorizados pelos clientes potenciais para o GN, foi realizada uma pesquisa qualitativa, através de estudos em Grupos Focados, seguida de uma pesquisa quantitativa, utilizando a técnica de Preferência Declarada, onde os clientes se posicionam em relação às soluções de compromisso que lhes são apresentadas. Neste capítulo discute-se as duas fases (qualitativa e quantitativa) do levantamento da opinião dos clientes potenciais dos segmentos industrial, comercial, automotivo e residencial.

### 3.4.1 INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR DO CONSUMO POTENCIAL DE GN

O planejamento dos grupos focados que investigou os atributos valorizados pelos clientes dos diversos setores, exige uma idéia aproximada dos segmentos onde existe uma demanda potencial de gás natural.

Os estratos foram classificados segundo duas variáveis de segmentação principais: Setores e Municípios. Os setores definem diferentes estratos, uma vez que utilizam diferentes tecnologias, o que faz com que os atributos demandados para o gás natural sejam diferentes. Os municípios, por sua vez, também definem estratos, pois as distâncias dos municípios aos *city-gate* e seus fatores culturais e ambientais são diferentes.

A investigação da demanda potencial de gás natural foi conduzida conforme as etapas descritas a seguir:

Etapa 1: Estratificação por setor e por município;

Etapa 2: Elaboração da Matriz Setores × Município;

Etapa 3: Realização dos Grupos Focados.

#### 3.4.1.1 Etapa 1 –Estratificação por setor e município

Como o escopo da pesquisa contempla os municípios atingidos pelos 4 *city gate* da Transportadora Brasileira Gasoduto Bolívia-Brasil S.A. – TBG, há 36 municípios a serem considerados, os quais aparecem listados na Tabela 3.9. Essa tabela apresenta o município, o *city gate* ao qual ele está associado e algumas variáveis importantes, tais como População, PIB e Consumo de Energia Elétrica.

A estratificação dos setores é baseada em dados da Secretaria da Fazenda Estadual, que apresenta uma estratificação detalhada, contemplando 442 setores. Os setores com maior consumo de energia elétrica são apresentados no Pareto do quadro 3.1. Os dados de consumo de energia do setor estão apresentados em frequência relativa (consumo %) e frequência relativa acumulada (consumo acumulado, ou seja, soma dos consumos relativos de todos os segmentos anteriores). O Pareto do quadro 3.1 apresenta os 74 setores considerados, os quais representam 90% do consumo de energia elétrica. Os setores que representam juntos apenas 10 % do consumo de energia foram agrupados na categoria “outros setores”. O setor automotivo não está contemplado neste Pareto, pois o consumo de energia elétrica não é representativo desse setor.

Tabela 3.9: Descrição dos municípios atendidos pela rede da TBG

<i>City Gate</i>	<b>Município</b>	<b>População (no de hab.)</b>	<b>PIB (R\$)</b>	<b>Consumo EE kWa</b>
1	Porto Alegre	1359932	8980758088,05	1121213
1	Nova Santa Rita	15723	128300257,89	7646
1	Esteio	80025	813947630,87	51193
1	Guaíba	94244	827094074,69	49797
1	São Leopoldo	193403	1021564780,21	120127
1	Eldorado do Sul	27250	414250784,98	13400
1	Sapucaia do Sul	122677	842611078,01	62026
1	Charqueadas	29948	225933427,75	14387
1	Triunfo	22192	1425904518,7	5940
1	Canoas	305711	3700471067,2	176930
2	Viamão	226669	550136671,92	108695
2	Glorinha	5674	24385099,46	2678
2	Alvorada	183421	393954542,49	78041
2	Cachoeirinha	107472	719408167,52	61745
2	Gravataí	232447	1252123487,06	129725
3	Estância Velha	35121	298437426,55	20271
3	Dois Irmãos	22415	261004639,42	12021
3	Feliz	11319	108065848,61	5211
3	Campo Bom	54019	661911923,26	31972
3	Montenegro	54608	454972057,75	29618
3	Nova Hartz	15072	175805654,73	6915
3	Novo Hamburgo	236037	1877453950,62	151079
3	Portão	24619	262384781,37	12810
3	São Sebastião do Caí	19678	165288237,07	11229
3	Araricá	4019	22533593,43	1976
3	Sapiranga	69181	550640649,74	34660
3	Taquara	52817	241408448,22	29636
3	Ivoti	15335	266664818,77	8783
4	Carlos Barbosa	20516	240835200,15	9483
4	Bento Gonçalves	91505	1036649923,53	53199
4	Caxias do Sul	360207	3689237267,19	219856
4	Farroupilha	55188	591426864,26	28403
4	Flores da Cunha	23677	246665460	9501
4	Garibaldi	28328	447649771,15	13138
4	Nova Pádua	2390	37097969,5	484
4	São Vendelino	1682	10631052,13	522

Fonte: Fundação de Economia e Estatística – FEE, 2000

Quadro 3.1: Pareto do consumo de energia (relativo e acumulado) dos setores

	SETOR	Consumo %	Consumo Acum
327	Indústria de Transformação - COMBUS,OLEOS MINERAIS E PROD DE SUA DESTILACAO	6,78	6,78
727	Comércio Atacadista - COMBUS,OLEOS MINERAIS E PROD DE SUA DESTILACAO	5,73	12,51
364	Indústria de Transformação - CALCADOS,POLAINAS E ARTEF.SEMELH,E SUAS PARTES	5,30	17,81
803	Comércio Varejista - SUPERMERCADOS E MINIMERCADOS	4,67	22,48
339	Indústria de Transformação - PLASTICOS E SUAS OBRAS	3,92	26,40
929	Serviços e Outros - COMUNICACOES	3,81	30,20
387	Indústria de Transformação - AUTOMOVEIS,TRATORES,MOTOS,BICICLETAS,E PARTES	3,57	33,77
384	Indústria de Transformação - CALDEIRAS,MAQUINAS,APAR.E INSTRUM.MECANICOS	3,46	37,23
812	Comércio Varejista - VEICULOS, MOTOS, BICICLETAS, E PECAS E ACESS.	2,25	39,48
329	Indústria de Transformação - PRODUTOS QUIMICOS ORGANICOS	2,22	41,70
805	Comércio Varejista - FARMACIAS, DROGARIAS E PERFUMARIAS	2,08	43,78
811	Comércio Varejista - MAQUINAS, APARELHOS E EQUIPAMENTOS	2,02	45,81
322	Indústria de Transformação - BEBIDAS,LIQUIDOS ALCOOLICOS E VINAGRES	1,90	47,70
806	Comércio Varejista - ART.VESTUARIO CALC.ART.DE ARMAR.EXCL.MAGAZINES	1,88	49,58
817	Comércio Varejista - COMBUSTIVEIS E LUBRIFICANTES EXCLUSIVE GAS	1,68	51,26
394	Indústria de Transformação - MOVEIS,COLCHOES,APAR.ILUMINACAO,ANUNCIOS,LUMIN	1,55	52,81
710	Comércio Atacadista - CEREAIS	1,48	54,29
372	Indústria de Transformação - FERRO FUNDIDO,FERRO E ACO	1,36	55,65
809	Comércio Varejista - MÓVEIS, ARTIGOS DE HABITACAO E UTIL.DOMESTICAS	1,33	56,98
814	Comércio Varejista - FERRAG.TIN.P.MET.A.SAN.M.CONST.M.ELETR.VIDRAC.	1,33	58,31
928	Serviços e Outros - TRANSP. DE CARGAS	1,31	59,62
373	Indústria de Transformação - OBRAS DA FERRO FUNDIDO, FERRO OU ACO	1,29	60,91
402	Indústria de Beneficiamento - CARNES E MIUDEZAS, COMESTIVEIS	1,26	62,17
730	Comércio Atacadista - PRODUTOS FARMACEUTICOS	1,16	63,33
323	Indústria de Transformação - RESÍDUOS E DESPERDÍCIOS DAS INDUSTRIA ALIMENT	1,13	64,46
385	Indústria de Transformação - MAQ./APAR. E MATERIAL ELETRICO E SUAS PARTES	1,09	65,55
348	Indústria de Transformação - PAPEL E CARTAO E OBRAS DE SUAS PASTAS	0,99	66,55
804	Comércio Varejista - REST.LANCH.OUT.FORN.AL.BAR CAFE CONF.SORV.BOMB	0,95	67,50
741	Comércio Atacadista - PELES,EXCETO A PELETERIA(PELES C/PELOS)E COURO	0,94	68,44
441	Indústria de Beneficiamento - PELES,EXCETO A PELETERIA(PELES C/PELOS)E COURO	0,93	69,37
382	Indústria de Transformação - FERRAMENTAS,ART.DE CUTELARIA,TALHERES E PARTES	0,85	70,22
927	Serviços e Outros - TRANSPORTE PASSAGEIROS	0,85	71,07
331	Indústria de Transformação - ADUBOS OU FERTILIZANTES	0,84	71,91
340	Indústria de Transformação - BORRACHA E SUAS OBRAS	0,81	72,72
422	Indústria de Beneficiamento - BEBIDAS,LIQUIDOS ALCOOLICOS E VINAGRES	0,76	73,48
332	Indústria de Transformação - EXTRATOS TANANTES,TANINO,TINTAS E VERNIZES	0,74	74,23
702	Comércio Atacadista - CARNES E MIUDEZAS, COMESTIVEIS	0,74	74,97
311	Indústria de Transformação - PROD DA INDUSTRIA DE MOAGEM	0,71	75,68
704	Comércio Atacadista - LEITE E LATICINIOS, OVOS, MEL NATURAL	0,61	76,29
338	Indústria de Transformação - PRODUTOS DIVERSOS DAS INDUSTRIAS QUIMICAS	0,61	76,90
738	Comércio Atacadista - PRODUTOS DIVERSOS DAS INDUSTRIAS QUIMICAS	0,60	77,49
764	Comércio Atacadista - CALCADOS,POLAINAS E ARTEF.SEMELH,E SUAS PARTES	0,58	78,07
999	Serviços e Outros - DIVERSOS	0,56	78,63
784	Comércio Atacadista - CALDEIRAS,MAQUINAS,APAR.E INSTRUM.MECANICOS	0,54	79,17
813	Comércio Varejista - PECAS E ACESS. P/VEICULOS, MOTOS E BICICLETAS	0,52	79,69
712	Comércio Atacadista - SEMENTES E FRUTOS OLEAGINOSOS; GRAOS,SEMENTES	0,50	80,19
368	Indústria de Transformação - OBRAS DE PEDRA,GESSO,CIMENTO E MATERIAS SEMELH	0,50	80,68
362	Indústria de Transformação - VESTUARIO E SEUS ACESSORIOS, EXCETO DE MALHA	0,50	81,18
304	Indústria de Transformação - LEITE E LATICINIOS, OVOS, MEL NATURAL	0,45	81,62
802	Comércio Varejista - MERC.ARM.PAD.FRUT.E BEBIDAS (EXCETO BAR)	0,45	82,07
315	Indústria de Transformação - GORDURAS E OLEOS ANIMAIS OU VEGETAIS	0,43	82,50
319	Indústria de Transformação - PREPARACOES A BASE DE CEREAIS;PROD. PASTELARIA	0,43	82,94
717	Comércio Atacadista - ACUCARES E PRODUTOS DE CONFEITARIA	0,42	83,36
328	Indústria de Transformação - PROD QUIMICOS,COMPOSTOS INORGANICOS E ORGANICO	0,41	83,77
361	Indústria de Transformação - VESTUARIO E SEUS ACESSORIOS, DE MALHA	0,41	84,19
722	Comércio Atacadista - BEBIDAS,LIQUIDOS ALCOOLICOS E VINAGRES	0,41	84,60
349	Indústria de Transformação - LIVROS,JORNAIS,GRAVURAS E PROD.DA IND.GRAFICA	0,40	85,00
785	Comércio Atacadista - MAQ./APAR. E MATERIAL ELETRICO E SUAS PARTES	0,40	85,40
787	Comércio Atacadista - AUTOMOVEIS,TRATORES,MOTOS,BICICLETAS,E PARTES	0,36	85,77
724	Comércio Atacadista - FUMO (TABACO) SEUS SUCEDANEOS MANUFATURADOS	0,35	86,12
341	Indústria de Transformação - PELES,EXCETO A PELETERIA(PELES C/PELOS)E COURO	0,33	86,46
347	Indústria de Transformação - PASTAS DE MADEIRA; PAPEL OU CARTAO DE RECICLAR	0,33	86,79
342	Indústria de Transformação - ART.DE COURO E CORREEIRO,BOLSAS E TRIPAS	0,33	87,12
816	Comércio Varejista - LIVRAR.PAPEL.IMPRESSO ART.ESCRITORIO E ESCOLAR	0,31	87,43
818	Comércio Varejista - JOALH.RELOJ.A.OTICA.M.FOT.CIN. DISCO FITA BIJU	0,31	87,74
390	Indústria de Transformação - INSTRUM.E APAR.OPTICA,FOTOGRAFIA,CINEMA,MEDIDA	0,31	88,04
715	Comércio Atacadista - GORDURAS E OLEOS ANIMAIS OU VEGETAIS	0,29	88,33
824	Comércio Varejista - GAS LIQUEFEITO DE PETROLEO	0,29	88,63
808	Comércio Varejista - MAGAZINES	0,29	88,91
772	Comércio Atacadista - FERRO FUNDIDO,FERRO E ACO	0,27	89,19
734	Comércio Atacadista - SABOES;PREP.P/LAVAGEM;CERAS;PROD.LIMPEZA;VELAS	0,27	89,46
585	Indústria de Montagem - MAQ./APAR. E MATERIAL ELETRICO E SUAS PARTES	0,26	89,72
324	Indústria de Transformação - FUMO (TABACO) SEUS SUCEDANEOS MANUFATURADOS	0,26	89,98
719	Comércio Atacadista - PREPARACOES A BASE DE CEREAIS;PROD. PASTELARIA	0,26	90,24

### 3.4.1.2 Etapa 2 – Elaboração da Matriz Setores × Município- Consumo de energia

A elaboração da matriz setores x municípios tem por objetivo identificar o consumo de energia de cada setor em cada um dos 36 municípios investigados. Os resultados de consumo de energia por setor e por município ( $CE_{SM}$ ) desta matriz são organizados em um Pareto, balizando os agrupamentos utilizados na formação dos grupos focados.

### 3.4.1.3 Etapa 3 – Realização dos Grupos Focados

Como exemplo de um planejamento do estudo em grupos focados, discute-se, a seguir, o caso dos hotéis e hospitais.

#### a. Objetivos do estudo

Os principais objetivos do estudo são: (i) identificar o potencial de uso do gás natural em organizações hoteleiras e hospitalares; (ii) em relação ao eventual fornecimento de gás natural: identificar os atributos valorizados pelas organizações hoteleiras e hospitalares.

#### b. Definição da amostra

A amostra pesquisada inclui gerentes ou engenheiros de hotéis e hospitais, que sejam responsáveis pelas soluções referentes ao fornecimento e consumo de energia. Para que a amostra seja representativa, são escolhidas pessoas que atendam ao plano amostral apresentado na Tabela 3.10.

Tabela 3.10: Plano amostral do estudo em grupos focados em hotéis e hospitais

Organização	Localização Porte	Experiência no uso de gás			
		Sim		Não	
		Capital	Interior	Capital	Interior
Hotel	Médio	X			X
	Grande		X	X	
Hospital	Médio		X	X	
	Grande	X			X

As pessoas selecionadas devem possuir conhecimento técnico (fontes de energia utilizada na organização, custo da energia, processos que consomem maior quantidade de energia, etc.) e habilidades para o trabalho em grupo.

### **c. Detalhamento dos aspectos logísticos**

#### **Número de sessões e objetivo de cada sessão**

O estudo é feito em uma única sessão (cerca de duas horas), reunindo profissionais de organizações hoteleiras e hospitalares. Nessa sessão é investigado tanto o interesse (e potencial) para o uso do gás natural, como os atributos valorizados, ou seja, as características que devem ser atendidas pelo serviço (fornecimento de gás natural) e produto per se (gás natural).

#### **Local, dia e hora**

A reunião realiza-se no 19 de junho de 2001, às 16 horas, na Escola de Engenharia da UFRGS, sala 402.

#### **Infraestrutura necessária**

Mesa redonda, cadeiras, lápis, caneta, folhas em branco, etiquetas para identificação dos participantes, *flip-chart*, pincel de *flip-chart*, computador, vídeo projetor, gravadores (2), câmara de vídeo, cafezinho, água.

#### **Forma de registro das informações**

A forma principal de registro é a gravação, realizada usando-se dois equipamentos para aumentar a confiabilidade do sistema e cobrir eventuais trocas de fitas. Além disso, é usada uma câmara de vídeo para resolver dúvidas referentes a origem dos comentários (quem disse o que).

#### **Moderador**

Prof. Jose Luis Duarte Ribeiro, que conta com experiência nesse tipo de atividade.

#### **Auxiliares**

Prof. Sílvio Ceroni da Silva

Flávia Torres Teixeira

#### **Participantes (por sessão)**

São convidadas oito pessoas para participar do grupo focado, as quais atendem ao plano amostral.

### **Convite aos participantes**

Os participantes são convidados pessoalmente, quando há a oportunidade de verificar se possuem os requisitos necessários.

### **Elaboração do guia de discussão**

O guia de discussão consta de um conjunto de 7 questões.

#### **Questão inicial**

1. Quais as medidas que foram adotadas nas organizações dos setores hospitalar e hoteleiro após as notícias de racionamento.

#### **Questão de transição**

2. Quais as fontes de energia utilizada nas organizações hospitalares e hoteleiras? Atualmente, a maior dependência é de qual fonte de energia?

#### **Questões centrais**

3. Qual o potencial para o uso do gás nas organizações de seu setor, ou seja, quais os processos que poderiam ser convertidos para utilizar o gás natural como fonte de energia?

4. Quais os atributos que o serviço de fornecimento de gás natural deveria possuir para se tornar uma opção concreta para a sua organização?

5. Quais os atributos que o produto gás natural deveria possuir para se tornar uma opção concreta para a sua organização?

#### **Questão resumo**

6. Em resumo, quais os principais atributos que o gás natural (produto e serviço) deveriam possuir para se tornarem atrativos para os setores hoteleiro e hospitalar

#### **Questão final**

7. Mais algum comentário a ser acrescentado, alguma informação relevante, algo que foi esquecido?

### **d. Alternativas de análise**

As informações coletadas possuem ampla possibilidade de análise, entre as quais se destacam:

- Identificação das fontes de energia utilizadas nos setores Hospitalar e Hoteleiro;
- Potencial para a conversão para o gás natural;
- Atributos que devem ser satisfeitos pelo gás natural, em termos de serviço e de produto, para se tornar uma opção concreta dos setores hospitalar e hoteleiro;

- Diferenças das demandas entre os setores hospitalar e hoteleiro;
- Diferenças das demandas de organizações de grande e médio porte;
- Diferenças das demandas entre organizações da capital e de cidades do interior;
- Diferença de percepção entre os profissionais que já possuem experiência no uso do gás natural e aqueles que nunca utilizaram essa fonte.

### 3.4.2 RESULTADOS DOS GRUPOS FOCADOS

A seguir, é apresentado um resumo dos estudos em grupos focados (DEMANGÁS, 2002). O quadro 3.2 apresenta a relação dos setores em cada grupo focado.

Quadro 3.2: Setores contemplados nos grupos focados

<b>Grupo Focado</b>	<b>Setores</b>
1	Supermercados, Restaurantes, Padarias e Açougues
2	<i>Shopping Centers</i> , Hotéis, Hospitais e Clubes
3	Indústria Química: Alimentos, Bebidas, Tintas e Borracha
4	Rações, Adubos, Fertilizantes, Celulose e Papel
5	Empresas de Ônibus Urbano e Interurbano, Empresas de Transporte de Cargas Urbanas e de Longo Curso, e Lotações
6	Metalurgia, Obras de Ferro Fundido, Ferro e Aço
7	Caldeiras, Máquinas e Automóveis
8	Comércio de Automóveis, Eletrodomésticos e Ferragens
9	Sindicato dos Taxistas, Postos de Abastecimento de Gás Natural Veicular (GNV), Empresas Certificadoras de veículos para o uso de Gás Natural e Oficinas homologadas pelo INMETRO e DENATRAN para conversão de veículos para GNV
10	Curtumes e Plásticos Injetados
11	Sindicato dos Taxistas, Distribuidoras de Gás Natural, Empresas Certificadoras de veículos para o uso de Gás Natural e Oficinas para conversão de veículos para GNV, da região da serra gaúcha
12	Comércio e Serviços da região da serra gaúcha
13	Móveis, Materiais Elétricos, Produtos Alimentícios, Metalurgia, Autopeças e Bebidas, da região da serra gaúcha
14	Alimentos, Fibras Têxteis, Autopeças, Metalurgia, da região metropolitana de Porto Alegre

### Grupo Focado 1:

O primeiro estudo contempla os setores de Supermercados, Restaurantes, Padarias e Açougues. O consumo de energia desses setores está associado principalmente ao uso intensivo de equipamentos de climatização, fornos e câmaras refrigeradas. Até o momento, esses setores utilizam essencialmente energia elétrica (80 a 90% do consumo de energia refere-se a energia elétrica). O potencial para o uso do gás natural é moderado. A conversão de equipamentos foi citada como uma das principais dificuldades para o uso do gás natural no curto prazo. Os principais atributos listados por esses setores aparecem na tabela 3.11. A opção por uma determinada fonte energética depende do atendimento desses atributos.

Tabela 3.11: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 1

Atributos valorizados	Pontuação
Preço inferior	10,0
Regularidade no fornecimento (sem cortes)	3,6
Alto desempenho energético	3,6
Duração do fornecimento (5 ou 50 anos?)	2,8
Soluções técnicas seguras	1,8
Informações disponíveis sobre equipamento/produto	1,8

É importante ressaltar que a pontuação é apenas um indicativo do valor atribuído a cada atributo. Essa pontuação será investigada no capítulo 3.4.3 (investigação através de pesquisa quantitativa), utilizando amostras dimensionadas estatisticamente e instrumentos quantitativos de pesquisa de opinião.

### Grupo Focado 2:

O segundo estudo contempla os setores de *Shopping Centers*, Hotéis, Hospitais e Clubes. O consumo de energia desses setores está associado principalmente ao uso intensivo de equipamentos de climatização, iluminação, lavanderia e piscina. Até o momento, esses setores utilizam principalmente energia elétrica (70 a 80% do consumo de energia refere-se a energia elétrica). O potencial para o uso do gás natural é muito bom. Esses setores acreditam que cerca de 30% do consumo energético poderia ser convertido para o gás natural no curto prazo, desde que isso fosse vantajoso do ponto de vista econômico. Os principais atributos listados por esses setores aparecem na tabela 3.12. A opção por uma determinada fonte energética depende do atendimento desses atributos. Novamente, o preço aparece como o atributo mais importante.

Tabela 3.12: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 2

Atributos valorizados	Pontuação
Preço inferior	10,0
Regularidade no fornecimento (sem cortes)	5,0
Baixa poluição	2,5
Soluções técnicas seguras	2,5
Diversidade de fornecimento (diferentes fontes de GN)	1,9
Facilidade de manutenção dos equipamentos	1,9

### Grupo Focado 3:

O terceiro estudo contempla setores da Indústria Química: Alimentos, Bebidas, Tintas e Borracha. O consumo de energia desses setores está associado principalmente ao uso intensivo de Compressores, Misturadores e Moinhos. Até o momento, esses setores utilizam principalmente energia elétrica (cerca de 80% do consumo de energia refere-se a energia elétrica). O potencial para o uso do gás natural é muito bom. Esses setores acreditam que cerca de 50% do consumo energético poderia ser convertido para o gás natural no curto prazo, desde que isso fosse vantajoso do ponto de vista econômico. Os principais atributos listados por esses setores aparecem na tabela 3.13. A opção por uma determinada fonte energética depende do atendimento desses atributos. Como pode ser visto, Preço, duração e regularidade do fornecimento aparecem como os atributos mais importantes.

Tabela 3.13: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 3

Atributos valorizados	Pontuação
Preço inferior	10,0
Duração do fornecimento (5 ou 50 anos?)	4,4
Regularidade no fornecimento (sem cortes)	4,0
Alto desempenho energético	2,5
Custo da conversão	2,4
Capilaridade da rede	2,0
Manutenção da rede	2,0
Baixa poluição	2,0

### Grupo Focado 4:

O quarto grupo focado conta com a presença de representantes dos setores de Rações, Adubos, Fertilizantes, Celulose e Papel, todos pertencentes ao segmento industrial. Destes, os setores de rações e adubos apresentaram uma maior percentual de participação de gastos relacionados à energia na composição de seus custos operacionais; 35% e 27,5%, respectivamente. O consumo de energia nos setores abordados relaciona-se principalmente à

energia elétrica (aproximadamente 50% do consumo energético total), seguido de lenha, carvão e licor negro, um subproduto da indústria da celulose. Um dos membros representantes do setor de rações já é usuário do gás natural, destacando o grande incremento de produtividade obtido em seus processos industriais a partir da adoção do combustível. O potencial para o uso do gás natural nos setores abordados neste grupo focado é médio. O setor de maior consumo energético, o da celulose e papel, gera toda a energia que utiliza a partir do carvão e do licor negro, apresentando pequeno potencial de conversão devido a fatores econômicos. Os principais atributos listados por esses setores aparecem na tabela 3.14. Como pode ser visto na tabela, preço e duração do fornecimento são os itens mais valorizados.

Tabela 3.14: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 4

Atributos valorizados	Pontuação
Duração do fornecimento (5 ou 50 anos?)	10,0
Preço inferior	10,0
Custo da conversão	4,4
Regularidade no fornecimento (sem cortes)	3,6
Baixa poluição	3,3
Alto desempenho energético	2,9
Pressão na rede	2,4

### Grupo Focado 5:

O quinto estudo contempla setores de transporte, com a participação de representantes de empresas de ônibus urbano e interurbano, empresas de transporte de cargas urbanas e de longo curso, e lotações. Esse grupo possui uma diferença em relação aos demais, até agora avaliados em grupos focados, devido ao potencial do uso do gás natural para veículos, e não para energia elétrica. O principal combustível, utilizados nesses setores é o óleo diesel, que possui uma diferença pequena de preço em relação ao gás natural. Assim as empresas acreditam que a grande restrição para o uso do gás natural veicular diz respeito ao custo operacional. Outro potencial problema identificado é do abastecimento (disponibilidade de postos e demora nas filas para o abastecimento). A opção por uma fonte energética alternativa ao diesel vai depender do atendimento desses atributos. A partir do levantamento preliminar proporcionado pelo grupo focado, custo operacional, a rapidez no abastecimento, autonomia e disponibilidade de postos, aparece como o atributo mais importante.

Tabela 3.15: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 5

Atributos valorizados	Pontuação
Custo Operacional	8,6
Rapidez no Abastecimento	3,8
Autonomia	3,5
Disponibilidade de Postos	3,5
Continuidade de abastecimento	3,3
Segurança	2,5
Não Poluente	2,5
Confiabilidade de Abastecimento	2,5
Potência	2,1

### Grupo Focado 6:

O sexto estudo contempla os setores metalúrgico, obras de ferro fundido, ferro e aço. O consumo de energia desses setores está associado principalmente aos processos de geração de calor, fornos, soldagem e máquinas operatrizes. Até o momento, esses setores utilizam principalmente energia elétrica. Esses setores acreditam que cerca de 25% do consumo energético poderia ser convertido para o gás natural no curto prazo. O potencial para o uso do gás natural no processo de laminação é bastante alto, assim como aqueles que utilizam atualmente GLP ou óleo diesel. Os principais atributos listados por esses setores aparecem na tabela 3.16. Como pode ser visto, preço, regularidade do fornecimento, soluções técnicas seguras e duração do fornecimento aparecem como os atributos mais importantes.

Tabela 3.16: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 6

Atributos valorizados	Pontuação
Preço inferior	10,0
Regularidade no fornecimento (sem cortes)	4,5
Soluções técnicas seguras	2,2
Duração do fornecimento (5 ou 50 anos?)	2,1
Custo da conversão	2,1
Sistema de medição confiável	1,9
Pressão na rede	1,9
Manutenção da rede	1,9

### Grupo Focado 7:

O sétimo estudo contempla setores de caldeiras, máquinas e automotivo. O consumo de energia desses setores está associado principalmente ao uso intensivo de soldagem (representa de 50% a 80% do consumo de energia elétrica), pintura, máquinas

operatrizes e compressores de ar. Até o momento, esses setores utilizam principalmente energia elétrica (cerca de 80% do consumo de energia refere-se a energia elétrica). Um dos membros representante do setor automotivo já é usuário do gás natural e essa fonte energética representa 40% de energia utilizada em sua empresa. Esses setores acreditam que, além dos processos que já estão consumindo gás natural, outros 10% do consumo energético poderiam ser convertidos para o gás natural no curto prazo. O potencial para o uso do gás natural no processo de pintura é bastante alto, assim como no processo de geração de água gelada (*chillers*). Os principais atributos listados por esses setores aparecem na tabela 3.17. Como pode ser visto, preço, regularidade do fornecimento, segurança e facilidade de manutenção dos equipamentos aparecem como os atributos mais importantes.

Tabela 3.17: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 7

Atributos valorizados	Pontuação
Preço inferior	10,0
Regularidade no fornecimento (sem cortes)	5,0
Soluções técnicas seguras	2,9
Facilidade de manutenção dos equipamentos	2,9
Baixa poluição	1,8
Pequeno espaço físico necessário	1,8
Alto desempenho energético	1,3
Informações disponíveis sobre equip./produto	1,3

### Grupo Focado 8:

O oitavo estudo contempla os setores de comércio de automóveis, eletrodomésticos e ferragens. Segundo os representantes desses setores, o consumo de energia está associado à iluminação, uso de equipamentos de climatização e de máquinas e ferramentas em oficinas de manutenção. Esses setores utilizam energia elétrica (90% a 95% do consumo de energia), além de óleo diesel no acionamento de motores nas oficinas. O impacto das notícias de racionamento sobre o consumo de energia elétrica nesses setores resultou numa redução média de 20% no consumo total de eletricidade. Existe um potencial pequeno para o uso do gás natural nesses setores, sendo estimado em aproximadamente 10%. O pequeno potencial se explica pelo baixo consumo de energia elétrica e a não-utilização de vapor em seus processos produtivos, fatores esses que inviabilizariam a adoção da co-geração de energia elétrica nos setores. A pouca disponibilidade de informações sobre o gás natural e a incerteza quanto a soluções seguras de conversão de equipamentos para gás natural foram destacadas pelos representantes no grupo focado. Os principais atributos listados pelos setores

em estudo são apresentados na tabela 3.18. A opção por uma determinada fonte energética depende do atendimento desses atributos.

Tabela 3.18: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 8

Atributos valorizados	Pontuação
Tempo até o início do fornecimento em larga escala	2,5
Capilaridade da rede	2,5
Soluções técnicas seguras	2,3
Treinamento no uso do equip./produto	2,3
Diversidade de fornecimento (diferentes fontes de GN)	1,7
Padronização de válvulas e conectores	1,7
Regularidade no fornecimento (sem cortes)	1,5
Duração do fornecimento (5 ou 50 anos?)	1,3
Sistema de medição confiável	1,3
Equipamentos que aceitem GN e GLP	1,2

### Grupo Focado 9:

O nono grupo focado conta com a participação de representantes do Sindicato dos Taxistas, Postos de Abastecimento de Gás Natural Veicular (GNV), Empresas Certificadoras de veículos para o uso de Gás Natural e Oficinas homologadas pelo INMETRO e DENATRAN para conversão de veículos para GNV. Como esperado, o consumo de energia desses setores está associado quase exclusivamente ao uso da gasolina e álcool (taxistas) e de energia elétrica (postos de abastecimento e oficinas). Os processos que consomem energia estão relacionados a operação dos motores em veículos e à iluminação e acionamento de bombas de abastecimento em postos e oficinas. O potencial de utilização do gás natural veicular em táxis é pleno (100% podem, teoricamente, serem convertidos); a conversão para o gás natural veicular deve ocorrer no curto prazo, desde que isso fosse vantajoso do ponto de vista econômico. Dois atributos foram salientados pelos entrevistados como essenciais para a utilização do gás natural veicular: a disponibilidade de postos de abastecimento em número suficiente evitando, assim, longos tempos de espera em filas, e a manutenção dos preços do produto em patamares estáveis. Demais atributos elencados por esses setores aparecem na tabela 3.19, diferenciando-se, em parte, dos atributos identificados pelos segmentos industrial e comercial.

Tabela 3.19: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 9

Atributos valorizados	Pontuação
Garantia de preço	6,7
Equipamentos que aceitem GN e GLP	5,0
Postos de abastecimento	4,4
Projetos de implantação de gás fornecidos pela distribuição	4,0
Soluções técnicas seguras	3,6
Preço inferior	3,6
Padronização de válvulas e conectores	2,7
Baixa poluição	2,5
Veículos convertidos de fábrica	2,1
Redução IPVA	2,1

É importante salientar que o atributo redução do IPVA não foi valorado pelos taxistas, que são isentos desse imposto. O atributo desponta como um dos principais atributos na avaliação do representante das oficinas de conversão de veículos para gás natural.

### **Grupo Focado 10:**

Este estudo conta com a participação de representantes da indústria de curtumes e de plásticos injetados, além de um representante do núcleo de utilização do gás natural do SENAI. Os comentários feitos pelo representante do SENAI foram considerados como representativos do agregado do setor industrial. O consumo de energia desses setores está associado principalmente ao uso intensivo de motores de ar comprimido, geração de calor para processos de secagem e aquecimento de água, operação de equipamentos extrusores, além de prensas de sopro e injeção. Até o momento, esses setores utilizam principalmente energia elétrica (cerca de 85% do consumo médio de energia refere-se a energia elétrica). O potencial para o uso do gás natural foi considerado pequeno. No setor de curtumes, o potencial de utilização do gás natural em processos de co-geração foi considerado como médio para baixo. No setor de plásticos, a não-utilização de vapor nos processos industriais tornaria desinteressante a opção de co-geração (apesar do segmento ser usuário intensivo de energia elétrica). Os principais atributos listados por esses setores aparecem na tabela 3.20. A opção por uma determinada fonte energética depende do atendimento desses atributos. Como pode ser visto na tabela, *tempo até o início do fornecimento em larga escala e preço* despontam como atributos mais importantes.

Tabela 3.20: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 10

Atributos valorizados	Pontuação
Tempo até o início do fornecimento em larga escala	10,0
Preço inferior	10,0
Duração do fornecimento (5 ou 50 anos?)	6,0
Alto desempenho energético	5,0
Projetos de implantação de gás fornecidos pela distribuição	5,0
Soluções técnicas específicas (Customizadas)	4,3
Informações disponíveis sobre equip./produto	4,3
Manutenção da rede	3,8
Soluções técnicas seguras	3,0
Baixa poluição	2,5

### Grupo Focado 11:

Este grupo focado conta com a participação de representantes do Sindicato dos Taxistas, Distribuidoras de Gás Natural, Empresas Certificadoras de veículos para o uso de Gás Natural e Oficinas para conversão de veículos para GNV. O objetivo deste grupo, que contou com um público similar ao do nono grupo focado, foi levantar as demandas do segmento na cidade de Caxias do Sul e compará-la com as demandas observadas na cidade de Porto Alegre. O distribuidor de gás natural realiza a distribuição através de caminhões-feixe. Como verificado no grupo focado de Porto Alegre, o consumo de energia desses setores está associado quase exclusivamente ao uso da gasolina/álcool (taxistas) e óleo diesel (distribuidores de gás natural). O potencial de utilização do gás natural veicular em táxis é pleno, sendo que a conversão para o gás natural veicular deve ocorrer no curto prazo. Dois atributos foram salientados pelos entrevistados como essenciais para a utilização do gás natural veicular: a disponibilidade de postos de abastecimento em número suficiente e preço competitivo. Demais atributos citados por esses setores aparecem na tabela 3.21, organizados em ordem decrescente de importância.

Tabela 3.21: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 11

Atributos valorizados	Pontuação
Preço inferior	5,7
Postos de abastecimento	5,0
Soluções técnicas seguras	3,6
Regularidade no fornecimento (sem cortes)	3,1
Custo da conversão	3,1
Garantia de preço	3,1
Autonomia	2,7
Duração do fornecimento (5 ou 50 anos?)	2,5
Alto desempenho energético	2,5
Pequeno espaço físico necessário	2,5

### Grupo Focado 12:

O décimo segundo estudo conta com a presença de representantes do setor de comércio e serviços da região da serra gaúcha. O grupo focado é conduzido na cidade de Caxias do Sul. Os setores de educação (faculdades e universidades), varejista, lojista e comércio de gêneros alimentícios (armazéns, mercearias e supermercados) são representados no estudo. O consumo de energia nesses setores está associado principalmente a climatização e iluminação de ambientes; no setor de comércio de alimentos, existe uma demanda por energia em processos de refrigeração e fornecimento de alimentos (panificação). Esses setores utilizam principalmente energia elétrica (cerca de 95% do consumo médio de energia refere-se a energia elétrica). Os setores apresentam potenciais distintos de utilização do gás natural. O setor varejista, por exemplo, não identifica nenhum potencial de uso. No setor de comércio de gêneros alimentícios, o potencial de utilização é alto, em particular na conversão de equipamentos de refrigeração e panificação. Os setores de educação e lojistas, por sua vez, identificam um potencial médio de utilização do energético, essencialmente associado à conversão de equipamentos de climatização de ambientes. Os principais atributos listados por esses setores aparecem na tabela 3.22, destacando-se aspectos relacionados a confiabilidade de projetos de instalação para fornecimento de gás natural e preço competitivo.

Tabela 3.22: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 12

Atributos valorizados	Pontuação
Projetos de implantação de gás fornecidos pela distribuidora	5,7
Preço inferior	5,0
Soluções técnicas seguras	3,6
Soluções técnicas legais	3,6
Duração do fornecimento (5 ou 50 anos?)	3,1
Tempo até o início do fornecimento em larga escala	1,9
Capilaridade da rede	1,8
Informações disponíveis sobre equip./produto	1,8
Regularidade no fornecimento (sem cortes)	1,7
Manutenção da rede	1,7

### Grupo Focado 13:

Esse grupo focado contempla representantes do setor industrial da região da serra gaúcha e é conduzido na cidade de Caxias do Sul. O estudo contou com a participação de representantes dos segmentos moveleiro, fabricantes de materiais elétricos, produtos alimentícios, metalurgia, autopeças e bebidas. O consumo de energia nesses setores utiliza

energéticos variados, estando centrado principalmente na energia elétrica, gás liquefeito de petróleo e óleo diesel. Os principais processos que consomem energia estão associados a usinagem de peças metálicas, polimerização de tintas, secagem e refrigeração de materiais. Esses setores acreditam que cerca de 40% do consumo energético poderia ser convertido para o gás natural no curto prazo. O potencial para o uso do gás natural em substituição ao GLP em processos onde o energético é utilizado é particularmente alto. A substituição de óleos diesel e BPF pelo gás natural também apresenta bom potencial. Parte das indústrias em questão não apresenta nenhuma utilização de vapor em seus processos, não sendo candidata, num primeiro momento, à utilização de processos de cogeração de energia elétrica. Os principais atributos listados por esses setores aparecem na tabela 3.23. Preço, regularidade do fornecimento e alto desempenho energético do gás natural, identificado como qualidade do gás natural pelos respondentes, aparecem como os atributos mais importantes.

Tabela 3.23: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 13

Atributos valorizados	Pontuação
Preço inferior	7,5
Regularidade no fornecimento (sem cortes)	5,0
Alto desempenho energético	3,8
Baixa poluição	2,3
Duração do fornecimento (5 ou 50 anos?)	1,7
Custo da conversão	1,6
Pequeno espaço físico necessário	1,6
Tempo até o início do fornecimento em larga escala	1,3
Sistema de medição confiável	1,2
Capilaridade da rede	1,0

#### **Grupo Focado 14:**

O último grupo focado é realizado com representantes do setor industrial da região Metropolitana de Porto Alegre, sendo realizado no Distrito Industrial de Gravataí. O estudo conta com a participação de representantes dos segmentos alimentos, fibras têxteis, autopeças, metalurgia. O consumo de energia nesses setores utiliza energéticos variados, estando centrado principalmente na energia elétrica, gás liquefeito de petróleo e óleo diesel. Os principais processos que consomem energia estão associados à utilização de fornos, caldeiras e tratamentos térmicos. Esses setores apresentam estudos para que o consumo energético possa ser convertido para o gás natural no curto prazo. Dessa forma, o potencial de conversão de energia elétrica para GN é elevado (maior que 50%). O potencial para o uso do gás natural

em substituição ao GLP em processos onde o energético é utilizado é de substituição imediata. A substituição de óleos diesel e BPF pelo gás natural também apresenta bom potencial. Parte das indústrias em questão apresentam utilização de vapor em seus processos, sendo candidatas, num primeiro momento, à utilização de processos de co-geração de energia. Os principais atributos listados por esses setores aparecem na tabela 3.24. Ponto de fornecimento, garantia de preço e comprometimento com volumes no contrato, aparecem como os atributos mais importantes. Percebe-se que os atributos relatados pelos respondentes estão relacionados ao grau de envolvimento destas indústrias no processo de implantação de rede de fornecimento de GN no Distrito Industrial.

Tabela 3.24: Comparativo entre os atributos valorizados pelo GF 14

Atributos valorizados	Pontuação
Ponto de Fornecimento	10,00
Garantia de Preço	5,00
Comprometimento com volumes no contrato	2,50
Garantia de Fornecimento	2,36
Baixa Poluição	2,00
Poder Calorífico	1,90
Espaço Físico reduzido	1,82

### 3.4.3 LISTAGEM DOS ATRIBUTOS DEMANDADOS

A lista dos atributos demandados pelos potenciais clientes do gás natural surge a partir dos estudos em grupo focado. Reunindo as informações coletadas em *todos* os estudos é possível criar uma estrutura de árvore que contempla *todas* as demandas listadas pelos clientes potenciais, conforme apresentado a seguir:

Tabela 3.25: Atributos associados à rede de fornecimento

Item	Descrição
1	Tempo até o início do fornecimento em larga escala
2	Capilaridade da rede
3	Duração do fornecimento (5 ou 50 anos?)
4	Regularidade no fornecimento (sem cortes)
5	Diversidade de fornecimento (diferentes fontes de GN)
6	Pressão na rede
7	Manutenção da rede
8	Sistema de medição confiável
9	Padronização de válvulas e conectores

Tabela 3.26: Atributos associados ao produto

Item	Descrição
11	Preço inferior
12	Alto desempenho energético
13	Baixa poluição
14	Pequeno espaço físico necessário
15	Condições contratuais justas para o cliente
16	Projetos de implantação de gás fornecidos pela distribuidora

Tabela 3.27: Atributos associados ao equipamento

Item	Descrição
21	Soluções técnicas seguras
22	Soluções técnicas que atendam a legislação
23	Soluções técnicas específicas (customizadas)
24	Facilidade de manutenção dos equipamentos
25	Informações disponíveis sobre equipamentos/produto
26	Custo de conversão
27	Treinamento no uso do equipamento/produto
28	Equipamentos que aceitem GN e GLP

A seguir é fornecida a definição (entendimento) de cada atributo listado:

**Tempo até o início do fornecimento em larga escala** – uma das preocupações dos clientes potenciais é que o GN seja disponibilizado, em larga escala, o mais brevemente possível. Muitos clientes estão buscando soluções energéticas imediatas e se o GN não estiver disponível no curto prazo, será preterido por outras fontes.

**Capilaridade da rede** – outra preocupação dos clientes refere-se ao alcance da rede, ou seja, a tubulação de gás irá chegar até cada empresa ou ficará apenas junto às grandes vias?

**Duração do fornecimento (5 ou 50 anos?)** – uma das condições para a opção pelo GN está associada ao tamanho do estoque, ou seja, o GN é uma solução para os próximos 5 anos ou o estoque irá durar por dezenas de anos?

**Regularidade no fornecimento (sem cortes)** – sem dúvida uma das principais preocupações dos clientes potenciais do GN é que esta fonte de energia não esteja sujeita a cortes no fornecimento por períodos indeterminados (“apagões”).

**Diversidade de fornecimento (diferentes fontes de GN)** – outro atributo valorizado pelo cliente é a existência de mais de uma empresa fornecedora. No entender dos clientes, isso configura confiabilidade ao sistema. Se uma empresa não fornece um serviço adequado, existe a possibilidade de trocar o fornecedor.

**Pressão na rede** – para muitas aplicações industriais, existem exigências referentes à pressão na rede, tanto em termos de valor médio quanto em termos de variabilidade (deve apresentar pouca variabilidade).

**Manutenção da rede** – uma boa manutenção da rede de fornecimento é outro atributo desejado pelos clientes potenciais. A boa manutenção é caracterizada por um serviço que resolve rapidamente qualquer problema nas tubulações e conexões da rede.

**Sistema de medição confiável** – outro atributo mencionado por alguns setores refere-se a qualidade e confiabilidade dos medidores de consumo. Segundo alguns relatos, o sistema de medição ainda precisa ser aprimorado, existindo divergências em relação aos valores registrados pelas empresas e o consumo cobrado pela distribuidora.

**Padronização de válvulas e conectores** – a padronização de válvulas e conectores é outro atributo desejado pelos clientes potenciais. Essa padronização permite que empresas de diversos estados/países possam ser fornecedoras de componentes.

**Preço inferior** – sem dúvida, o atributo mais importante para a maioria dos setores. O GN será uma opção das empresas gaúchas somente se os estudos de exequibilidade e retorno de investimento apontarem nessa direção.

**Alto desempenho energético** – para muitas aplicações, por exemplo, fornos, o desempenho energético pode ser fundamental. Nessas aplicações, é importante que os equipamentos atinjam altas temperaturas em tempos relativamente curtos, o que exige um bom desempenho energético.

**Baixa poluição** – outro atributo valorizado por muitos clientes potenciais é a baixa poluição. Esses clientes, em geral localizados próximos de centros urbanos, além de considerar o preço, também consideram os aspectos ambientais. Assim, estão propensos a optarem pela fonte de energia que polua menos.

**Pequeno espaço físico necessário** – muitas empresas e organizações estão sujeitas a restrições de espaço físico. Essas empresas não têm condições de mobilizarem espaços para tanques ou grandes equipamentos conversores. Para essas empresas, a solução que demande menor espaço físico será privilegiada.

**Condições contratuais justas para o cliente** – um dos pontos levantados pelos clientes potenciais refere-se ao fato de que os contratos asseguram grandes garantias para o

fornecedor, mas quase nenhuma garantia para o cliente. É importante que os contratos contemplem multas para o caso da empresa distribuidora interromper o fornecimento.

**Projetos de implantação de gás fornecidos pela distribuidora** – a utilização do gás natural seria fomentada se os projetos de implantação fossem fornecidos gratuitamente (ou a preços subsidiados) pela empresa distribuidora. O custo do projeto é uma das preocupações dos clientes potenciais.

**Soluções técnicas seguras** – outra preocupação constante refere-se à segurança do produto GN. Muitos clientes potenciais desconhecem os riscos associados com GN. Eles pedem soluções que sejam, no mínimo, tão seguras quanto aquelas observadas em outras fontes de energia (elétrica, diesel).

**Soluções técnicas que atendam a legislação** – algumas empresas situadas em centros urbanos mencionaram problemas legais associados ao uso e estocagem de gás. Nesse sentido, a distribuidora deve fornecer soluções que atendam a legislação vigente (leis municipais).

**Soluções técnicas específicas (customizadas)** – os clientes potenciais desejam soluções técnicas perfeitamente adaptadas ao seu negócio. Ou seja, valorizam a existência de suporte técnico capaz de projetar soluções específicas para a instalação dos equipamentos ou para a conexão dos equipamentos à rede.

**Facilidade de manutenção dos equipamentos** – um das preocupações manifestadas pelos clientes potenciais refere-se ao custo e facilidade de manutenção dos equipamentos. Naturalmente, as fontes energéticas apoiadas por equipamentos de manutenção mais simples e baratas serão priorizadas.

**Informações disponíveis sobre equipamentos/produto** – muitos clientes potenciais manifestaram a necessidade de maiores informações antes de optarem por uma determinada fonte de energia. Esses clientes atestam que existe pouca informação referente ao GN, tanto no que se refere ao produto e equipamentos, como a respeito da própria política a ser adotada para o setor.

**Custo de conversão** – o custo de conversão dos equipamentos tem sido indicado como uma dificuldade para a utilização do GN. Seria importante que houvesse muitas empresas especializadas na conversão de equipamentos. Além disso, a conversão poderia ser subsidiada ou financiada pela distribuidora.

**Treinamento no uso do equipamento/produto** – além de informações sobre equipamentos e produto, muitos clientes potenciais também manifestaram interesse em treinamento. Ou seja, desejam que seus funcionários possam ser treinados no uso do produto e dos equipamentos específicos.

**Equipamentos que aceitem GN e GLP** – outro ponto que seria considerado um estímulo para a adesão ao GN seria a existência de equipamentos que podem funcionar utilizando mais de uma fonte de energia. Por exemplo, equipamentos habilitados a operarem com GN ou GLP. Os clientes potenciais entendem que essas soluções são mais confiáveis, pois podem lidar com a eventual falta de fornecimento de uma das fontes.

A atribuição da importância de cada atributo é feita utilizando uma pesquisa quantitativa. O instrumento de pesquisa é um questionário fechado, elaborado a partir do subsídio dos estudos em grupos focados. Para cada setor é dimensionado estatisticamente o número de questionários a serem distribuídos. Os questionários investigam de *forma direta* o valor atribuído pelos clientes potenciais a todos os itens que constam na árvore de atributos. A pesquisa quantitativa é discutida no próximo capítulo.

#### **3.4.4 INVESTIGAÇÃO ATRAVÉS DE PESQUISA QUANTITATIVA**

A pesquisa quantitativa constitui-se de uma seqüência natural à etapa qualitativa de levantamento de dados, conduzida através de estudos em grupos focados (DEMANGÁS, 2002). Os principais objetivos da pesquisa quantitativa são: (i) consolidar a lista de atributos do produto gás natural e de seus serviços associados, obtida a partir dos grupos focados, e (ii) quantificar (ou ponderar) a importância relativa de cada atributo listado.

A fase de investigação através de pesquisa quantitativa se subdivide em: (A) pesquisa com questionário fechado (consolidação dos atributos) e (B) pesquisa através de preferência declarada (avaliação dos atributos).

##### **A) Pesquisa com questionário fechado (consolidação dos atributos)**

Nos grupos focados foi possível identificar diferentes atributos apontados por potenciais usuários do gás natural e de seu serviço de oferta. Através dos grupos, também se

obteve uma priorização dos atributos, essencial para a composição dos instrumentos de coleta de dados na fase quantitativa da pesquisa, uma vez que fornece subsídios para a não-inclusão de alguns atributos nos instrumentos de coleta de dados, gerando, assim, listas sucintas de atributos a serem ponderadas em importância.

O objetivo principal desta fase da pesquisa quantitativa é refinar a priorização dos atributos levantados nos grupos focados, obtendo pesos de importância para os principais atributos e consolidando sua ordem de importância. Para tanto, são utilizados questionários fechados. Tais instrumentos de coleta de dados são listas organizadas de perguntas cujas respostas podem ser expressas através de escalas de intensidade ou concordância. A utilização de questionários fechados nesta fase da pesquisa tem por objetivo mensurar a importância dos principais atributos apontados, durante a realização dos grupos focados, por representantes de diversos setores da indústria, comércio e serviços.

A elaboração da pesquisa quantitativa segue as etapas usuais de uma pesquisa de mercado, fazendo uso de procedimentos sistemáticos e objetivos. Essas etapas estão reunidas em um processo seqüencial inter-relacionado, descrito a seguir.

### **Identificação do problema e objetivos da pesquisa**

O problema de pesquisa abordado é a determinação dos principais atributos valorizados por usuários de gás natural nos diferentes setores econômicos. A determinação desses atributos deve permitir a realização de esforços focados de divulgação do produto gás natural e de seu serviço de entrega, valorizando aspectos identificados como essenciais por seus potenciais usuários. Além dos aspectos mercadológicos, a correta valoração dos atributos identificados por usuários do produto/serviço deve permitir o planejamento de campanhas de esclarecimento acerca de características pouco conhecidas do produto gás natural e de seu serviço de distribuição, e que possam gerar expectativas negativas em seus potenciais usuários.

A pesquisa quantitativa é conduzida em empresas dos diversos setores abordados nos grupos focados, localizadas nos municípios que fazem parte da rede de distribuição da Sulgás (DEMANGÁS, 2002).

### **Planejamento da pesquisa**

A etapa de *planejamento da pesquisa* contempla as atividades de (i) determinação

da fonte de dados, (ii) determinação da população-alvo da pesquisa, tamanho da amostra e processo de amostragem e (iii) elaboração dos instrumentos de coleta de dados (DEMANGÁS, 2002).

**(i) Determinação da fonte de dados**

A estratificação dos setores econômicos para composição da população-alvo neste estudo utiliza como fonte de dados informações fornecidas por entidades estaduais e federais. As informações obtidas são classificadas em duas categorias distintas: dados econômicos e de censo e dados de consumo energético. As informações na primeira categoria são fornecidas pelo Sebrae-RS, pela Fundação de Economia e Estatística do RS e pela Federação das Indústrias do RS. As informações na segunda categoria são obtidas do Governo Estadual através do balanço energético do Estado, e da Receita Federal.

A partir dos dados econômicos e de censo é possível determinar o perfil da população nos municípios incluídos na pesquisa, em termos do número de empresas industriais, comerciais e de serviços. Assim, é possível determinar o percentual de participação dos diferentes setores no agregado econômico em cada município.

A partir dos dados de consumo energético é possível delinear o perfil de utilização de energia em cada setor e segmento. Os dados obtidos a partir do Balanço Energético do Estado do RS apresentavam os números agregados de consumo energético em cada segmento econômico. Conhecendo os dados de consumo dos diferentes tipos de energéticos em cada segmento e o potencial de conversão dos energéticos em questão para gás natural (no segmento), utilizando, para tanto, informações dos grupos focados, é possível efetuar uma primeira estratificação da população em categorias conforme seu potencial de demanda por gás natural. Eventuais distorções de tal estratificação são corrigidas utilizando os dados de consumo de energia elétrica fornecidos pela Receita Federal, dados estes desagregados por município e segmento econômico.

As fontes de informação explicitadas acima são consideradas fontes secundárias na pesquisa quantitativa. A fonte de dados primários utilizada é formada pelos próprios consumidores potenciais de gás natural, representados por gerentes de empresas dos setores e municípios escolhidos.

**(ii) Determinação da população-alvo da pesquisa, tamanho da amostra e processo de amostragem**

As fontes de dados e critérios de determinação da população-alvo foram explicitados na seção anterior. A população-alvo desta pesquisa quantitativa é constituída por representantes de empresas consumidoras de energéticos que apresentam bom potencial para a utilização futura do gás natural.

O tamanho da amostra a ser utilizada nesta pesquisa quantitativa é dimensionado em 450 questionários nos segmentos industrial e comercial, levando em conta a estratificação e assegurando uma margem de erro na estimativa do potencial de consumo de gás natural inferior a 5%. São investigados cerca de 30 setores, correspondendo aos setores com bom potencial para o uso do gás natural. Em cada setor, são coletados, em média, 15 questionários. Assim, o tamanho total da amostra para o segmento industrial e comercial é estimado em  $(30 \times 15) = 450$  questionários.

Para o setor automotivo (6 segmentos) foi selecionada uma amostra de 120 questionários (20 questionários por segmento), e para o setor residencial (um segmento) foi selecionada uma amostra de 50 questionários, uma vez que este setor apresenta grande heterogeneidade.

Com relação ao processo de amostragem, são utilizados os princípios de amostragem estratificada: os questionários são distribuídos nas principais empresas dos diversos setores. Os municípios a serem contemplados na pesquisa quantitativa originalmente desenvolvida localizavam-se na região servida pelos quatro *city gates* planejados ou em operação pela Sulgás. Por solicitação da empresa, a lista de municípios é ampliada para incluir outras localidades a serem servidas pelo gasoduto Brasil-Argentina. Com isso, a amostra de municípios da pesquisa, anteriormente centrada nas regiões metropolitana de Porto Alegre e Serrana, passa a incluir municípios no centro do Estado, fronteira oeste e região sudeste. Os municípios não contemplados originalmente e que passam a fazer parte da amostra a ser pesquisada são: Alegrete, Bagé, Camaquã, Estrela, Lajeado, Pelotas, Rio Grande, Santa Maria, Teotônia, Venâncio Aires e Uruguaiana. A distribuição ao longo dos municípios é proporcional ao consumo de energia observado em cada setor/município, conforme descrito anteriormente.

**(iii) Elaboração do instrumento de coleta de dados**

O questionário fechado é elaborado a partir da lista de atributos demandados, apresentados nas tabelas 3.25, 3.26 e 3.27. Tal questionário verifica se a lista é completa e qual a importância atribuída pelos diversos setores a cada atributo, utilizando para tanto uma escala numérica. O questionário fechado encontra-se no Apêndice 1.

Para assegurar o retorno dos questionários (usualmente inferior a 10% em pesquisas similares), é usado o seguinte procedimento: (i) através de contato telefônico, é determinado o interesse do grupo de empresas contempladas na amostra em responder o questionário; somente empresas interessadas receberão o questionário; (ii) para as empresas que aceitam participar da pesquisa, é enviado o questionário por via eletrônica (*e-mail*); (iii) é mantido contato telefônico e eletrônico (via *e-mail*) para assegurar o perfeito entendimento do questionário e seu retorno.

Vale observar que o formato eletrônico do questionário e a sua simplicidade (poucas questões, respostas fechadas) facilitam obter o retorno necessário para a realização da análise.

A partir da compilação dos resultados obtidos nos questionários (DEMANGÁS, 2002), é possível identificar e ordenar por importância os atributos valorizados pelos potenciais usuários do GN. Tal informação constituiu-se do subsídio necessário para a elaboração de cenários, uma fase que se desdobra a partir do retorno dos questionários fechados, a qual é descrita a seguir. A análise completa dos resultados da pesquisa quantitativa está apresentada em DEMANGÁS, 2002.

**B) Pesquisa através de preferência declarada (avaliação dos atributos)**

A fase de cenários consiste na definição dos níveis dos atributos a serem mensurados através da pesquisa de preferência declarada (SP – *stated preference*). Os atributos contemplados na SP são aqueles mais valorizados pelos potenciais usuários dentro dos diferentes segmentos, conforme resultados da pesquisa quantitativa. Cada atributo é analisado relativamente a dois ou três níveis, conforme o efeito esperado do atributo sobre a variável de resposta a ser medida (probabilidade de preferência por cada cenário apresentado). Atributos com potencial efeito não-linear sobre a variável de resposta são investigados em três níveis; atributos com potencial efeito linear sobre a variável de resposta são investigados a somente dois níveis.

Os cenários em uma pesquisa de SP são formados a partir de combinações dos níveis dos diversos atributos. Por exemplo, considerando-se os atributos preço e confiabilidade, um possível cenário consistiria de oferta de GN a um preço inferior ao do GLP e com confiabilidade (quanto a utilização do energético) superior. Nesse caso, os níveis do atributo preço seriam três: alto (preço superior ao do GLP), médio (preço similar ao GLP) e baixo (preço inferior ao do GLP). Ao considerarem-se somente dois níveis para o atributo confiabilidade, por exemplo, seriam gerados seis cenários a serem analisados. A partir desse exemplo percebe-se que o número de atributos e os níveis nos quais cada atributo é investigado são determinantes no número final de cenários a serem apresentados aos respondentes da pesquisa de SP.

A tabela 3.28 apresenta um exemplo de variáveis e seus níveis, utilizados em uma aplicação da técnicas de preferência declarada para o setor de táxi em Porto Alegre.

Tabela 3.28: Preferência declarada para o setor de táxi em Porto Alegre

<b>Variáveis</b>	<b>Níveis</b>
Custo de conversão do veículo	- Baixo R\$ 1.500,00 - Alto R\$ 3.500,00
Garantia de preço	- Sem garantia do diferencial de preço em relação a gasolina - Com garantia do diferencial de preço em relação a gasolina
Preço inferior	- Gasto mensal 10% menos que a gasolina - Gasto mensal 20% menos que a gasolina - Gasto mensal 40 % menos que a gasolina - Gasto mensal 60% menos que a gasolina
Segurança	- Menos que a gasolina - Tanto quanto a gasolina
Tempo de espera nas filas dos postos de abastecimento	- 15 minutos mais que a gasolina - 45 minutos mais que a gasolina

O planejamento da pesquisa de SP envolve as seguintes atividades: (a) definição do público-alvo, (b) escolha dos atributos a serem valorados na pesquisa, (c) definição dos níveis de investigação para cada atributo, (d) composição dos cenários padrão e alternativos a serem apresentados aos respondentes, e (e) pré-teste do questionário de preferência declarada.

O público-alvo selecionado para a pesquisa de SP corresponde àquele previamente selecionado para a pesquisa quantitativa. A investigação cobre os mesmos setores, os quais são agrupados, através de uma análise de *clusters*, em 12 conglomerados (ou *clusters*). O critério para agrupamento dos setores é a hierarquização por eles apresentada relativamente aos atributos que integraram a pesquisa quantitativa. Assim, são agrupados setores que

valorizam os mesmos atributos, aproximadamente na mesma ordem de importância. Como resultado, formam-se 5 *clusters* industriais e comerciais, 1 *cluster* residencial e 6 *clusters* automotivos.

O agrupamento dos setores em *clusters* é uma tarefa necessária para racionalizar o número de questionários de SP a serem elaborados. Tal agrupamento viabiliza a atividade (b) de escolha dos atributos a serem valorados na pesquisa. Em um estudo de SP, os respondentes informam a sua preferência quanto a cenários alternativos a um cenário padrão. O cenário padrão descreve uma situação conhecida pelos respondentes; por exemplo, veículos de passeio que utilizam a gasolina como combustível. Os cenários alternativos descrevem situações que diferem do cenário padrão relativamente a vários fatores; por exemplo, veículos de passeio que utilizam o GN como combustível, a um custo operacional inferior ao da gasolina, mas com baixa confiabilidade de fornecimento. Nesse exemplo, os fatores (ou atributos) investigados são o custo operacional e a confiabilidade de fornecimento do GN.

Ao responderem a uma pesquisa de SP, os entrevistados informam a sua preferência quanto aos cenários apresentados. É evidente que, nesse contexto, os atributos selecionados na composição dos cenários alternativos devem ser significativos para os respondentes. Como cada setor valoriza (pondera) os atributos do GN de forma distinta, os *clusters* de setores são agrupados quanto a esta valorização, possibilitando a montagem de cenários igualmente significativos para todos os integrantes de um mesmo *cluster*. Os atributos incluídos na pesquisa de SP variam conforme o *cluster* de setores em estudo. Ao todo, 15 diferentes atributos foram utilizados no estudo (DEMANGÁS, 2002).

A atividade seguinte é a de definição dos níveis de investigação para cada atributo. O nível de um atributo descreve o seu estado ao participar em um dado cenário. Por exemplo, os níveis do atributo tempo de espera para abastecimento, em uma pesquisa de SP para o setor automotivo, podem ser três: tempo de espera *inferior*, *igual* e *superior* ao do abastecimento usual em posto de gasolina. O número de níveis de um atributo em uma pesquisa de SP é definido tendo como base o seu efeito esperado sobre a preferência que se está medindo. Assim, ao se estimar, subjetivamente, o efeito de um atributo sobre a preferência como aproximadamente linear, dois níveis de investigação são suficientes; para efeitos não lineares, três ou mais níveis são necessários. Quanto maior o número de níveis, maior a precisão da modelagem de preferência resultante. Em contra-partida, um número excessivo de níveis para os atributos em uma pesquisa de SP resulta em uma grande coleta de dados.

Todos os atributos na presente pesquisa de SP são incluídos a dois níveis, com exceção do preço do energético, explorado a quatro níveis. Uma maior definição do atributo preço justifica-se dada o seu grau de importância na opinião dos respondentes da pesquisa quantitativa. Em cada *cluster* investiga-se seis atributos (preço a quatro níveis, mais 5 atributos a dois níveis), sendo que o número de cenários resultantes em cada questionário de SP é de 128 ( $2^5 \times 4$ ).

A atividade (*d*), a qual contempla a composição dos cenários padrão e alternativos a serem apresentados aos respondentes, envolve a blocagem dos respondentes dentro de cada *cluster*. A avaliação por parte de cada respondente de 128 cenários relativamente a um cenário padrão é inviável. Assim, limita-se o número de cenários a serem comparados por cada respondente a 16. Assim, a cada oito respondentes tem-se uma aplicação integral da pesquisa de SP dentro de um determinado *cluster*. Para garantir a maior precisão na coleta dos dados e posterior modelagem, 8 repetições de cada pesquisa de SP são conduzidas por *cluster*.

A última atividade relacionada ao planejamento da pesquisa de SP, o pré-teste do questionário, é desenvolvida com uma amostra de oito respondentes de *clusters* automotivos e oito respondentes de *clusters* industriais. Alguns potenciais problemas de dificuldade de interpretação dos cenários apresentados são identificados e eliminados nesta etapa.

O software com os modelos de estimação do estudo de preferência declarada (SP – *Stated Preference*), nos quais é possível estimar o valor assumido pela variável de interesse para diferentes valores das variáveis explicativas, em cada um dos Clusters investigados, pode ser verificado em DEMANGÁS, 2002.

### **3.5 ABORDAGEM BASEADA NA OPINIÃO DE ESPECIALISTAS**

Os modelos matemáticos podem ser ajustados através da adoção de parâmetros estabelecidos por especialistas, que opinam sobre a expectativa de comportamento futuro do consumo de energia nos mais diferentes setores. Esta calibração das previsões de demanda é importante, dado que as particularidades do consumo energético de uma determinada região ou segmento econômico nem sempre estarão explicitadas em um modelo que se baseie em dados históricos. Isso ocorre em função das potenciais mudanças que são esperadas no futuro, ou que começam a acontecer em uma menor escala no momento presente, as quais podem interferir sobremaneira nos volumes energéticos que serão demandados.

Dois grupos distintos de especialistas foram consultados: um grupo contemplando

os setores industrial, comercial e residencial e o segundo grupo contemplando o setor automotivo. A seguir são explicadas as abordagens e traçados os resultados obtidos.

### **3.5.1 SETOR INDUSTRIAL, COMERCIAL E RESIDENCIAL**

Para estes setores, os principais pontos pesquisados se encontram descritos a seguir.

#### **Crescimento da demanda energética no RS**

O crescimento da demanda energética no RS foi estimado a partir de séries temporais. No entanto, os resultados foram apresentados para especialistas, que deram a sua opinião sobre o que deve ocorrer na próxima década. Analisando os principais segmentos, os especialistas indicaram se a tendência irá se manter ou será observado um comportamento diferente.

#### **Mudanças tecnológicas: mecanização e eficiência dos equipamentos**

As mudanças tecnológicas podem fazer com que se altere a demanda de energia, além do crescimento natural observado na última década. O efeito das mudanças tecnológicas pode apresentar-se de duas formas: (i) alguns municípios/segmentos podem estar iniciando um processo de intensa mecanização, substituindo mão de obra por equipamentos que demandam energia. Isso irá provocar um aumento na demanda de energia mesmo que a região ou segmento econômico não esteja crescendo; (ii) alguns municípios/segmentos podem estar renovando equipamentos, os quais podem operar com uma eficiência energética superior, ou seja, produzirem o mesmo trabalho consumindo menos energia. Essas correções, aplicadas sobre a projeção natural fornecida pelo estudo dos dados históricos, baseiam-se nos estudos conduzidos junto aos especialistas.

#### **Mudanças tecnológicas: expansão da demanda potencial máxima**

Face ao surgimento de novas tecnologias para utilização do GN como fonte energética, a demanda potencial máxima de GN (volume de GN que seria demandado se o produto fosse muito atrativo) hoje estabelecida poderá sofrer alterações. Isso ocorre principalmente em função de novos equipamentos que estão sendo constantemente desenvolvidos pelo mercado, e que funcionam utilizando o GN como fonte primária de energia. Os especialistas opinam sobre este tema, fornecendo uma perspectiva futura dos

desenvolvimentos no campo de aplicação do GN.

### **Atributos investigados no estudo de preferência declarada**

Através de estudos realizados no estado do Rio Grande do Sul (DEMANGÁS, 2002), foram identificados uma série de atributos que definem a atratividade do GN, fazendo com que esta opção possa apresentar-se em condição de superioridade ou inferioridade em relação a outras fontes energéticas. Os principais atributos foram os seguintes: a) custo do kWh; b) custo de instalação; c) custo de conversão para a fonte energética; d) custo de manutenção; e) continuidade do abastecimento (exposição a cortes no fornecimento); f) capilaridade da rede (rede externa de fornecimento do energético); g) espaço ocupado pelos equipamentos; h) segurança da instalação; i) poluição gerada. O efeito desses atributos é obtido através de estudos de preferência declarada. Assim, para cada segmento existe uma equação matemática que relaciona o nível destes atributos com a propensão de conversão para o GN. O nível de cada atributo, por exemplo, como se posiciona o GN em relação as demais fontes energéticas no que concerne ao atributo “poluição”, foi balizado pelos especialistas.

### **Marketing e Ações reguladoras**

Além dos atributos listados no parágrafo anterior, cujos efeitos já foram determinados (DEMANGÁS, 2002), outros dois elementos são incorporados na equação da propensão ao uso do GN: j) esforço de marketing; k) impacto das ações reguladoras. O primeiro diz respeito à influência que as campanhas de marketing para utilização do GN podem ter sobre a propensão de conversão para este energético. O segundo elemento contempla os mecanismos de regulação que os órgãos governamentais podem vir a assumir, regulando a utilização do GN nos diferentes segmentos e regiões. O efeito deste dois atributos é obtido através de um estudo junto aos especialistas. Os especialistas comparam o efeito desses novos atributos com o efeito dos atributos já quantificados (DEMANGÁS, 2002). Eles indicam se os novos atributos possuem efeito maior, igual ou menor do que aqueles já quantificados. A partir dessa informação é possível incorporar os novos atributos na equação existente, utilizando coeficientes que expressem seu provável efeito.

### **Velocidade de conversão**

Uma outra contribuição dos especialistas se dá no posicionamento da curva de conversão para o GN nos próximos anos. A evolução no consumo de GN nos próximos anos pode se dar de forma não linear. Em alguns segmentos, o máximo consumo potencial pode ser

alcançado rapidamente, logo nos primeiros anos. Em outros segmentos, a conversão para o GN pode ocorrer lentamente. Esse comportamento é regulado por duas dimensões principais: a primeira delas é a própria atratividade do GN, a qual é definida em função do nível dos diversos atributos. A segunda dimensão contempla os investimentos envolvidos e o nível de concorrência dentro dos segmentos. Espera-se que, se o nível de investimento for baixo e a concorrência for alta, a migração para o uso do GN ocorra em um espaço de tempo menor do que se o nível de investimento for alto e a concorrência for baixa. Essas informações são obtidas através da opinião dos especialistas.

### **3.5.1.1 ROTEIRO DE ENTREVISTAS**

Com vistas a coletar todas as informações discutidas nos parágrafos anteriores, foi realizada uma série de entrevistas com especialistas. As entrevistas foram estruturadas com base no roteiro apresentado a seguir. Todos os especialistas foram entrevistados de forma pessoal, através de reuniões marcadas pelo pesquisador.

Os dados apresentados no roteiro de entrevistas referem-se ao Balanço Energético Consolidado do Estado do Rio Grande do Sul 1999-2000, publicado pela Secretaria de Energia, Minas e Comunicações (2002), bem como aos dados coletados e apresentados no relatório DEMANGÁS (2002).

#### **Roteiro de questões formuladas aos especialistas**

1. Na última década, a taxa média de crescimento do consumo de energia no RS foi de 3,38 % ao ano. Nos próximos dez anos, o consumo de energia no RS deve seguir essa mesma taxa de crescimento, ou esta taxa de crescimento irá diminuir ou aumentar?
2. Você indicou que a taxa de crescimento do consumo de energia no RS irá diminuir/manter/aumentar, porque você acha isso (mecanização, eficiência energética, etc.)?
3. Na última década, a taxa média de crescimento do consumo de energia nos segmentos Alimentos, Bebidas, Química, Plásticos, Papel/Celulose foi, respectivamente, 3,87 %, 3,87 %, 6,91 %, 6,91 %, 3,66 % ao ano. Nos próximos dez anos, o consumo de energia neste segmento deve seguir essa mesma taxa de crescimento, ou esta taxa de crescimento irá diminuir ou aumentar?

4. Você indicou que a taxa de crescimento do consumo de energia nos segmentos Alimentos, Bebidas, Química, Plásticos e Papel/Celulose irá diminuir/manter/aumentar, porque você acha isso (mecanização, eficiência energética, etc.)?

5. Uma pesquisa anterior revelou que, devido a limitações tecnológicas, o máximo consumo de energia no RS que poderia ser convertido para GN seria 42 %. O que você acha deste limite? Você acredita que este limite possa ser expandido em função de avanços tecnológicos?

6. Uma pesquisa anterior revelou que, devido a limitações tecnológicas, o máximo consumo de energia no segmento Alimentos, Bebidas, Química, Plásticos, Papel/Celulose que poderia ser convertido para GN seria, respectivamente, 63 %, 41 %, 31 %, 48 %, 56 %. O que você acha deste limite? Você acredita que este limite possa ser expandido em função de avanços tecnológicos?

7. Comparado à principal fonte energética atualmente utilizada, como você classificaria a oferta de GN que irá consolidar-se nos próximos anos no RS (considere o cenário de 2010):

	Claramente Pior (-1)	Um pouco Pior (-0,5)	Similar (0)	Um pouco Melhor (+0,5)	Claramente Melhor (+1)
Custo do Kw					
Custo de Instalação					
Custo de conversão					
Custo de manutenção					
Continuidade do abastecimento					
Capilaridade da rede					
Espaço ocupado p/ equipamentos					
Segurança da instalação					
Poluição gerada					

8. Os atributos listados acima possuem influência na decisão de conversão para o GN. Ou seja, se o Gás Natural atender a esses atributos vantajosamente em relação às demais fontes de energia, sua atratividade aumenta. Há outros elementos que também influenciam a decisão de conversão, por exemplo: Marketing e Ações reguladoras. Como você classificaria o efeito desses dois elementos, similar a qual dos atributos listados acima?

**Marketing** tem um efeito similar ao do(s) atributo(s):

---

**Ações reguladoras** têm um efeito similar ao do(s) atributo(s):

---

9. Em uma condição muito favorável (por exemplo, retorno do investimento em um ano), quanto tempo demoraria para que todo o potencial de conversão do estado fosse efetivamente convertido?

10. Em uma condição muito pouco favorável (por exemplo, retorno do investimento em cinco ou seis anos), quanto tempo demoraria para que todo o potencial de conversão do estado fosse efetivamente convertido?

### **3.5.1.2 PERFIL DOS ENTREVISTADOS**

Os especialistas entrevistados possuíam, como característica comum, conhecimento do mercado de energia no estado do Rio Grande do Sul. Para tanto, foram selecionados profissionais de diversos setores, tais como, governos, agências reguladoras, companhias distribuidoras de GN, universidades, empresas fornecedoras de energia, empresas consumidoras de energia, sindicatos de empresas e federações de indústrias.

As identidades dos entrevistados foram mantidas em sigilo, a fim de que os mesmos tivessem liberdade para expor suas opiniões com a maior autonomia possível.

O número total de especialistas é 15 (quinze), assim divididos: 5 especialistas em consumo energético geral (opinaram em todos os setores) e 10 especialistas em consumo energético de setores específicos, em geral opinando a respeito de três ou quatro setores.

### **3.5.1.3 RESULTADOS DAS ENTREVISTAS**

Os resultados das entrevistas com os especialistas são apresentados no quadro 3.3. Algumas considerações podem ser destacadas, a partir da conversação travada entre o pesquisador e os especialistas, as quais serão discutidas a seguir.

1. Como resultado global, percebe-se que os especialistas apontam para um crescimento no consumo energético um pouco acima do observado nos últimos 10 anos (indicam 3,50 % ao ano, um valor superior à média de 3,38 % ao ano observada nos últimos 10 anos).
2. A maioria dos especialistas (13) acha que o crescimento do consumo de energia se dará em função do crescimento econômico do mercado, e não em função da mecanização acelerada dos setores (ou de um dado segmento específico). A explicação é o grau de maturidade do setor produtivo gaúcho, ou seja, não existirá, segundo os especialistas, um processo de intensa mecanização.

3. A eficiência energética dos equipamentos aumentará, fazendo com que os mesmos consumam aproximadamente 5 % menos de energia no horizonte dos próximos 10 anos.
4. Os setores de alimentos e bebidas, segundo os especialistas, apresentarão um crescimento levemente superior aquele apresentado nos últimos 10 anos. Nos setores químico e plástico se observará um pequeno declínio, novamente comparativamente aos últimos 10 anos. O setor papel e celulose apresentará, aproximadamente, as mesmas taxas médias anuais de crescimento de consumo de energia.
5. A evolução do potencial de conversão em função de avanços tecnológicos deverá crescer muito pouco (3,2 pontos percentuais sobre o potencial de conversão atualmente declarado pelo mercado). A explicação é o grau de amadurecimento, em termos internacionais, dos equipamentos que utilizam GN. Como os mercados de vários países, principalmente na Europa e na América do Norte, há vários anos já utilizam o GN como energético, a tecnologia já se encontra em um estágio de avanço satisfatório, não sendo esperadas grandes alterações neste cenário.
6. O segmento químico é o que apresentará maior evolução do potencial de conversão para o GN, segundo os especialistas (4,5 pontos percentuais sobre o potencial de conversão atualmente declarado pelo mercado). Este incremento pode ser explicado segundo uma perspectiva de novas aplicações para o metano (molécula que é a principal componente do GN) na indústria química.
7. Segundo os especialistas, os piores desempenhos dos atributos associados ao GN na próxima década são: capilaridade da rede (-0,8; considerando a escala proposta no questionário), custo do kWh (-0,6), espaço ocupado pelos equipamentos (-0,1). Os atributos com desempenhos considerados nulos são: segurança da instalação (-0,03), custo de instalação (0,0), poluição gerada (0,0). Os melhores desempenhos dos atributos associados ao GN são: custo de manutenção (0,07), continuidade do abastecimento (0,27), custo de conversão (0,37).
8. As explicações para os valores dados aos atributos associados ao GN foram as seguintes: (a) capilaridade da rede: as companhias distribuidoras não conseguirão arcar com os altos custos associados a implantação rápida de uma rede de distribuição de GN nas cidades. Esta rede levará ainda alguns anos até que esteja disponível a todo mercado consumidor potencial de GN; (b) custo do kWh: em função dos preços dolarizados do GN, os especialistas acham que este será um dos grandes entraves para a expansão do mercado consumidor de GN. Ao menos no horizonte pesquisado (10

anos) os especialistas acreditam que estas condições permanecerão, gerando uma grande barreira para a introdução do GN; (c) espaço ocupado pelos equipamentos: as dimensões do conjunto de equipamentos a GN ainda serão um pouco maior que os equipamentos substituídos, mesmo considerando que o GN não requer área de estocagem; (d) segurança da instalação: os especialistas acreditam que as instalações que utilizam GN são tão seguras quanto às demais; (e) custo de instalação: não existe um diferencial significativo em relação a outros energéticos; (f) poluição gerada: tomando-se o conjunto dos setores da economia, os especialistas acreditam que o GN não apresenta um diferencial significativo neste atributo; (g) custos de manutenção: os gastos em manutenção de equipamentos que utilizem GN serão menores comparativamente a outros energéticos, em função das características de queima do GN; (h) continuidade do abastecimento: segundo os especialistas, este atributo do GN apresenta vantagem sobre os demais energéticos, dada a baixa probabilidade de falhas no sistema de transporte e distribuição; (i) custo de conversão: segundo os especialistas, o melhor atributo do GN, apresentando, com o passar dos anos e aumento da concorrência entre os fabricantes de equipamentos a GN, decréscimo substancial do valor de investimento associado.

9. O efeito das ações de marketing foi considerado como similar ao efeito dos atributos “continuidade do abastecimento” (7 especialistas) e “poluição gerada” (4 especialistas). Os especialistas consideraram o efeito das ações de marketing como sendo de baixa interferência no mercado.
10. O efeito das ações reguladoras foi considerado como similar ao efeito dos atributos “custo do kWh” (13 especialistas) e “custo de conversão” (2 especialistas). Os especialistas consideraram o efeito das ações reguladoras como sendo de alta interferência no mercado.
11. Em uma condição favorável de retorno sobre o investimento, todo potencial de conversão poderia ser atingido em 3,33 anos. Por outro lado, em uma condição desfavorável de retorno, este potencial somente será alcançado em 10,67 anos.

QUADRO 3.3: Resultados das entrevistas com especialistas dos setores industrial, comercial e residencial

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Média
<b>Consumo de energia (%)</b>																
Crescim. do consumo energia geral	3,5	3,5	4	4	3	3,5	4	4	4	3	3,5	3	3	3,5	3	<b>3,50</b>
Eficiência energética (ganho)	5	10	3	5	8	2	5	5	4	5	8	5	2	5	5	<b>5,1</b>
Crescim. do consumo energia setor Alimentos	4	3,5	4	3,5	4	4,5	4	4,5	3,5	4	4	4,5	4,5	4	4	<b>4,03</b>
Crescim. do consumo energia setor Bebidas	4,5	4	3,5	4	3,5	4,5	3,5	4,5	4	4	3,5	4,5	4	4	3,5	<b>3,97</b>
Crescim. do consumo energia setor Químico	6,5	5	6,5	7	7	7,5	7	7	7	6,5	7	7	6	7	6,5	<b>6,70</b>
Crescim. do consumo energia setor Plásticos	7	7	6	7	6	6,5	6	6	7	7,5	7	7	6,5	7,5	6,5	<b>6,70</b>
Crescim. do consumo energia setor Papel/Celu.	3	3	3,5	3,5	3,5	3,5	4	3	4,5	3,5	4,5	4	3,5	4	3,5	<b>3,63</b>
<b>Limitações tecnológicas (%)</b>																
Geral.	40	45	35	50	45	50	43	40	45	45	50	45	50	50	45	<b>45,20</b>
Setor Alimentos	60	60	60	50	55	55	63	63	60	63	63	63	63	60	63	<b>60,1</b>
Setor Bebidas	40	40	45	40	35	40	41	41	40	45	40	40	40	45	40	<b>40,8</b>
Setor Químico	30	35	35	40	35	35	31	31	35	40	35	40	35	35	40	<b>35,5</b>
Setor Plásticos	50	45	50	50	50	50	48	48	50	50	50	50	50	50	50	<b>49,4</b>
Setor Papel/Celulose	60	50	55	55	55	55	55	55	60	50	55	55	55	60	50	<b>55,0</b>
<b>Atributos</b>																
Custo do kWh	-1	-1	-1	0	0	-1	-0,5	-0,5	-1	-0,5	0	-0,5	-0,5	-0,5	-1	<b>-0,60</b>
Custo de instalação	0,5	-	0	-0,5	0	-	0,5	0,5	0	-0,5	0	-0,5	0	-	-	<b>0,00</b>
Custo de conversão	0	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0	0,5	-0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	<b>0,37</b>
Custo de manutenção	-0,5	0,5	1	0	-0,5	-0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	-0,5	-0,5	0	-0,5	0,5	<b>0,07</b>
Continuidade abast.	0	0	1	-0,5	0	1	0,5	0,5	0	1	0	0	0	0	0,5	<b>0,27</b>
Capilaridade rede	-1	-1	-0,5	0	-1	-1	-0,5	-1	-1	-1	-1	-0,5	-1	-1	-0,5	<b>-0,80</b>
Espaço ocupado	0	0	0,5	0	-0,5	-1	0	0	0,5	0	-0,5	0	0	-0,5	0	<b>-0,10</b>
Segurança	0	0	1	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	-0,5	0	<b>-0,03</b>
Poluição	0,5	-1	0	0	-0,5	-1	1	0	0,5	0,5	-0,5	0	0	-0,5	1	<b>0,00</b>
<b>Velocidade de conversão (anos)</b>																
Condição favorável	5	5	3	3	3	5	3	5	2	3	3	2	3	2	3	<b>3,33</b>
Condição desfavorável.	10	10	10	15	15	15	10	15	5	10	10	10	10	5	10	<b>10,67</b>

### **3.5.2 SETOR AUTOMOTIVO**

Para este setor, os principais pontos pesquisados se encontram descritos a seguir.

#### **Crescimento da demanda total de combustíveis na unidade**

O crescimento da demanda total de combustíveis no RS foi estimado a partir de séries temporais. Complementarmente, os resultados foram apresentados para especialistas, que deram a sua opinião sobre o que deve ocorrer na próxima década. Analisando os principais segmentos, os especialistas indicaram se a tendência irá se manter ou se deve ocorrer um comportamento diferente.

#### **Mudanças tecnológicas: mecanização e eficiência dos equipamentos**

As mudanças tecnológicas podem promover a melhoria da eficiência energética dos equipamentos. Assim, alguns segmentos podem estar renovando a frota, passando a utilizar veículos que podem possuir uma eficiência energética superior, ou seja, produzirem o mesmo trabalho com um menor consumo de combustível. As correções, aplicadas sobre a projeção natural fornecida pelo estudo de séries temporais, foram baseadas em estudos conduzidos junto a especialistas.

#### **Mudanças tecnológicas: expansão da demanda potencial máxima**

Em cada segmento automotivo, existe um percentual máximo de veículos que pode ser convertido para o Gás Natural Veicular, tendo em vista as aplicações usuais desses veículos, assim como as limitações tecnológicas atuais. Devido ao surgimento de novas tecnologias, a máxima demanda potencial de GNV, ou seja, o percentual de veículos que pode ser convertido para o GNV, pode se alterar. Nesta fase, os especialistas opinaram sobre este tema, fornecendo uma perspectiva futura das tecnologias no campo de aplicação do GNV.

#### **Atributos investigados no estudo de preferência declarada**

Através de estudos realizados no estado do Rio Grande do Sul (DEMANGÁS, 2002), foram identificados uma série de atributos que definem a atratividade do GN, fazendo com que esta opção possa apresentar-se em condição de superioridade ou inferioridade em relação a outras fontes energéticas. Os principais atributos identificados foram os seguintes: a) Continuidade de abastecimento (abastecimento sem cortes); b) Garantia de manutenção do preço; c) Poluição gerada; d) Segurança do sistema; e) IPVA diferenciado; f) Preço do

produto, relativo as demais fontes energéticas; g) Rede de Abastecimento (número e distribuição dos postos); h) Oferta de veículos de fábrica movidos a GNV; i) Custo da conversão. O efeito desses atributos foi obtido através de estudos de preferência declarada. Assim, para cada segmento existe uma equação matemática que relaciona o nível destes atributos com a propensão de conversão para o GNV. O nível de cada atributo, por exemplo, como deve se posicionar o GNV em relação aos demais combustíveis no que concerne ao atributo “poluição”, foi balizado pelos especialistas.

### **Marketing e Ações reguladoras**

Além dos atributos listados no parágrafo anterior, cujos efeitos já foram determinados (DEMANGÁS, 2002), outros dois elementos são incorporados na equação da propensão ao uso do GNV: j) esforço de marketing; k) impacto das ações reguladoras. O primeiro diz respeito à influência que as campanhas de marketing para utilização do GNV podem ter sobre a propensão de conversão para este energético. O segundo elemento contempla os mecanismos de regulação que os órgãos governamentais podem vir a assumir, regulando a utilização do GNV nos diferentes segmentos e regiões. O efeito deste dois atributos é obtido através de um estudo junto aos especialistas. Os especialistas comparam o efeito desses novos atributos com o efeito dos atributos já quantificados (DEMANGÁS, 2002). Eles indicaram se os novos atributos possuem efeito maior, igual ou menor do que aqueles já quantificados. A partir dessa informação foi possível incorporar os novos atributos na equação existente, utilizando coeficientes que expressem seu provável efeito.

### **Velocidade de conversão**

Outra contribuição dos especialistas se dá no posicionamento da curva de conversão para o GNV nos próximos anos. A evolução no consumo de GN nos próximos anos pode se dar de forma não linear. Em alguns segmentos, o máximo consumo potencial pode ser alcançado rapidamente, logo nos primeiros anos. Em outros segmentos, a conversão para o GNV pode ocorrer lentamente. Esse comportamento é regulado por duas dimensões principais: a primeira delas é a própria atratividade do GNV, a qual é definida em função do nível dos diversos atributos. A segunda dimensão contempla os investimentos envolvidos e o nível de concorrência dentro dos segmentos. Espera-se que, se o nível de investimento for baixo e a concorrência for alta, a migração para o uso do GNV ocorra em um espaço de tempo menor do que se o nível de investimento for alto e a concorrência for baixa. Essas informações foram obtidas através da opinião dos especialistas.

### **3.5.2.1 ROTEIRO DE ENTREVISTAS**

Com vistas a coletar todas as informações discutidas nos parágrafos anteriores, foi realizada uma série de entrevistas com especialistas. As entrevistas foram estruturadas com base no roteiro apresentado a seguir. Os especialistas foram entrevistados individualmente, através de reuniões marcadas e conduzidas pelo pesquisador.

Os dados apresentados no roteiro de entrevistas referem-se ao Balanço Energético Consolidado do Estado do Rio Grande do Sul 1999-2000, publicado pela Secretaria de Energia, Minas e Comunicações (2002), bem como aos dados coletados e apresentados no relatório DEMANGÁS (2002).

#### **Roteiro de questões formuladas aos especialistas**

**1.1.** Na última década, a taxa média de crescimento do consumo de Diesel nos veículos do RS foi de 6,8% ao ano. Nos próximos dez anos, esse consumo deve seguir essa mesma taxa de crescimento, ou esta taxa de crescimento ira diminuir ou aumentar?

**1.2.** Você indicou que a taxa de crescimento do consumo de Diesel nos veículos do RS irá diminuir/manter/aumentar, porque você acha isso (expansão/retração da economia, maior eficiência dos veículos, etc.)?

**2.1.** Na última década, a taxa média de crescimento do consumo de Gasolina nos veículos do RS foi de 7,8% ao ano. Nos próximos dez anos, esse consumo deve seguir essa mesma taxa de crescimento, ou esta taxa de crescimento ira diminuir ou aumentar?

**2.2.** Você indicou que a taxa de crescimento do consumo de Gasolina nos veículos do RS irá diminuir/manter/aumentar, porque você acha isso (expansão/retração da economia, maior eficiência dos veículos, etc.)?

**3.1.** Na última década, o consumo de Álcool nos veículos do RS diminuiu 12,0% ao ano. Nos próximos dez anos, esse consumo deve seguir essa mesma taxa de redução ou esta taxa ira diminuir ou aumentar?

**3.2.** Você indicou que a taxa de consumo de Álcool nos veículos do RS irá

diminuir/manter/aumentar, porque você acha isso (expansão/retração da economia, maior eficiência dos veículos, etc.)?

**4.1.** Uma pesquisa anterior revelou que, devido a utilização dos veículos e limitações tecnológicas, o máximo consumo de Diesel (ônibus e caminhões) no RS que poderia ser convertido para GNV seria 50% por cento. O que você acha deste limite? Você acredita que este limite possa ser expandido em função de avanços tecnológicos?

**4.2.** Uma pesquisa anterior revelou que, devido a utilização dos veículos e limitações tecnológicas, o máximo consumo de Gasolina (veículos de passeio, veículos comerciais, táxi) no RS que poderia ser convertido para GNV seria 70% por cento. O que você acha deste limite? Você acredita que este limite possa ser expandido em função de avanços tecnológicos?

**5.1.** Comparado ao Diesel (ônibus e caminhões), como você classificaria a oferta de GNV que irá consolidar-se nos próximos anos no RS, considerando os diversos aspectos listados a seguir (para fins de raciocínio, considere o ano de 2005):

	Claramente Pior (-1)	Um pouco Pior (-0,5)	Similar (0)	Um pouco Melhor (+0,5)	Claramente Melhor (+1)
Continuidade de abastecimento (abastecimento sem cortes)					
Garantia de manutenção do preço					
Poluição gerada					
Segurança do sistema					
Valor do IPVA					
Preço do produto, relativo ao diesel					
Rede de Abastecimento (número e distribuição dos postos)					
Oferta de veículos de fábrica movidos a GNV					
Custo de conversão					
Marketing do GNV					
Ações reguladoras referentes ao GNV					

**5.2.** Comparado à Gasolina (veículos de passeio, veículos comerciais, táxi), como você classificaria a oferta de GNV que irá consolidar-se nos próximos anos no RS, considerando os diversos aspectos listados a seguir (para fins de raciocínio, considere o ano de 2005):

	Claramente Pior (-1)	Um pouco Pior (-0,5)	Similar (0)	Um pouco Melhor (+0,5)	Claramente Melhor (+1)
Continuidade de abastecimento (abastecimento sem cortes)					
Garantia de manutenção do preço					
Poluição gerada					
Segurança do sistema					
Valor do IPVA					
Preço do produto, relativo à gasolina					
Rede de Abastecimento (número e distribuição dos postos)					
Oferta de veículos de fábrica movidos a GNV					
Custo de conversão					
Marketing do GNV					
Ações reguladoras referentes ao GNV					

**6.1.** Em uma condição de preço muito favorável, quanto tempo demoraria para que todo o potencial de conversão do segmento Diesel (ônibus, caminhões) fosse efetivamente convertido?

**6.2.** Em uma condição de preço muito favorável, quanto tempo demoraria para que todo o potencial de conversão do segmento Gasolina (veículos de passeio, veículos comerciais, táxi) fosse efetivamente convertido?

**7.1.** Em uma condição apenas um pouco favorável, quanto tempo demoraria para que todo o potencial de conversão do segmento Diesel (ônibus, caminhões) fosse efetivamente convertido?

**7.2.** Em uma condição apenas um pouco favorável, quanto tempo demoraria para que todo o potencial de conversão do segmento Gasolina (veículos de passeio, veículos comerciais, táxi) fosse efetivamente convertido?

### **3.5.2.2 PERFIL DOS ENTREVISTADOS**

Os especialistas entrevistados possuíam, como característica comum, conhecimento do mercado de combustíveis no estado do Rio Grande do Sul. Para tanto, foram selecionados profissionais de diversos setores, tais como, governos, companhias distribuidoras de GNV, universidades, empresas fornecedoras de combustíveis, empresas transportadoras de carga e empresas transportadoras de passageiros.

As identidades dos entrevistados foram mantidas em sigilo, a fim de que os mesmos tivessem liberdade para expor suas opiniões com a maior autonomia possível. O número total de especialistas entrevistados foi 8 (oito), os quais opinaram sobre o consumo de combustíveis em todos os setores.

### 3.5.2.3 RESULTADOS DAS ENTREVISTAS

Os resultados das entrevistas com os especialistas são apresentados no quadro 3.4. Algumas considerações podem ser destacadas, a partir da conversação travada entre o pesquisador e os especialistas, as quais serão discutidas a seguir.

1. Os especialistas esperam que o consumo de diesel apresente um pequeno incremento com relação aos patamares de crescimento apresentados nos últimos 10 anos (indicam 7,0 % ao ano, contra a média de 6,8 % ao ano observada nos últimos 10 anos). A explicação para este fenômeno se encontra, segundo a maioria dos especialistas, na alta dependência que o país se encontra frente ao modelo baseado em transportes por caminhão;
2. O crescimento médio anual esperado para a gasolina é, segundo os especialistas, 8,4 % ao ano. Este valor é superior aos 7,8 % anuais observados nos últimos 10 anos. O principal fator que contribuirá para este crescimento é o acesso da população à compra de automóveis;
3. Na opinião dos especialistas, o consumo de álcool continuará em decréscimo, porém em taxas menores (- 5 %). A possibilidade de retomada de programas governamentais que apóiem o uso de álcool como combustível alternativo é apontada como fator inibidor da diminuição de seu consumo;
4. A eficiência energética dos motores aumentará, fazendo com que os mesmos consumam aproximadamente 5 % menos de energia no horizonte dos próximos 10 anos;
5. Os potenciais máximos de conversão, devido a utilização e limitações tecnológicas, declarados pelos potenciais clientes nas pesquisas de preferência declarada (DEMANGÁS, 2002), foram considerados muito altos pelos especialistas. Os percentuais máximos sugeridos por estes últimos foram 46 % para veículos movidos à diesel e 59 % para veículos movidos à gasolina (exceto táxis, onde a indicação foi de 75 %);
6. Segundo os especialistas, os atributos associados ao GNV que irão apresentar piores

posicionamentos na próxima década (considerando o conjunto de segmentos) são: Rede de Abastecimento (número e distribuição dos postos) (-0,54), Oferta de veículos de fábrica movidos a GNV (-0,43). Por outro lado, a posição do GNV relativa aos atributos a seguir deve ser similar às demais fontes de combustível: Segurança do sistema (-0,10), Custo de conversão (-0,10), Garantia de manutenção do preço (0,00) e Continuidade de abastecimento (sem cortes) (0,10). Por fim, nos atributos a seguir a posição do GNV deve ser vantajosa: IPVA diferenciado (0,24), Preço do produto relativo as demais fontes de combustível (0,27), Ações reguladoras (0,38), Marketing do GNV (0,44) e Poluição gerada (0,91).

7. As explicações para os valores dados aos atributos associados ao GNV foram as seguintes: (a) rede de abastecimento: demorará muito tempo até que a capilaridade da rede atinja um estágio semelhante ao já estabelecido pela rede de postos de gasolina e diesel, em todo território nacional; (b) oferta de veículos de fábrica movidos a GNV: as montadoras não possuem economia de escala para tanto; (c) segurança do sistema: os especialistas acreditam que o GNV apresentará tanta segurança quanto os motores movidos à diesel ou gasolina; (d) custo de conversão: cada vez mais os custos serão reduzidos, chegando a patamares de preços onde o custo de conversão terá pouca influência sobre a opção de troca; (e) garantia de manutenção de preço: segundo os especialistas, como todos os energéticos derivados de petróleo estão atrelados ao dólar, o GNV permanecerá nos mesmos patamares relativos aos demais energéticos, mantendo sua posição relativa em um estado neutro; (f) continuidade de abastecimento: como a implantação dos gasodutos e ampliação das redes de distribuição nas cidades se encontram em pleno desenvolvimento, a visão dos especialistas aponta para um quadro de neutralidade com relação a este atributo, não representando vantagem nem desvantagem; (g) valor do IPVA: os especialistas acreditam que o governo apoiará o GNV com reduções de valores de IPVA para determinados tipos de veículos, porém, como a entidade governante precisa de tributos para viabilizar sua administração, esta redução não será substancial; (h) preço do produto relativo à gasolina e ao diesel: continuará sendo melhor, representando uma vantagem competitiva para o GNV; (i) ações reguladoras: o governo interferirá, principalmente no que diz respeito à poluição causada pelo diesel nos grandes centros, favorecendo a comercialização do GNV; (j) marketing do GNV: as companhias distribuidoras investirão mais na divulgação deste energético, fazendo com que sua exposição ao público favoreça sua venda no mercado; (k) poluição gerada: os

especialistas foram unânimes na constatação de que o GNV é muito menos agressivo ao meio ambiente do que a gasolina e o diesel;

8. No caso da conversão de diesel para GNV, em uma condição favorável de retorno sobre o investimento, todo potencial de conversão poderia ser atingido em 10 anos. Por outro lado, em uma condição desfavorável de retorno, este potencial somente será alcançado em 30 anos.
9. No caso da conversão de gasolina para GNV, em uma condição favorável de retorno sobre o investimento, todo potencial de conversão poderia ser atingido em 6 anos. Por outro lado, em uma condição desfavorável de retorno, este potencial somente será alcançado em 18 anos.

QUADRO 3.4: Resultados das entrevistas com especialistas do setor automotivo

	1	2	3	4	5	6	7	8	Média
<b>Consumo de combustível (%)</b>									
Crescim. do consumo diesel	6	7	7	7	8	7	7	7	<b>7,0</b>
Crescim. do consumo gasolina	9	8	7	9	9	8	9	8	<b>8,4</b>
Crescim. do consumo álcool	0	2	-5	-10	-12	-5	-5	-5	<b>-5,0</b>
Eficiência energética (ganho)	10	0	5	5	3	5	7	5	<b>5,0</b>
<b>Limitações tecnológicas (%)</b>									
Diesel	50	55	40	55	50	40	40	40	<b>46</b>
Gasolina	60	75	60	70	60	50	50	50	<b>59</b>
<b>Atributos, comparado ao diesel</b>									
Continuidade de abastecimento	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	<b>0,13</b>
Garantia de manutenção do preço	-0,5	0,5	0	0	-0,5	0,5	0	0	<b>0,00</b>
Poluição gerada	1	1	1	1	0,5	1	1	1	<b>0,94</b>
Segurança do sistema	0	0	0	-0,5	0	0	0	-0,5	<b>-0,13</b>
Valor do IPVA	0	0,5	0	0,5	0	0	0		<b>0,14</b>
Preço do produto, relativo ao diesel	0,5	0	0	0	0,5	0	0		<b>0,14</b>
Rede de Abastecimento (número e distribuição dos postos)	-0,5	-0,5	0	-0,5	0	-1	-1	-1	<b>-0,56</b>
Oferta de veículos de fábrica movidos a GNV	-0,5	-0,5	0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	<b>-0,44</b>
Custo de conversão	0	0	0	-0,5	-0,5	0	0	0	<b>-0,13</b>
Marketing do GNV	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	<b>0,44</b>
Ações reguladoras referentes ao GNV	0,5	0	0,5	0	0,5	0,5	1	0,5	<b>0,44</b>
<b>Atributos, comparado à gasolina</b>									
Continuidade de abastecimento	0,5	0	0	0,5	0	0	0	0	<b>0,13</b>
Garantia de manutenção do preço	-0,5	0	-0,5	0,5	0	0	0,5	0	<b>0,00</b>
Poluição gerada	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	<b>0,88</b>
Segurança do sistema	0	-0,5	0	0	-0,5	0	0	0	<b>-0,13</b>
Valor do IPVA	0	0,5	0	0,5	0	1	1	0	<b>0,38</b>
Preço do produto, relativo à gasolina	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	<b>0,38</b>
Rede de Abastecimento (número e distribuição dos postos)	-0,5	-1	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	<b>-0,56</b>
Oferta de veículos de fábrica movidos a GNV	-0,5	-1	-0,5	0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	<b>-0,44</b>
Custo de conversão	-0,5	0	0	0	-0,5	0	0	0	<b>-0,13</b>
Marketing do GNV	1	0	1	0,5	0	0,5	0,5	0	<b>0,44</b>
Ações reguladoras referentes ao GNV	0	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0	<b>0,31</b>
<b>Velocidade de conversão diesel para GNV (anos)</b>									
Condição favorável	10	15	10	8	8	10	10	9	<b>10</b>
Condição desfavorável.	30	40	30	25	25	25	35	30	<b>30</b>
<b>Velocidade de conversão gasolina para GNV (anos)</b>									
Condição favorável	5	8	5	4	6	7	7	6	<b>6</b>
Condição desfavorável.	20	25	20	15	15	15	20	15	<b>18</b>

## **4. UM MÉTODO PARA INTEGRAR AS ABORDAGENS DESENVOLVIDAS**

Neste capítulo, descreve-se o modelo integrador das abordagens individuais, bem como discutem-se os resultados alcançados para o caso do GN no Rio Grande do Sul. No final, apresentam-se estimativas (pessimista, conservadora e otimista) para a demanda de GN no RS nos próximos 10 anos.

### **4.1 O MODELO INTEGRADOR PARA PREVISÃO DE DEMANDA APLICADO AOS SETORES INDUSTRIAL, COMERCIAL E RESIDENCIAL**

#### **4.1.1 APRESENTAÇÃO**

Foi desenvolvida uma modelagem para prever a demanda de Gás Natural (GN) dos setores Industrial, Comercial e Residencial no Rio Grande do Sul (RS) ao longo dos próximos 10 anos. A modelagem se baseia em dados históricos, opinião de clientes potenciais e opinião de especialistas, reunindo informações quantitativas e qualitativas em uma única equação de previsão.

A modelagem desenvolvida contempla um modelo multiplicativo, que possui dois elementos básicos: previsão de demanda de energia global x previsão do percentual da demanda de energia global que será absorvido pelo GN.

A previsão de demanda de energia global depende de dois fatores, a saber: demanda atual x projeção de crescimento. Por outro lado, a previsão do percentual da demanda de energia global que será absorvido pelo GN depende da máxima demanda potencial de GN, da atratividade do GN e da velocidade de conversão para o GN.

A máxima demanda potencial de GN refere-se ao percentual máximo da energia que pode ser convertido para o Gás Natural, tendo em vista as limitações tecnológicas atuais. Essa informação foi obtida durante o primeiro ano do projeto Demangás (DEMANGÁS,

2002), através de questionários submetidos a uma amostra de cerca de 500 clientes potenciais.

A atratividade do GN depende de uma série de atributos que definem se esta opção pode apresentar-se superior ou inferior a outras fontes energéticas. Durante o primeiro ano do projeto Demangás (DEMANGÁS, 2002), esses atributos foram identificados. Os principais atributos foram os seguintes: preço do gás natural, custo de conversão, custo de manutenção de equipamentos, continuidade do abastecimento, capilaridade da rede, espaço ocupado pelos equipamentos, segurança das instalações e poluição gerada.

Por fim, a velocidade de conversão diz respeito a evolução da demanda de GN nos próximos 10 anos (crescimento da fatia correspondente a essa fonte energética), a qual pode seguir uma curva não linear. Em alguns segmentos, a conversão pode acontecer rapidamente, logo nos primeiros anos. Em outros segmentos, a conversão para o GN pode ocorrer lentamente.

A figura 4.1 apresenta um diagrama explicativo para as relações anteriormente apresentadas. A modelagem proposta está apoiada nos resultados dos grupos focados e das entrevistas com especialistas, onde os elementos que compõem o modelo surgiram.

A modelagem desenvolvida desdobra o estado em 55 municípios x 35 segmentos industriais/comerciais/residenciais. No texto que segue, cada elemento desse desdobramento é chamado de “unidade”. No total são  $55 \times 35 = 1925$  unidades (municípios/segmentos) que serão consideradas. Por exemplo, Porto Alegre/Açougues é uma das unidades consideradas, nesse caso, contemplando o município “Porto Alegre” e o segmento “Açougues”.

A modelagem proposta estima a demanda de GN em cada uma dessas 1925 unidades e, a seguir, estima a demanda de GN para o RS somando as demandas de todas as 1925 unidades. O desdobramento em unidades permite tratar de forma específica cada Município/Segmento, o que é necessário, uma vez que as realidades de cada unidade são muito distintas. Ou seja, as tendências e parâmetros adotados para “Açougues/Porto Alegre”, em geral, não podem ser aplicados para “Indústria Alimentos/Alvorada”.

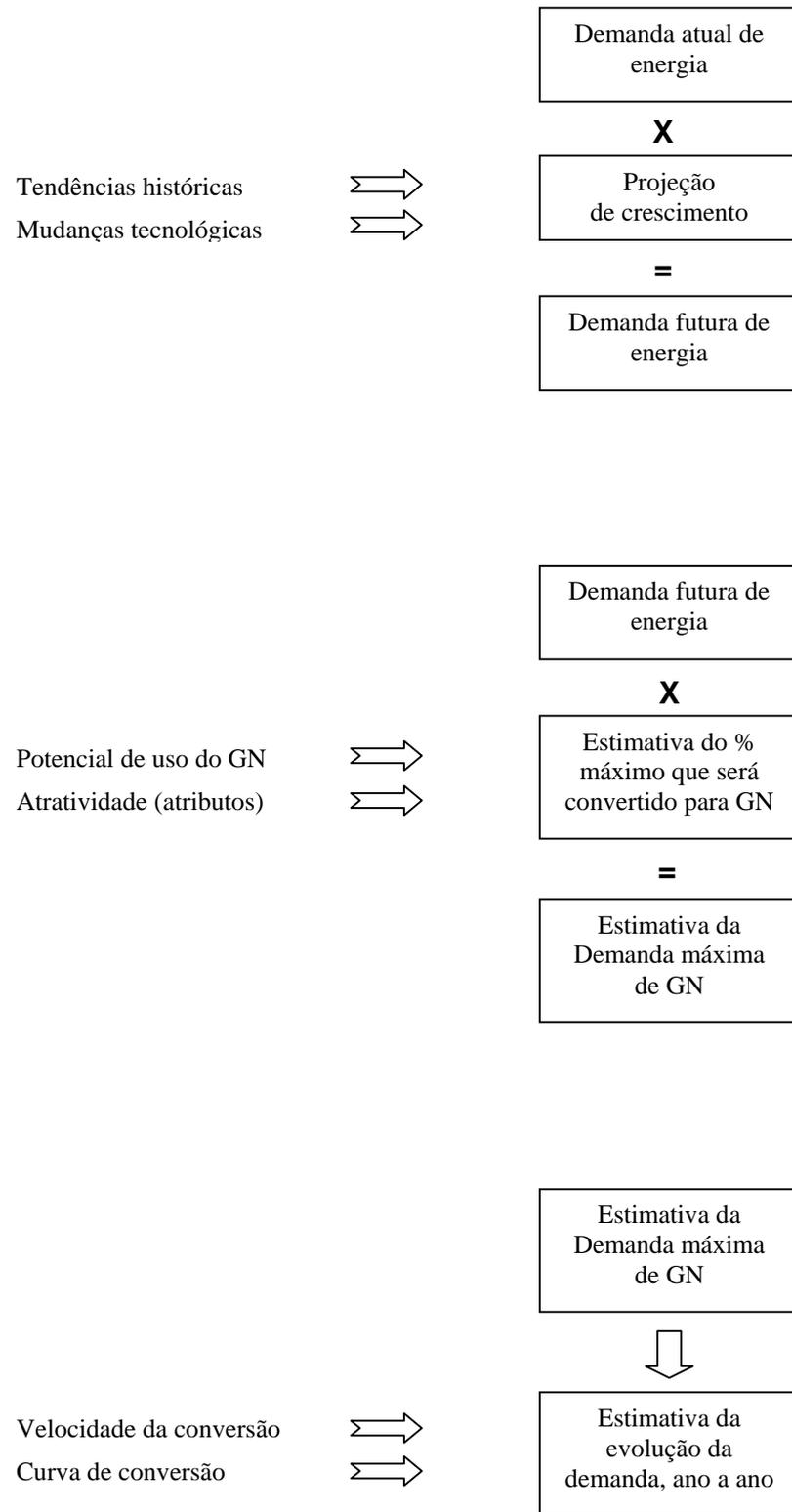


Figura 4.1: Macro-fluxo da modelagem

### 4.1.2. MUNICÍPIOS

A modelagem contempla todo o RS, que foi desdobrado em 54 municípios além do item “outros municípios”. Os 54 municípios que foram individualmente incluídos correspondem a (i) municípios que apresentam os maiores consumos de energia e (ii) municípios menores, mas que, em função de sua localização foram prospectados na fase 1 do projeto Demangás (DEMANGÁS, 2002). No quadro 4.1 é apresentada a lista dos municípios contemplados:

QUADRO 4.1: Lista dos municípios incluídos na modelagem

Alegrete	Esteio	Portão
Alvorada	Estrela	Porto Alegre
Araricá	Farroupilha	Rio Grande
Arroio do Meio	Flores da Cunha	Santa Cruz do Sul
Bagé	Garibaldi	Santa Maria
Bento Gonçalves	Glorinha	Santa Rosa
Cachoeira do Sul	Gravataí	Santo Ângelo
Cachoeirinha	Guaíba	São Leopoldo
Camaquã	Ijuí	São Sebastião do Caí
Campo Bom	Lajeado	Sapiranga
Candiota	Marau	Sapucaia do Sul
Canoas	Montenegro	Taquari
Carlos Barbosa	Nova Prata	Teutônia
Caxias do Sul	Nova Santa Rita	Triunfo
Charqueadas	Novo Hamburgo	Uruguaiana
Eldorado do Sul	Parobé	Vacaria
Erexim	Passo Fundo	Venâncio Aires
Estância Velha	Pelotas	Viamão
		Outros municípios

### 4.1.3. SEGMENTOS

A modelagem da demanda de GN no RS referente aos setores Industrial, Comercial e residencial, contempla 34 segmentos além do item “outros segmentos”. Esses segmentos aparecem listados no quadro 4.2. Os segmentos listados são aqueles responsáveis pelos maiores consumos de energia, conforme levantamento apresentado no capítulo 3.

Alguns segmentos como “Açougues” contemplam apenas uma modalidade comercial ou industrial; outros segmentos, como “Ind. Automóveis, Tratores e Motos”, contemplam mais de uma modalidade, as quais apresentam um perfil de consumo de energia semelhante, justificando o respectivo agrupamento. A similaridade no perfil de consumo foi confirmada nos estudos em grupos focados.

QUADRO 4.2: Lista dos segmentos incluídos na modelagem

Açougues	Ind. Papel e Celulose
Comércio de Automóveis	Ind. Plásticos
Comércio de Eletrod./Roupas/Ferrag.	Ind. Rações
Comunicações	Ind. Tintas
Farmácias	Ind. Metalúrgica
Hotéis / Hospitais / Clubes	Ind. Química
Ind. Adubos e Fertilizantes	Ind. Têxtil e de Fibras Têxteis
Ind. Alimentos	Postos de Combustível
Ind. Automóveis, Tratores e Motos	Restaurantes e Padarias
Ind. Bebidas	Shoppings Abertos / Fechados
Ind. Borrachas	Supermercados
Ind. Calçados	Refinarias
Ind. Caldeiras e Máquinas	Residencial Urbano
Ind. Cigarros	Residencial Rural
Ind. Curtumes	Consumo agrícola
Ind. Móveis	Consumo público
Ind. Obras de Ferro e Aço	Outros segmentos
Ind. Obras de Gesso, Pedra, Cimento	

#### 4.1.4. VARIÁVEIS CONSIDERADAS NA PREVISÃO

Utilizando a modelagem que será descrita a seguir, em cada unidade, pode ser prevista a demanda de Gás Natural para os próximos dez anos. Essa previsão é feita considerando 17 variáveis, a saber:

1. Consumo total de energia em 2000;
2. Parâmetros da série temporal para projeção da demanda total de energia;
3. Parâmetro de correção devido a mudanças tecnológicas: mecanização;
4. Parâmetro de correção devido a mudanças tecnológicas: eficiência energética;
5. Máxima demanda potencial de GN;
6. Parâmetro de evolução da máxima demanda potencial de GN;
7. Atratividade do GN;
  - 7.1. Preço do Gás Natural, relativo às demais fontes energéticas;
  - 7.2. Custo de conversão para o GN;
  - 7.3. Custo de manutenção dos equipamentos de GN;
  - 7.4. Continuidade do abastecimento de GN;
  - 7.5. Capilaridade da rede de GN;
  - 7.6. Espaço ocupado pelos equipamentos de GN;
  - 7.7. Segurança das instalações de GN;

- 7.8. Poluição gerada pelo GN;
- 7.9. Esforço de marketing do GN;
- 7.10. Impacto das Ações reguladoras referentes ao comércio de GN;
- 8. Parâmetro que regula a velocidade de conversão.

#### **4.1.5. ETAPAS DA MODELAGEM**

A modelagem proposta, que é aplicada a cada unidade, está organizada em oito etapas, conforme será detalhado a seguir:

1. Consumo atual de energia na unidade;
2. Previsão de crescimento da demanda total de energia na unidade;
3. Correção da previsão de demanda em função de mudanças tecnológicas:  
Mecanização;
4. Correção da previsão de demanda em função de mudanças tecnológicas:  
eficiência;
5. Máxima demanda potencial de GN;
6. Evolução da máxima demanda potencial de GN;
7. Aproveitamento do potencial, em função de diversos atributos (atratividade do GN);
8. Posicionamento na curva de conversão em 20XX.

##### **Etapa 1: Consumo atual de energia na unidade**

Essa avaliação contemplou o levantamento do consumo atual (base de 2000) de energia na unidade, considerando todas as fontes de energia, obtido através de consulta a bancos de dados existentes. A principal base de dados utilizada no levantamento foi o Balanço Energético Consolidado do Estado do Rio Grande do Sul, 1999-2000 (BECERS, 2002).

Foi necessário distribuir a demanda energética correspondente a cada segmento entre os diversos municípios considerados. Para todos os segmentos, exceto Residencial Urbano, Residencial Rural, Consumo agrícola e Consumo público, isso foi feito considerando o número de empresas e o número de funcionários de um determinado segmento presentes em cada município. A informação referente ao número de empresas e número de funcionários foi obtida através de consulta aos dados disponibilizados pela Secretaria da Fazenda Estadual.

Para o segmento “Residencial Urbano”, a distribuição considerou diretamente a população urbana de cada município. Para o segmento “Residencial Rural”, a distribuição considerou a população rural de cada município. Para o segmento “Consumo agrícola”, a

distribuição considerou o PIB agroindustrial de cada município. Finalmente, para o segmento “Consumo público”, a distribuição utilizou a população urbana de cada município.

Todas essas informações estão consolidadas no banco de dados que pode ser consultado através do software Demangás-RS.

## **Etapa 2: Previsão de crescimento da demanda total de energia na unidade**

Após conhecido o consumo atual de energia em todas as unidades, a próxima etapa volta-se para a previsão do crescimento na demanda de energia total. Isso foi feito através do estudo de séries temporais. Foi previsto o crescimento de cada unidade, projeção ano a ano até 2011. O estudo dos principais segmentos foi feito de forma mais detalhada.

Os segmentos que foram estudados individualmente foram: Residencial, Coureiro-calçadista, Cerâmica, Papel & Celulose, Têxtil, Alimentos & Bebidas, Químico, Metalúrgico, Mineração, Ferro e Aço, Cimento e Consumo agrícola. A definição desses segmentos considerou o potencial de consumo de gás natural, obtido através de estudos de preferência declarada, conduzidos no primeiro ano do projeto Demangás, e a disponibilidade de dados históricos.

Os estudos de séries temporais foram feitos apoiados em dados dos últimos dez anos. As informações estão consolidadas no banco de dados que pode ser consultado através do software Demangás-RS.

## **Etapa 3: Correção da previsão de demanda em função de mudanças tecnológicas: mecanização**

As mudanças tecnológicas podem fazer com que se altere a demanda de energia, além do crescimento natural observado na última década. Um dos efeitos das mudanças tecnológicas refere-se a mecanização.

Algumas unidades podem estar iniciando um processo de mecanização, substituindo mão de obra por equipamentos que demandam energia. Isso irá provocar um aumento na demanda de energia mesmo que a região/segmento não esteja crescendo.

Essa correção, aplicada sobre a projeção natural fornecida pelo estudo de séries temporais, foi baseada em estudos conduzidos junto a quinze especialistas. Os especialistas foram questionados sobre a tendência para a próxima década e informaram a sua opinião.

A maioria dos especialistas (13) considera que o crescimento do consumo de energia se dará em função do crescimento econômico do mercado, e não em função da mecanização acelerada dos setores (ou de um dado segmento específico). A explicação é o

grau de maturidade do setor produtivo gaúcho, ou seja, não existirá, segundo os especialistas, um processo de intensa mecanização.

#### **Etapa 4: Correção da previsão de demanda em função de mudanças tecnológicas: eficiência energética**

Um outro efeito que pode surgir a partir das mudanças tecnológicas é a melhoria da eficiência energética dos equipamentos. Assim, alguns segmentos podem estar renovando equipamentos, os quais podem possuir uma eficiência energética superior, ou seja, produzirem o mesmo trabalho com um menor consumo de energia.

Novamente, as correções, aplicadas sobre a projeção natural fornecida pelo estudo de séries temporais, foram baseada em estudos conduzidos junto a especialistas. Quinze especialistas foram questionados sobre a tendência para a próxima década e informaram a sua opinião.

Segundo os especialistas, a eficiência energética dos equipamentos aumentará, fazendo com que os mesmos produzam o mesmo trabalho consumindo aproximadamente 5 % menos de energia no horizonte dos próximos 10 anos. Esse valor foi inserido no banco de dados utilizado pelo software Demangás-RS.

#### **Etapa 5: Máxima demanda potencial de GN**

Em cada unidade, existe um percentual máximo da energia que pode ser convertido para o Gás Natural, tendo em vista as limitações tecnológicas atuais. Essa informação foi obtida durante o primeiro ano do projeto Demangás (DEMANGÁS, 2002), através de questionários submetidos a uma amostra de cerca de 500 clientes potenciais.

As informações referentes a máxima demanda potencial estão consolidadas no banco de dados que pode ser consultado através do software Demangás-RS.

#### **Etapa 6: Evolução da máxima demanda potencial de GN**

Devido ao surgimento de novas tecnologias, a máxima demanda potencial de GN pode se alterar, ou seja, o percentual de energia que pode ser convertido para o GN pode se alterar. Essa informação foi obtida a partir da opinião do grupo de especialistas consultados.

Segundo os especialistas, a evolução do potencial máximo de conversão, em função de avanços tecnológicos, deverá crescer muito pouco (3,2 pontos percentuais sobre o potencial de conversão atualmente declarado pelo mercado). A explicação é o grau de amadurecimento, em termos internacionais, dos equipamentos que utilizam GN. Como os

mercados de vários países, principalmente na Europa e na América do Norte, há vários anos já utilizam o GN como energético, a tecnologia já se encontra em um estágio tecnológico relativamente avançado, não sendo esperadas grandes alterações neste cenário.

### **Etapa 7: Aproveitamento do potencial, em função de diversos atributos**

Há uma série de atributos que definem a atratividade do GN, fazendo com que esta opção possa apresentar-se superior ou inferior a outras fontes energéticas. Durante o primeiro ano do projeto Demangás (DEMANGÁS, 2002), esses atributos foram identificados. Os principais atributos foram os seguintes:

- Preço do Gás Natural, relativo às demais fontes energéticas;
- Custo de conversão para o GN;
- Custo de manutenção dos equipamentos de GN;
- Continuidade do abastecimento de GN;
- Capilaridade da rede de GN;
- Espaço ocupado pelos equipamentos de GN;
- Segurança das instalações de GN;
- Poluição gerada pelo GN;

O efeito desses atributos foi obtido através de estudos de preferência declarada. Assim, para cada segmento existe uma equação matemática que relaciona o nível desses atributos com a propensão de conversão para o GN.

Além dos atributos listados, cujo efeito já foi determinado no primeiro ano do projeto Demangás (DEMANGÁS, 2002), outros dois elementos foram incorporados na equação da propensão ao uso do GN:

- Esforço de marketing,
- Impacto das Ações reguladoras.

O efeito desses dois atributos foi obtido através de um estudo junto aos quinze especialistas. Os especialistas compararam o efeito desses novos atributos com o efeito dos atributos já quantificados (lista anterior).

O efeito das ações de marketing foi considerado como similar ao efeito dos atributos “continuidade do abastecimento” (7 especialistas) e “poluição gerada” (4 especialistas). Enquanto que o efeito das ações reguladoras foi comparado (similar) ao efeito dos atributos “Preço” (13 especialistas) e “Custo de conversão” (2 especialistas). Os especialistas consideraram o efeito das ações reguladoras como sendo de alta interferência no mercado.

A partir dessa informação foi possível incorporar os novos atributos à equação existente, utilizando coeficientes apropriados, que expressam seus prováveis efeitos.

### **Etapa 8: Posicionamento na curva de conversão em 20XX**

A evolução da demanda de GN nos próximos 10 anos (crescimento da fatia correspondente a essa fonte energética) deve seguir uma curva não linear. Em alguns segmentos, a conversão pode acontecer rapidamente, logo nos primeiros anos. Em outros segmentos, a conversão para o GN pode ocorrer lentamente. Esse comportamento é regulado por duas dimensões principais: a primeira delas é a própria atratividade do GN, a qual é definida em função do nível dos diversos atributos (ver etapa 7, ou seja, é uma informação que já foi desenvolvida, considerando a opinião de cerca de 500 clientes potenciais).

A segunda dimensão contempla os investimentos envolvidos e o nível de concorrência em um determinado segmento. Por exemplo, em um segmento onde o investimento é baixo e a concorrência é alta, a decisão pela conversão tende a ser rápida. Enquanto que um setor onde o investimento é alto e a concorrência é baixa, a decisão pela conversão pode ser demorada. Essas informações foram obtidas a partir da opinião do grupo de especialistas.

A equação que regula essa parcela da modelagem, ou seja, o percentual daqueles que já efetuaram a conversão, calculado sobre o total que irá efetuar a conversão, é a seguinte:

$$\text{Percentual} = 1 - \text{EXP}\{-[(\text{tempo}/\theta)^\gamma]\} \quad (\text{eq. 4.1})$$

Essa expressão modela uma curva em “S” que avança de zero (nenhuma demanda) a 1 (aproveitamento total da demanda, tendo em vista a atratividade do GN) na medida em que transcorre o tempo. A forma do “S” e a velocidade do avanço dependem dos parâmetros Gamma e Theta, onde:

$$\text{Gamma} = 2,0^{(1 - \text{Aceleração})} \quad (\text{eq. 4.2})$$

$$\theta = t_{99} / (\text{LN}(0,01))^{(1/\text{Gamma})} \quad (\text{eq. 4.3})$$

$$t_{99} = \text{Atratividade} \times \text{Tempo M\u00ednimo} + (1 - \text{Atratividade}) \times \text{Tempo M\u00e1ximo} \quad (\text{eq. 4.4})$$

Gamma controla a forma da curva “S” e depende da Aceleração da convers\u00e3o,

conforme informado pelos especialistas. Para definir a aceleração, foi usada a escala  $[-1;1]$ , onde  $-1$  corresponde a situação em que a conversão demora para ocorrer, enquanto que  $+1$  representa a condição em que a conversão inicia rapidamente. A Figura 4.2 esclarece esses dois extremos.

Theta depende de  $t_{99}$ , que, por sua vez, depende dos tempos Mínimo e Máximo para que ocorra a conversão, informação balizada pelos especialistas, e da própria atratividade do GN. Se o GN for muito atrativo, o percentual de conversão será alto e a conversão irá ocorrer em um período próximo ao tempo Mínimo. Por outro lado, se a atratividade for baixa, o percentual de conversão será baixo e a conversão irá ocorrer em um período próximo ao tempo Máximo. Vale acrescentar que  $t_{99}$  corresponde ao período de tempo onde se espera que 99% (daqueles que irão aderir ao GN) já terão efetuado a conversão.

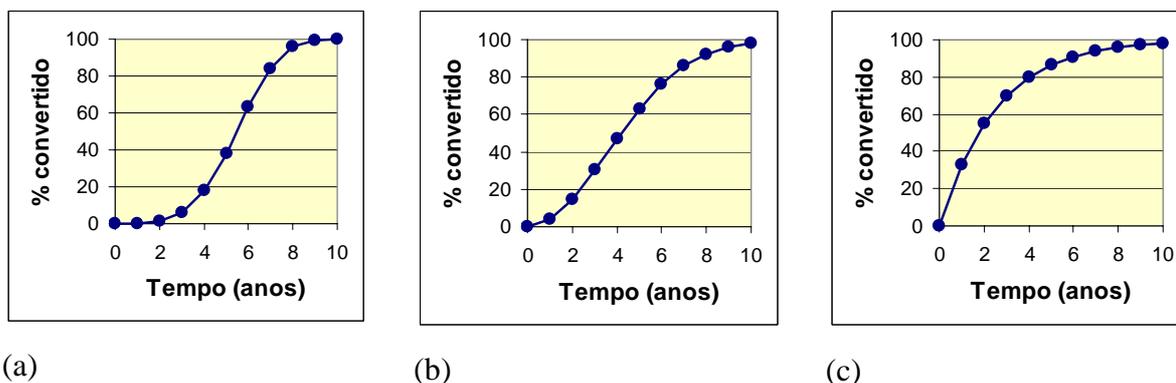


Figura 4.2 – (a) Aceleração =  $-1$ , conversão demora para ocorrer; (b) Aceleração =  $0$ , conversão ocorre de forma aproximadamente linear; (c) Aceleração =  $+1$ , conversão ocorre rapidamente

A atratividade do GN foi definida pelas equações de preferência declarada, conforme mencionado na etapa 7. Os tempos Mínimos e Máximos em que poderiam ocorrer a conversão foram definidos pelos especialistas. Os especialistas indicaram que em condição favorável de retorno sobre o investimento, todo potencial de conversão poderia ser atingido em 3,33 anos. Por outro lado, em uma condição desfavorável de retorno sobre o investimento, este potencial somente será alcançado em 10,67 anos.

Esses dados diferem um pouco do que foi observado na análise de dados históricos, obtidos em países onde foi implantado o GN. Nesses países observa-se que em condições favoráveis a conversão pode ocorrer em 5 anos (ver exemplo da Tailândia), enquanto que em condições menos favoráveis a conversão pode ocorrer em 15 ou 20 anos (ver exemplos da Alemanha e Austrália). Para fins de utilização do software Demangás-RS, esses parâmetros foram ajustados em 4 anos (mínimo) e 15 anos (Máximo).

#### 4.1.6. PREVISÕES DE DEMANDA DE GN

O modelo integrador contempla uma extensa base de dados onde podem ser ajustadas todas as variáveis mencionadas neste capítulo. Essas variáveis podem ser ajustadas de forma global (valores que se aplicam a todo o RS, ou seja, para todas as combinações de segmento e município) ou de forma particularizada (valores informados para um segmento específico, município específico, ou mesmo combinação específica de segmento/município).

As previsões são apresentadas na forma de curvas em função do tempo. O software pode fornecer previsões para todo o RS (todos os municípios, todos os segmentos) ou para quaisquer conjuntos de municípios e segmentos. Por exemplo, pode ser solicitada a previsão de demanda de GN para os segmentos Plástico e Borracha nos municípios de Caxias do Sul, Bento Gonçalves e Farroupilha.

Os níveis atuais dos diversos atributos foram obtidos junto a especialistas, os quais foram questionados sobre a posição relativa do GN e informaram essa posição utilizando uma escala [-1;+1], onde -1 corresponde a situação em que o GN é claramente pior que seus concorrente e +1 corresponde a situação em que o GN é claramente melhor que seus concorrentes. Para tornar o posicionamento dos especialistas mais objetivo, as escalas [-1;+1] correspondentes a cada atributo foram associadas a textos que quantificam o que representa as situações “claramente pior” e “claramente melhor”. A tabela 4.1 apresenta um exemplo dessas escalas, as quais foram construídas com base no estudo de preferência declarada realizado no ano 1 do projeto Demangás (DEMANGÁS, 2002). As demais escalas estão todas explicitadas no software Demangás-RS.

Tabela 4.1 – Escala utilizada no posicionamento do atributo “Continuidade do Abastecimento de GN”

<b>Continuidade do Abastecimento de GN</b>	<b>Escala</b>
Risco superior às fontes energéticas alternativas (o dobro de interrupções)	-1,0
Risco um pouco superior às fontes energéticas alternativas	-0,5
Risco de faltar GN é similar ao risco das fontes energéticas alternativas	0,0
Risco um pouco inferior às fontes energéticas alternativas	0,5
Risco inferior às fontes energéticas alternativas (metade das interrupções)	1,0

Segundo os especialistas, os atributos associados ao GN que irão apresentar piores

posicionamentos na próxima década são: capilaridade da rede (-0,8; considerando a escala proposta no questionário), preço do GN, relativo às demais fontes de energia (-0,6), Marketing (-0,15), Ações reguladoras (-0,15) e espaço ocupado pelos equipamentos de GN (-0,1). Os atributos com desempenhos considerados similar aos das demais fontes energéticas foram: segurança da instalação (-0,03), custo de instalação (0,0), poluição gerada (0,0). Os melhores desempenhos dos atributos associados ao GN são: custo de manutenção dos equipamentos de GN (0,07), continuidade do abastecimento (0,27) e custo de conversão (0,37).

Todos esses dados foram inseridos no software Demangás-RS e, conforme mencionado anteriormente, correspondem a parâmetros que podem ser alterados pelos usuários, na medida em que novas informações estiverem disponíveis ou ocorrerem mudanças no mercado e nas tecnologias disponíveis.

Além de fazer a previsão de demanda de GN para o RS, para um segmento, para um município, ou combinação de municípios e segmentos, a modelagem desenvolvida, disponível no software, permite que seja feito um estudo de sensibilidade, uma vez que pode ser escolhido um atributo, cujos níveis são variados no intervalo [-1;+1], conduzindo a um leque de curvas de previsão de demanda.

#### **4.1.7. VALIDAÇÃO DA MODELAGEM**

Antes de iniciar a validação da modelagem, é importante entender a influência das diversas variáveis no resultado das previsões. A seguir serão feitos comentários a respeito de cada parcela da modelagem proposta, indicando quais as variáveis que possuem efeito pequeno, moderado ou forte.

##### **4.1.7.1. INFLUÊNCIA DAS DIVERSAS VARIÁVEIS**

O **Consumo atual de energia** na unidade possui um **efeito forte** sobre os resultados da modelagem. Na verdade ele serve de base para todo o esforço de previsão. Simplificadamente, a modelagem proposta pode ser visualizada em duas parcelas: Previsão de demanda total de energia x Previsão do percentual que corresponderá ao GN. O Consumo atual é determinante da primeira parcela. O consumo geral do estado, para as diversas fontes de energia, foi definido a partir de dados do Balanço Energético Consolidado do Estado do Rio Grande do Sul, 1999-2000 (BECERS, 2002). Essa informação é considerada muito

confiável. A distribuição ao longo dos diversos segmentos e municípios utilizou dados secundários, tais como o número de empresas e funcionários atuantes em um determinado segmento/município. Assim, a distribuição foi feita de forma aproximada, mas os totais referentes a cada segmento e a todo o estado são muito confiáveis.

A **Previsão de crescimento da demanda total de energia** na unidade possui um **efeito moderado** sobre os resultados da previsão. A demanda de energia no RS está crescendo em uma taxa de 3,38% ao ano, o que implica em uma projeção de um crescimento de 39% na próxima década. Naturalmente, o crescimento efetivo pode ser diferente desse valor estimado, mas as variações esperadas em torno desse valor são pequenas. As séries históricas foram obtidas junto ao Balanço Energético Consolidado do Estado do Rio Grande do Sul, 1999-2000 (BECERS, 2002). Esses dados históricos são muito confiáveis e apresentam boa estabilidade, ou seja, as projeções são fáceis de realizar.

A Correção da previsão de demanda em função de mudanças tecnológicas, devido ao **aumento da Mecanização**, possui um **efeito pequeno** sobre os resultados da previsão. Na prática trata-se de uma pequena correção aplicada sobre a previsão de demanda feita com base em dados históricos. Essa informação foi obtida junto ao grupo de quinze especialistas consultados. Trata-se de uma informação que aprimora a estimativa anterior (Crescimento da demanda de energia). A confiabilidade da informação pode ser considerada moderada.

A Correção da previsão de demanda em função de mudanças tecnológicas, devido a **melhoria da eficiência dos equipamentos**, possui um **efeito pequeno** sobre os resultados da previsão. Assim como a parcela anterior, trata-se de uma pequena correção aplicada sobre a previsão de demanda feita com base em dados históricos. Essa informação foi obtida junto ao grupo de quinze especialistas consultados. Trata-se de uma informação que aprimora a estimativa do Crescimento da demanda de energia. A confiabilidade da informação pode ser considerada moderada.

A **Máxima demanda potencial de GN** também apresenta um **efeito moderado** sobre as previsões. A Máxima demanda potencial de GN é regulada pela tecnologia existente e traduz o percentual de energia que seria convertido para o GN caso essa fonte de energia fosse muito atrativa. Essa informação foi obtida junto a cerca de 500 clientes potenciais. A confiabilidade dessas informações pode ser considerada alta, pois os valores indicados pelos clientes potenciais coincidem com os máximos percentuais que o GN atingiu em alguns países.

A **Evolução da máxima demanda potencial de GN** apresenta um **efeito pequeno** sobre as previsões, na medida em que, na prática, trata-se de uma pequena correção a ser

aplicada sobre a Máxima demanda potencial atual. Essa informação foi obtida junto ao grupo de quinze especialistas consultados. Trata-se de uma informação que aprimora a estimativa anterior (Máxima demanda potencial de GN, atual). A confiabilidade da informação pode ser considerada moderada.

O **Aproveitamento do potencial de conversão** para o GN apresenta um **efeito forte** sobre os resultados da previsão. Matematicamente, aproveitamento foi calculado em função de diversos atributos, que definem a atratividade do GN. O efeito dos diversos atributos sobre a atratividade foi definido pela amostra de 500 clientes potenciais. A confiabilidade dessa informação pode ser considerada moderada. Apesar da amostra ser relativamente grande, há muitas variáveis envolvidas, muitos segmentos envolvidos e foram utilizadas escalas qualitativas na consulta aos clientes.

O **Posicionamento na curva de conversão em 20XX** apresenta um **efeito moderado** sobre os resultados da previsão. O volume a ser convertido já está definido pelas parcelas anteriores e esta última parcela controla a evolução da conversão ao longo do tempo, ou seja, se a conversão irá ocorrer mais lentamente ou mais rapidamente. A velocidade de conversão é regulada pela própria atratividade do GN (definida pela amostra de 500 cliente, ver parágrafo anterior) e também por condições típicas de cada segmento, associadas ao cenário competitivo e ao custo de conversão (definidas pelo grupo de especialistas consultados). Na medida em que envolve a opinião de clientes e especialistas, a confiabilidade da informação pode ser considerada moderada. Vale lembrar que esses dados foram balizados através do estudo de séries históricas de outros países.

#### **4.1.7.2. CONFIABILIDADE DA FONTE DE INFORMAÇÕES**

O quadro 4.3 apresenta um resumo das parcelas que compõem a modelagem, a origem dos dados e sua respectiva confiabilidade.

Na medida em que a modelagem envolve a opinião de clientes potenciais e especialistas, os valores atribuídos aos parâmetros não podem ser considerados exatos, mas aproximados. Além disso, a situação do mercado, que envolve tanto o GN como as demais fontes de energia, é dinâmica. Assim, é esperado que diversos parâmetros apresentem variação com o passar do tempo.

Parcela	Origem das informações	Efeito sobre as previsões	Confiabilidade da informação
Consumo atual de energia	Balço Energético Consolidado do Estado do Rio Grande do Sul, 1999-2000 (BECERS, 2002)	Forte	Alta
Distribuição nas unidades	Número de empresas e funcionários por segmento e município - Secretaria da Fazenda		Moderada
Previsão de crescimento da demanda total de energia	Séries históricas – Balço Energético Consolidado do Estado do Rio Grande do Sul, 1999-2000 (BECERS, 2002)	Moderado	Alta
Correção devido ao aumento da Mecanização	Grupo de quinze especialistas	Pequeno	Moderada
Correção da melhoria da eficiência dos equipamentos	Grupo de quinze especialistas	Pequeno	Moderada
Máxima demanda potencial de GN	Amostra de 500 clientes potenciais, confirmada por séries históricas de outros países	Moderado	Alta
Evolução da máxima demanda potencial de GN	Grupo de quinze especialistas	Pequeno	Moderada
Aproveitamento do potencial, em função de diversos atributos (atratividade do GN)	Amostra de 500 clientes potenciais	Forte	Moderada
Posicionamento na curva de conversão em 20XX	Amostra de 500 clientes potenciais, Grupo de quinze especialistas, séries históricas de outros países	Moderado	Moderada

Prevendo essas variações, a modelagem utilizada no software Demangás-RS possui grande abertura para a definição de valores de todos os parâmetros que regulam as previsões. Assim, a base de dados pode ser atualizada a qualquer momento. Se o usuário discordar do valor atribuído a qualquer parâmetro, ele pode alterar esse(s) valor(es) e solicitar uma nova previsão de demanda.

Isso permite que a previsão seja feita através de intervalos, delimitados pela variação dos atributos contemplada pelo usuário, e não apenas através de um único valor, estático.

#### **4.1.7.3. COMPARAÇÃO COM RESULTADOS INTERNACIONAIS**

Seguindo a análise da origem e confiabilidade das informações, realizada nas seções anteriores, esta seção irá confrontar as previsões feitas pelo software Demangás-RS

com séries históricas observadas em outros países. Este confronto permite validar a modelagem realizada, na medida em que as séries históricas observadas em outros países fornecem indicações do desempenho efetivo que o GN pode apresentar, em termos de fatia de mercado.

A Figura 3.1, apresentada no capítulo que tratou da abordagem baseada em dados históricos de outros países (capítulo 3.2), mostrou a evolução do GN observada nos seguintes países: Índia, Espanha, China, Coréia do Sul, Austrália, Turquia, Alemanha, Reino Unido, Tailândia, Bélgica & Luxemburgo.

A análise da situação existente em cada país no momento da introdução do GN é muito complexa. É difícil traçar um paralelo entre esses países e o mercado do Rio Grande do Sul. No entanto, esses dados possibilitam encontrar um envelope para o crescimento do percentual de utilização do GN, permitindo a comparação com as curvas geradas pela modelagem proposta (caso do estado do Rio Grande do Sul).

A definição para o envelope de crescimento foi feita da seguinte maneira: ano a ano, foram extraídos os dois valores extremos, ou seja, percentuais mínimo e máximo observados. Os dados restantes foram utilizados para definir o envelope. O contorno superior do envelope foi modelado utilizando rotinas de regressão não linear. Foram testadas várias formas funcionais. A forma funcional que gerou os melhores ajustes foi:

$$\text{Limite} = k_0 \times \{1 - \text{EXP}[(\text{Tempo}/k_1)^{k_2}]\} \quad (\text{eq. 4.5})$$

Os valores dos coeficientes foram calculados usando rotinas de regressão não-linear.

Os resultados dos ajustes aparecem a seguir:

$$\text{Limite Superior} = 0,248 \times \{1 - \text{EXP}[(\text{Tempo}/8)^{1,7}]\} \quad (\text{eq. 4.6})$$

Enquanto que o contorno inferior apresenta a seguinte expressão:

$$\text{Limite Inferior} = 0,08 \times \{1 - \text{EXP}[(\text{Tempo}/20)^{1,3}]\} \quad (\text{eq. 4.7})$$

Para servir de referência, também foi modelado o percentual mediano, observado ano a ano, obtendo-se a seguinte expressão:

$$\text{Linha Mediana} = 0,18 \times \{1 - \text{EXP}[(\text{Tempo}/11)^{1,5}]\} \quad (\text{eq. 4.8})$$

Os limites superior e inferior, assim como a linha mediana, aparecem plotados na Figura 4.3, que contempla o horizonte desejado (10 anos). Como pode ser visto na Figura 4.3, este estudo que descarta as curvas extremas, indica que, após transcorridos 10 anos de oferta, o limite superior de participação no mercado (fatia ocupada pelo GN em condições favoráveis) é 19%, a linha mediana é 10,4% e o limite inferior (fatia ocupada pelo GN em condições pouco favoráveis) é 2,7%.

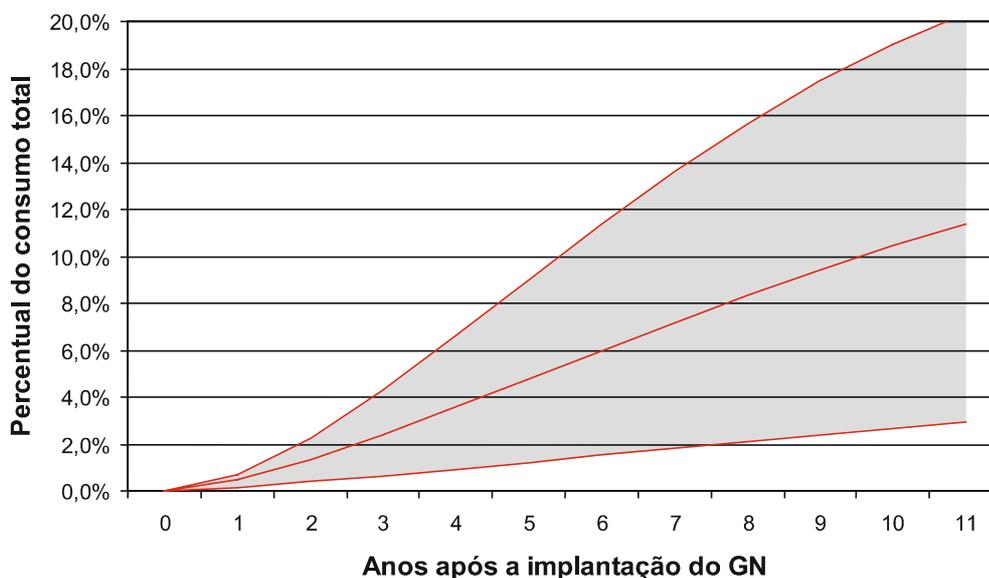


Figura 4.3 – Modelagem da evolução do percentual de GN observada em diversos países: limites superior e inferior e linha mediana

Conhecido o comportamento observado em outros países, apresentado através do envelope definido pelos limites superior e inferior, é possível sobrepôr a esse envelope as previsões feitas pelo software Demangás-RS, que utiliza a modelagem proposta. Novamente, será utilizado um intervalo para balizar as previsões. Esse intervalo será definido em função do preço relativo do GN, caracterizado por cenários considerados Favorável, Realista e Desfavorável. A Tabela 4.2 apresenta os cenários estabelecidos.

As previsões feitas de acordo com esses cenários aparecem plotadas na Figura 4.4.

Seguindo a modelagem proposta, essas previsões incorporam dados oficiais (ex: consumo atual de energia, taxa de crescimento do consumo de energia), opinião de clientes potenciais (ex: efeito dos diversos atributos) e opinião de especialistas (ex: situação do GN em relação aos diversos atributos). A linha média, estabelecida considerando que a introdução do GN será feita praticando um preço 5% inferior ao das demais fontes energéticas, indica que o GN irá alcançar, em 2011, uma participação de 9,5% na matriz energética do RS ( $1035 \times 10^3$  tep). Essa linha média encontra-se um pouco abaixo da linha mediana observada na análise de outros países que introduziram o GN após 1965.

Tabela 4.2 – Definição de cenários para a previsão da Demanda de GN no RS: variações no atributo Preço

Cenário	Preço do GN, comparado as fontes alternativas de energia	Atributo Preço, definido na escala [-1;+1]
Desfavorável	5% superior	-0,857
Realista	5% inferior	-0,143
Favorável	15% inferior	+0,571

Continuando a análise da linha média (Figura 4.4), observa-se que em 2011 as previsões indicam que o GN no RS estará se aproximando da participação máxima que ele poderá atingir. Os dados internacionais indicariam que a participação máxima demoraria mais tempo para ser atingida, ou seja, a fatia de mercado continuaria a crescer após 2011. Essa diferença acontece porque o crescimento da fatia ocupada pelo GN observada em alguns países ocorreu ao longo de 30 anos, de modo que a linha mediana (referente às experiências internacionais) segue crescendo (em menor taxa, naturalmente) ao longo de todo esse período.

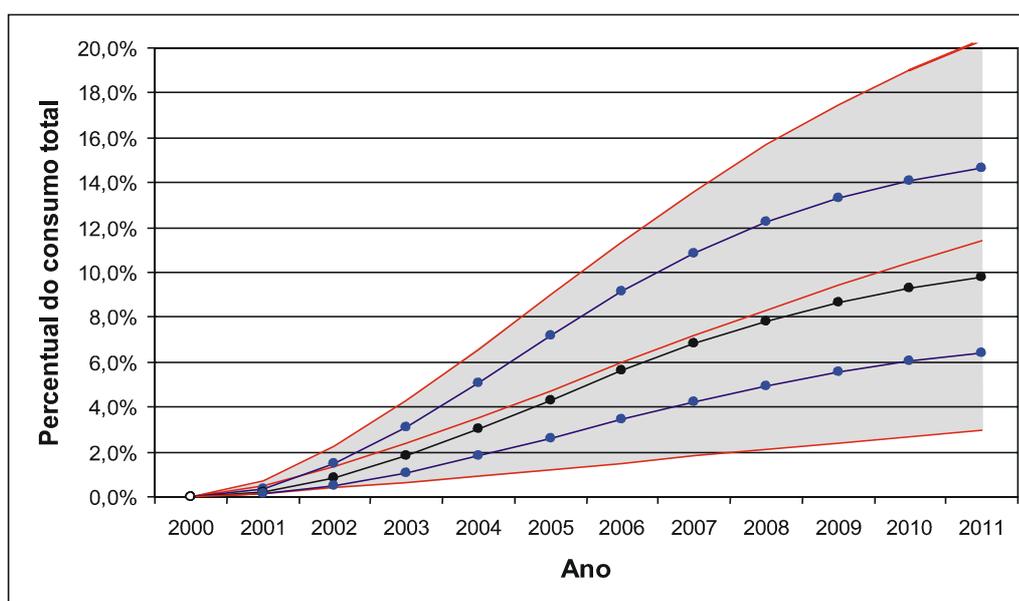


Figura 4.4 – Previsão da demanda de GN no RS, considerando diferentes cenários para o atributo Preço.

Os intervalos inferior e superior de previsão estão situados dentro do panorama internacional. De acordo com a modelagem proposta, a alteração do preço do GN na faixa de +5% a -15% pode conduzir a variações na demanda, em 2011, que seguem de 6,4% a 14,4% ( $676 \times 10^3$  a  $1543 \times 10^3$  tep). Esse intervalo de variação é inferior aos limites observados na análise dos casos de outros países. Isso é compreensível, uma vez que foi variado apenas o atributo preço. O preço é o principal atributo, mas existem outros atributos que contribuem

para a definição da atratividade do GN.

#### 4.1.7.4. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Da mesma forma em que foi feito um estudo variando o preço do GN, em função de eventuais incertezas, pode ser feito um estudo contemplando qualquer uma das demais variáveis que afetam a demanda.

Outro estudo de grande interesse refere-se a variações no crescimento do RS. Atualmente, o crescimento do consumo energético no RS oscila em torno de 3,4% ao ano. No entanto, em função de mudanças na economia global, os próximos anos podem ser caracterizados por uma redução ou expansão no crescimento industrial e comercial do RS, o que iria se refletir em uma redução ou expansão na demanda de energia. A tabela 4.3 apresenta alguns cenários possíveis.

Tabela 4.3 – Definição de cenários para a previsão da Demanda de GN no RS: variações no crescimento do consumo energético no RS

Cenário	Atividade econômica no RS	Crescimento anual do consumo energético no RS
Desfavorável	Crescimento diminui	2,0%
Realista	Crescimento mantém-se	3,4%
Favorável	Crescimento aumenta	5,0%

Considerando os limites de crescimento apresentados na tabela 4.3, a modelagem proposta prevê que a demanda de GN no RS, em 2011, deverá atingir  $1035 \times 10^3$  tep (cenário realista, crescimento do consumo energético mantido em 3,4% ao ano), podendo variar na faixa de  $894 \times 10^3$  tep (cenário desfavorável, crescimento diminuindo para 2,0 ao ano) a  $1227 \times 10^3$  tep (cenário favorável, crescimento aumentando para 5,0% ao ano). A figura 4.5 ilustra o comportamento previsto, considerando os três cenários de crescimento.

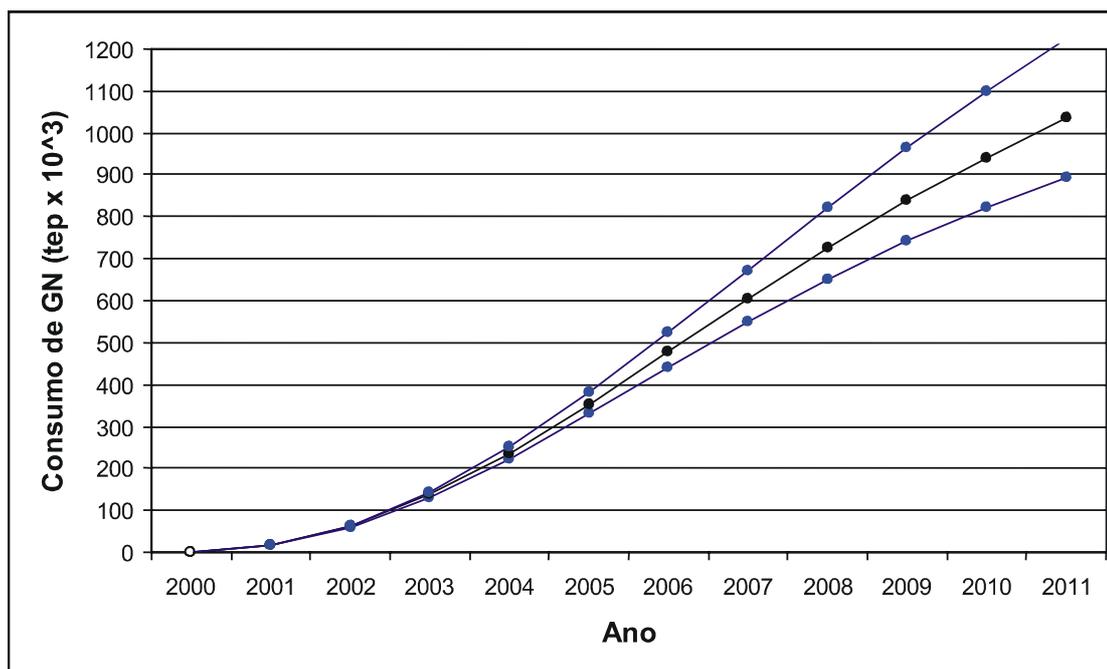


Figura 4.5 – Previsão da demanda de GN no RS, considerando diferentes cenários para o crescimento econômico do RS

## 4.2 O MODELO INTEGRADOR PARA PREVISÃO DE DEMANDA APLICADO AO SETOR AUTOMOTIVO

### 4.2.1. APRESENTAÇÃO

Foi desenvolvida uma modelagem para prever a demanda de Gás Natural (GNV) do setor automotivo Rio Grande do Sul (RS) ao longo dos próximos 10 anos. A modelagem se baseia em dados históricos, opinião de clientes potenciais e opinião de especialistas, reunindo informações quantitativas e qualitativas em uma única equação de previsão.

A modelagem desenvolvida desdobra o estado em 55 municípios x 6 segmentos automotivos. No texto que segue, cada elemento desse desdobramento é chamado de “unidade”. No total são  $55 \times 6 = 330$  unidades (municípios/segmentos automotivos) que serão consideradas. Por exemplo, Porto Alegre/Ônibus é uma das unidades consideradas, nesse caso, contemplando o município “Porto Alegre” e o segmento “Ônibus”.

A modelagem proposta estima a demanda de GNV em cada uma dessas 330 unidades e, a seguir, estima a demanda de GNV para o RS somando as demandas de todas as 330 unidades. O desdobramento em unidades permite tratar de forma específica cada Município/Segmento, o que é necessário, uma vez que as realidades de cada unidade são muito distintas. Ou seja, as tendências e parâmetros adotados para “Ônibus/Porto Alegre”, em

geral, não podem ser aplicados para “Táxis/Caxias do Sul”.

#### 4.2.2. MUNICÍPIOS

A modelagem contempla todo o RS, que foi desdobrado em 54 municípios além do item “outros municípios”. Os 54 municípios que foram individualmente incluídos correspondem a (i) municípios que apresentam os maiores consumos de energia e (ii) municípios menores, mas que, em função de sua localização foram prospectados na fase 1 do projeto Demangás (DEMANGÁS, 2002). No quadro 4.4 é apresentada a lista dos municípios contemplados:

QUADRO 4.4: Lista dos municípios incluídos na modelagem

Alegrete	Esteio	Portão
Alvorada	Estrela	Porto Alegre
Araricá	Farroupilha	Rio Grande
Arroio do Meio	Flores da Cunha	Santa Cruz do Sul
Bagé	Garibaldi	Santa Maria
Bento Gonçalves	Glorinha	Santa Rosa
Cachoeira do Sul	Gravataí	Santo Ângelo
Cachoeirinha	Guaíba	São Leopoldo
Camaquã	Ijuí	São Sebastião do Caí
Campo Bom	Lajeado	Sapiranga
Candiota	Marau	Sapucaia do Sul
Canoas	Montenegro	Taquari
Carlos Barbosa	Nova Prata	Teutônia
Caxias do Sul	Nova Santa Rita	Triunfo
Charqueadas	Novo Hamburgo	Uruguaiana
Eldorado do Sul	Parobé	Vacaria
Erexim	Passo Fundo	Venâncio Aires
Estância Velha	Pelotas	Viamão
		Outros municípios

#### 4.2.3. SEGMENTOS

A modelagem da demanda de GNV no RS, referente ao setor automotivo, contempla seis segmentos. Esses segmentos aparecem listados no quadro 4.5. Os segmentos listados são aqueles responsáveis pelos maiores consumos de combustível.

QUADRO 4.5: Lista dos segmentos incluídos na modelagem

Veículos de passeio
Veículos comerciais
Táxi
Lotação
Ônibus
Caminhões

Atualmente, os segmentos Veículos de passeio, Veículos comerciais e Táxi utilizam predominantemente o combustível Gasolina, enquanto que os segmentos Lotação, Ônibus e Caminhões utilizam predominantemente o combustível Diesel.

#### **4.2.4. VARIÁVEIS CONSIDERADAS NA PREVISÃO**

Utilizando a modelagem que será descrita a seguir, em cada unidade, pode ser prevista a demanda de Gás Natural Veicular para os próximos dez anos. Essa previsão é feita considerando 17 variáveis, a saber:

1. Consumo total de combustíveis em 2000;
2. Parâmetros da série temporal para projeção da demanda total de combustíveis;
3. Parâmetro de correção devido a mudanças tecnológicas: eficiência energética;
4. Máxima demanda potencial de GNV;
5. Parâmetro de evolução da máxima demanda potencial de GNV;
6. Atratividade do GNV;
  - 6.1. Continuidade de abastecimento (sem cortes);
  - 6.2. Garantia de manutenção do preço;
  - 6.3. Poluição gerada;
  - 6.4. Segurança do sistema;
  - 6.5. IPVA diferenciado;
  - 6.6. Preço do produto, relativo as demais fontes energéticas;
  - 6.7. Rede de Abastecimento (número e distribuição dos postos);
  - 6.8. Oferta de veículos de fábrica movidos a GNV;
  - 6.9 Custo da conversão;
  - 6.10. Marketing do GNV;
  - 6.11. Ações reguladoras referentes ao GNV;
7. Parâmetro que regula a velocidade de conversão.

#### **4.2.5. ETAPAS DA MODELAGEM**

A modelagem proposta, que é aplicada a cada unidade, está organizada em sete etapas, conforme será detalhado a seguir:

1. Consumo atual de combustível na unidade;
2. Previsão de crescimento da demanda total de combustível na unidade;

3. Correção da previsão de demanda em função de mudanças tecnológicas: eficiência;
4. Máxima demanda potencial de GNV;
5. Evolução da máxima demanda potencial de GNV;
6. Aproveitamento do potencial, em função de diversos atributos (atratividade do GNV);
7. Posicionamento na curva de conversão em 20XX.

### **Etapa 1: Consumo atual de combustível na unidade**

Essa avaliação contemplou o levantamento do consumo atual (base de 2000) de combustível na unidade, considerando todas as fontes de combustível, obtido através de consulta a bancos de dados existentes. A principal base de dados utilizada no levantamento foi o Balanço Energético Consolidado do Estado do Rio Grande do Sul, 1999-2000 (BECERS, 2002).

As informações do anuário estão organizadas por fonte de combustível. Assim, foi necessário estabelecer um paralelo entre as fontes de combustível e os segmentos automotivos considerados. A tabela 4.4 apresenta as relações utilizadas para distribuir os consumos de combustível ao longo dos diferentes segmentos automotivos. Essa distribuição foi realizada com base em dados fornecidos pelo DETRAN.

Tabela 4.4. Relacionamento entre as fontes de combustível e os segmentos automotivos considerados no projeto Demangás

	Veículo Comercial	Veículo Passeio	Ônibus	Lotação	Caminhão	Táxis	Total
Gasolina	47,2%	52,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%	100%
Diesel	0,6%	0,0%	8,7%	0,8%	90,0%	0,0%	100%
Álcool	47,2%	52,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%	100%

Além disso, também foi necessário distribuir a demanda energética correspondente a cada segmento entre os diversos municípios considerados. Isso foi feito considerando a população e o PIB de cada município. A informação referente a População e PIB foi obtida através de consulta aos dados disponibilizados pela Secretaria da Fazenda.

Todas essas informações estão consolidadas no banco de dados que pode ser consultado através do software Demangás Auto-RS.

**Etapa 2: Previsão de crescimento da demanda total de combustíveis na unidade**

Após conhecido o consumo atual de combustível em todas as unidades, a próxima etapa volta-se para a previsão do crescimento na demanda de combustível total. Isso foi feito através do estudo de séries temporais. Foi previsto o crescimento de cada segmento, utilizando uma projeção ano a ano até 2011.

Os estudos de séries temporais foram feitos apoiados em dados dos últimos dez anos. As informações estão consolidadas no banco de dados que pode ser consultado através do software Demangás Auto-RS.

**Etapa 3: Correção da previsão de demanda em função de mudanças tecnológicas: eficiência energética**

As mudanças tecnológicas podem promover a melhoria da eficiência energética dos equipamentos. Assim, alguns segmentos podem estar renovando a frota, passando a utilizar veículos que podem possuir uma eficiência energética superior, ou seja, produzirem o mesmo trabalho com um menor consumo de combustível.

As correções aplicadas sobre a projeção natural fornecida pelo estudo de séries temporais foram baseada em estudos conduzidos junto a especialistas. Oito especialistas foram questionados sobre a tendência para a próxima década e informaram a sua opinião.

Segundo os especialistas, a eficiência energética dos equipamentos aumentará, fazendo com que os mesmos produzam o mesmo trabalho consumindo aproximadamente 5% menos de energia no horizonte dos próximos 10 anos. Esse valor foi inserido no banco de dados utilizado pelo software Demangás Auto-RS.

**Etapa 4: Máxima demanda potencial de GNV**

Em cada unidade, existe um percentual máximo de veículos que pode ser convertido para o Gás Natural Veicular, tendo em vista as aplicações usuais desses veículos, assim como as limitações tecnológicas atuais. Essa informação foi obtida durante o primeiro ano do projeto Demangás (DEMANGÁS, 2002), através de questionários submetidos a uma amostra de cerca de 120 clientes potenciais.

As informações referentes a máxima demanda potencial estão consolidadas no banco de dados que pode ser consultado através do software Demangás Auto-RS.

**Etapa 5: Evolução da máxima demanda potencial de GNV**

Devido ao surgimento de novas tecnologias, a máxima demanda potencial de

GNV, ou seja, o percentual de veículos que pode ser convertida para o GNV, pode se alterar. Essa informação foi obtida a partir da opinião do grupo de especialistas consultados.

Segundo os especialistas, a evolução do potencial máximo de conversão, em função de avanços tecnológicos, deverá crescer um pouco (5,0 pontos percentuais sobre o potencial de conversão atualmente declarado pelo mercado). A tecnologia que fornece suporte ao GNV se encontra em um estágio relativamente avançado, não sendo esperadas grandes alterações neste cenário nos próximos anos.

### **Etapa 6: Aproveitamento do potencial, em função de diversos atributos**

Há uma série de atributos que definem a atratividade do GNV, fazendo com que esta opção possa apresentar-se superior ou inferior a outras fontes de combustível. Durante o primeiro ano do projeto Demangás (DEMANGÁS, 2002), esses atributos foram identificados. Os principais atributos foram os seguintes:

- Continuidade de abastecimento (sem cortes);
- Garantia de manutenção do preço;
- Poluição gerada;
- Segurança do sistema;
- IPVA diferenciado;
- Preço do produto, relativo as demais fontes energéticas;
- Rede de Abastecimento (número e distribuição dos postos);
- Oferta de veículos de fábrica movidos a GNV;
- Custo da conversão.

O efeito desses atributos já foi obtido através de estudos de preferência declarada. Assim, para cada segmento existe uma equação matemática que relaciona o nível desses atributos com a propensão de conversão para o GNV.

Além dos atributos listados, cujo efeito já foi determinado no primeiro ano do projeto (DEMANGÁS, 2002), outros dois elementos foram incorporados na equação da propensão ao uso do GNV:

- Marketing do GNV;
- Ações reguladoras referentes ao GNV.

O efeito desses dois atributos foi obtido através de um estudo junto aos oito especialistas. Os especialistas compararam o efeito desses novos atributos com o efeito dos atributos já quantificados (lista anterior). A partir dessa informação foi possível incorporar os novos atributos à equação existente, utilizando coeficientes apropriados, que expressam seus

prováveis efeitos.

A opinião dos especialistas também foi utilizada para verificar os resultados do estudo de preferência declarada, realizado junto aos clientes potenciais. Os especialistas recomendaram alguns ajustes nos valores dos coeficientes, os quais foram incorporados ao software Demangás Auto-RS

### **Etapa 7: Posicionamento na curva de conversão em 20XX**

A evolução da demanda de GNV nos próximos 10 anos (crescimento da fatia correspondente a essa fonte de combustível) deve seguir uma curva não linear. Em alguns segmentos, a conversão pode acontecer rapidamente, logo nos primeiros anos. Em outros segmentos, a conversão para o GN pode ocorrer lentamente. Esse comportamento é regulado por duas dimensões principais: a primeira delas é a própria atratividade do GNV, a qual é definida em função do nível dos diversos atributos (ver etapa 6, ou seja, é uma informação que já foi desenvolvida, considerando a opinião de 120 clientes potenciais).

A segunda dimensão contempla os investimentos envolvidos e o nível de concorrência em um determinado segmento. Por exemplo, em um segmento onde o investimento é baixo e a concorrência é alta, a decisão pela conversão tende a ser rápida. Enquanto que em um segmento onde o investimento é alto e a concorrência é baixa, a decisão pela conversão pode ser demorada. Essas informações foram obtidas a partir da opinião do grupo de especialistas.

A equação que regula essa parcela da modelagem, ou seja, o percentual daqueles que já efetuaram a conversão, calculado sobre o total que irá efetuar a conversão, é a seguinte:

$$\text{Percentual} = 1 - \text{EXP}\{-[(\text{tempo}/\theta)^\gamma]\} \quad (\text{eq. 4.9})$$

Essa expressão modela uma curva em “S” que avança de zero (nenhuma demanda) a 1 (aproveitamento total da demanda, tendo em vista a atratividade do GNV) na medida em que transcorre o tempo. A forma do “S” e a velocidade do avanço dependem dos parâmetros Gamma e Theta, onde:

$$\text{Gamma} = 2,0^{(1 - \text{Aceleração})} \quad (\text{eq. 4.10})$$

$$\text{Theta} = t_{99} / (\text{LN}(0,01))^{(1/\text{Gamma})} \quad (\text{eq. 4.11})$$

$$t_{99} = \text{Atratividade} \times \text{Tempo M\u00ednimo} + (1 - \text{Atratividade}) \times \text{Tempo M\u00e1ximo} \quad (\text{eq. 4.12})$$

Gamma controla a forma da curva “S” e depende da Acelera\u00e7\u00e3o da convers\u00e3o, conforme informado pelos especialistas. Para definir a acelera\u00e7\u00e3o, foi usada a escala [-1;1], onde -1 corresponde a situa\u00e7\u00e3o em que a convers\u00e3o demora para ocorrer, enquanto que +1 representa a condi\u00e7\u00e3o em que a convers\u00e3o inicia rapidamente. A Figura 4.2, apresentada anteriormente, esclarece esses dois extremos.

Theta depende de  $t_{99}$ , que, por sua vez, depende dos tempos M\u00ednimo e M\u00e1ximo para que ocorra a convers\u00e3o, informa\u00e7\u00e3o balizada pelos especialistas, e da pr\u00f3pria atratividade do GNV. Se o GNV for muito atrativo, o percentual de convers\u00e3o ser\u00e1 alto e a convers\u00e3o ir\u00e1 ocorrer em um per\u00edodo pr\u00f3ximo ao tempo M\u00ednimo. Por outro lado, se a atratividade for baixa, o percentual de convers\u00e3o ser\u00e1 baixo e a convers\u00e3o ir\u00e1 ocorrer em um per\u00edodo pr\u00f3ximo ao tempo M\u00e1ximo. Vale acrescentar que  $t_{99}$  corresponde ao per\u00edodo de tempo onde se espera que 99% (daqueles que ir\u00e3o aderir ao GNV) j\u00e1 ter\u00e3o efetuado a convers\u00e3o.

A atratividade do GNV foi definida pelas equa\u00e7\u00f5es de prefer\u00eancia declarada, conforme mencionado na etapa 6. Os tempos M\u00ednimos e M\u00e1ximos em que poderiam ocorrer a convers\u00e3o foram definidos pelos especialistas. Os especialistas indicaram que em condi\u00e7\u00e3o favor\u00e1vel de retorno sobre o investimento, em alguns segmentos, todo potencial de convers\u00e3o poderia ser atingido em 2,6 anos. Por outro lado, em uma condi\u00e7\u00e3o desfavor\u00e1vel de retorno sobre o investimento, este potencial somente ser\u00e1 alcan\u00e7ado em cerca de 20 anos.

#### **4.2.6. PREVIS\u00d5ES DE DEMANDA DE GNV**

O modelo integrador contempla uma extensa base de dados onde podem ser ajustadas todas as vari\u00e1veis mencionadas neste cap\u00edtulo. Essas vari\u00e1veis podem ser ajustadas de forma global (valores que se aplicam a todo o RS, ou seja, para todas as combina\u00e7\u00f5es de segmento e munic\u00edpio) ou de forma particularizada (valores informados para um segmento espec\u00edfico, munic\u00edpio espec\u00edfico, ou mesmo combina\u00e7\u00e3o espec\u00edfica de segmento/munic\u00edpio).

As previs\u00f5es s\u00e3o apresentadas na forma de curvas em fun\u00e7\u00e3o do tempo. O software pode fornecer previs\u00f5es para todo o RS (todos os munic\u00edpios, todos os segmentos) ou para quaisquer conjuntos de munic\u00edpios e segmentos. Por exemplo, pode ser solicitada a previs\u00e3o de demanda de GNV para os segmentos T\u00e1xi e Ve\u00edculos Comerciais nos munic\u00edpios de Caxias do Sul, Bento Gonçalves e Farroupilha.

Os n\u00edveis atuais dos diversos atributos foram obtidos junto a especialistas, os

quais foram questionados sobre a posição relativa do GNV e informaram essa posição utilizando uma escala [-1;+1], onde -1 corresponde a situação em que o GNV é claramente pior que seus concorrente e +1 corresponde a situação em que o GNV é claramente melhor que seus concorrentes. Para tornar o posicionamento dos especialistas mais objetivo, as escalas [-1;+1] correspondentes a cada atributo foram associadas a textos que quantificam o que representa as situações “claramente pior” e “claramente melhor”. A tabela 4.5 apresenta um exemplo dessas escalas, as quais foram construídas com base no estudo de preferência declarada realizado no ano 1 do projeto Demangás. As demais escalas estão todas explicitadas no software Demangás Auto-RS.

Tabela 4.5 – Escala utilizada no posicionamento do atributo “Continuidade do Abastecimento de GNV”

<b>Continuidade do Abastecimento de GNV</b>	<b>Escala</b>
Risco superior às fontes de combustível alternativas (o dobro de interrupções)	-1,0
Risco um pouco superior às fontes de combustível alternativas	-0,5
Risco de faltar GNV é similar ao risco das fontes de combustível alternativas	0,0
Risco um pouco inferior às fontes de combustível alternativas	0,5
Risco inferior às fontes de combustível alternativas (metade das interrupções)	1,0

Segundo os especialistas, os atributos associados ao GNV que irão apresentar piores posicionamentos na próxima década (considerando o conjunto de segmentos) são: Rede de Abastecimento (número e distribuição dos postos) (-0,54), Oferta de veículos de fábrica movidos a GNV (-0,43), Segurança do sistema (-0,10) e Custo de conversão (-0,10). Por outro lado, a posição do GNV relativa aos atributos a seguir deve ser similar as demais fontes de combustível: Garantia de manutenção do preço (0,00) e Continuidade de abastecimento (sem cortes) (0,10). Por fim, nos atributos a seguir a posição do GNV deve ser vantajosa: IPVA diferenciado (0,24), Preço do produto relativo as demais fontes de combustível (0,27), Ações reguladoras (0,38), Marketing do GNV (0,43) e Poluição gerada (0,91).

Todos esses dados foram inseridos no software Demangás Auto-RS e, conforme mencionado anteriormente, correspondem a parâmetros que podem ser alterados pelos usuários, na medida em que novas informações estiverem disponíveis ou ocorrerem mudanças no mercado e nas tecnologias disponíveis.

Além de fazer a previsão de demanda de GNV para o RS, para um segmento, para um município, ou combinação de municípios e segmentos, a modelagem desenvolvida,

disponível no software, permite que seja feito um estudo de sensibilidade, uma vez que pode ser escolhido um atributo, cujos níveis são variados no intervalo [-1;+1], conduzindo a um leque de curvas de previsão de demanda.

#### **4.2.7. VALIDAÇÃO DA MODELAGEM**

Antes de iniciar a validação da modelagem, é importante entender a influência das diversas variáveis no resultado das previsões. A seguir serão feitos comentários a respeito de cada parcela da modelagem proposta, indicando quais as variáveis que possuem efeito pequeno, moderado ou forte.

##### **4.2.7.1. INFLUÊNCIA DAS DIVERSAS VARIÁVEIS**

O **Consumo atual de combustível** na unidade possui um **efeito forte** sobre os resultados da modelagem. Na verdade ele serve de base para todo o esforço de previsão. Simplificadamente, a modelagem proposta pode ser visualizada em duas parcelas: Previsão de demanda total de combustível x Previsão do percentual que corresponderá ao GNV. O Consumo atual é determinante da primeira parcela. O consumo geral do estado, para as diversas fontes de combustível, foi definido a partir de dados do Balanço Energético Consolidado do Estado do Rio Grande do Sul, 1999-2000 (BECERS, 2002). Essa informação é considerada muito confiável. A distribuição ao longo dos diversos segmentos e municípios utilizou dados secundários. Para distribuição ao longo dos segmentos, foram utilizados dados do DETRAN, considerados muito confiáveis. Para a distribuição ao longo dos municípios foram considerados a população e o PIB. Assim, a distribuição ao longo de cada município foi feita de forma aproximada, mas os totais referentes a cada segmento e a todo o estado são muito confiáveis.

A **Previsão de crescimento da demanda total de combustível** na unidade possui um **efeito forte** sobre os resultados da previsão. A demanda de combustíveis no RS está crescendo em uma taxa de 6,4% ao ano, o que implica em uma projeção de um crescimento de 86% na próxima década. Naturalmente, o crescimento efetivo pode ser diferente desse valor estimado, mas as variações esperadas em torno desse valor não são grandes. As séries históricas foram obtidas junto ao Balanço Energético Consolidado do Estado do Rio Grande do Sul, 1999-2000 (BECERS, 2002). Esses dados históricos são muito confiáveis e apresentam boa estabilidade.

A Correção da previsão de demanda em função de mudanças tecnológicas, devido a **melhoria da eficiência dos equipamentos**, possui um **efeito pequeno** sobre os resultados da previsão. Trata-se de uma pequena correção aplicada sobre a previsão de demanda feita com base em dados históricos. Essa informação foi obtida junto ao grupo de oito especialistas consultados. Trata-se de uma informação que aprimora a estimativa do Crescimento da demanda de combustíveis. A confiabilidade da informação pode ser considerada moderada.

A **Máxima demanda potencial de GNV** também apresenta um **efeito moderado** sobre as previsões. A Máxima demanda potencial de GNV é regulada pela utilização dos veículos e tecnologia existente. Ela traduz o percentual de combustível que seria convertido para o GNV caso essa fonte de energia fosse muito atrativa. Essa informação foi obtida junto a cerca de 120 clientes potenciais e, posteriormente, foi ajustada pelo grupo de especialistas. A confiabilidade dessas informações pode ser considerada moderada, tendo em vista a combinação de informações do mercado e de especialistas.

A **Evolução da máxima demanda potencial de GNV** apresenta um **efeito pequeno** sobre as previsões, na medida em que, na prática, trata-se de uma pequena correção a ser aplicada sobre a Máxima demanda potencial atual. Essa informação foi obtida junto ao grupo de especialistas consultados. Trata-se de uma informação que aprimora a estimativa anterior (Máxima demanda potencial de GNV, atual). A confiabilidade da informação pode ser considerada moderada.

O **Aproveitamento do potencial de conversão** para o GNV apresenta um **efeito forte** sobre os resultados da previsão. Matematicamente, o aproveitamento foi calculado em função de diversos atributos, que definem a atratividade do GNV. O efeito dos diversos atributos sobre a atratividade foi definido pela amostra de 120 clientes potenciais e, posteriormente, alguns ajustes foram feitos pelo grupo de especialistas. A confiabilidade dessa informação pode ser considerada moderada. Apesar da amostra ser relativamente grande, há muitas variáveis envolvidas, muitos segmentos envolvidos e foram utilizadas escalas qualitativas na consulta aos clientes potenciais.

O **Posicionamento na curva de conversão em 20XX** apresenta um **efeito moderado** sobre os resultados da previsão. O volume a ser convertido já está definido pelas parcelas anteriores e esta última parcela controla a evolução da conversão ao longo do tempo, ou seja, se a conversão irá ocorrer mais lentamente ou mais rapidamente. A velocidade de conversão é regulada pela própria atratividade do GNV (definida pela amostra de 120 cliente, ver parágrafo anterior) e também por condições típicas de cada segmento, associadas ao cenário competitivo e ao custo de conversão (definidas pelo grupo de especialistas

consultados). Na medida em que envolve a opinião de clientes e especialistas, a confiabilidade da informação pode ser considerada moderada.

#### 4.2.7.2. CONFIABILIDADE DA FONTE DE INFORMAÇÕES

O quadro 4.6 apresenta um resumo das parcelas que compõem a modelagem, a origem dos dados e sua respectiva confiabilidade.

Na medida em que a modelagem envolve a opinião de clientes potenciais e especialistas, os valores atribuídos aos parâmetros não podem ser considerados exatos, mas aproximados. Além disso, a situação do mercado, que envolve tanto o GNV como as demais fontes de combustível, é dinâmica. Assim, é esperado que diversos parâmetros apresentem variação com o passar do tempo.

Quadro 4.6 – Efeito e Confiabilidade das informações utilizadas na modelagem da demanda de GNV no RS

Parcela	Origem das informações	Efeito sobre as previsões	Confiabilidade da informação
Consumo atual de combustível	Balanco Energético Consolidado do Estado do Rio Grande do Sul (BECERS, 2002)	Forte	Alta
Distribuição nos Segmentos	Consumo por segmento: DETRAN		Alta
Distribuição nos Municípios	População e PIB - Secretaria da Fazenda		Moderada
Previsão de crescimento da demanda total de combustível	Séries históricas – Secretaria da Fazenda	Forte	Alta
Correção da demanda: eficiência dos veículos	Grupo de oito especialistas	Pequeno	Moderada
Máxima demanda potencial de GNV	Amostra de 120 clientes potenciais, confirmada por análise realizada junto aos especialistas	Moderado	Moderada
Evolução da máxima demanda potencial de GNV	Grupo de oito especialistas	Pequeno	Moderada
Aproveitamento do potencial, em função de diversos atributos (atratividade do GNV)	Amostra de 120 clientes potenciais, Grupo de oito especialistas	Forte	Moderada
Posicionamento na curva de conversão em 20XX	Amostra de 120 clientes potenciais, Grupo de oito especialistas, séries históricas de outros países	Moderado	Moderada

Previendo essas variações, a modelagem utilizada no software Demangás Auto-RS

possui grande abertura para a definição de valores de todos os parâmetros que regulam as previsões. Assim, a base de dados pode ser atualizada a qualquer momento. Se o usuário discordar do valor atribuído a qualquer parâmetro, ele pode alterar esse(s) valor(es) e solicitar uma nova previsão de demanda.

Isso permite que a previsão seja feita através de intervalos, delimitados pela variação dos atributos contemplada pelo usuário, e não apenas através de um único valor, estático.

#### **4.2.7.3. COMPARAÇÃO COM RESULTADOS INTERNACIONAIS**

Seguindo a análise da origem e confiabilidade das informações, realizada nas seções anteriores, esta seção irá confrontar as previsões feitas pelo software Demangás Auto-RS com séries históricas observadas em outros países. Este confronto permite validar a modelagem realizada, na medida em que o comportamento observado em outros países fornece indicações do desempenho efetivo que o GNV pode apresentar, em termos de fatia de mercado.

Muitos países estão em situação similar ao Brasil no que concerne ao GNV, onde essa alternativa surgiu recentemente. A Tabela 4.6 apresenta a evolução da frota de veículos movidos a GNV observada nos seguintes países: Suécia, Alemanha, França, Venezuela, Suíça, Brasil, Reino Unido, EUA, Japão e Argentina. Os dados referentes a Argentina contemplam o período de 1984 a 1990, quando o GNV foi implantado nesse país. Para os demais países, os dados reunidos referem-se ao período de 1995 a 2002.

Como pode ser observado na Tabela 4.6, o crescimento das diversas frotas de GNV, nos primeiros anos de implantação, crescem a taxas que variam de 12% ao ano a 104% ao ano. A maior taxa de crescimento é observada no Brasil. Apesar desses dados contemplarem apenas os primeiros anos, estando associados a frotas que ainda são muito pequenas, eles indicam a boa aceitação inicial do GNV no Brasil. Dados mais atuais corroboram essa afirmativa, uma vez que a frota de veículos movidos a GNV no Brasil já ultrapassou a marca de 600 mil veículos, assumindo a segunda posição no panorama mundial. Apenas a Argentina possui uma frota maior que a frota brasileira, com aproximadamente 900 mil veículos.

Os dados referentes aos primeiros anos de implantação do GNV são relativamente volumosos. No entanto, apenas um país, a Argentina, possui um mercado de GNV que pode ser considerado maduro, passível de ser utilizado como base de comparação das previsões

realizadas pelo software Demangas Auto-RS. Conforme pode ser observado na Figura 4.6, o consumo de GNV na Argentina já ultrapassou 10% do total de combustíveis consumidos neste país, revelando a referida maturidade de mercado.

Tabela 4.6. Evolução da frota de veículos movidos a GNV em vários países

Ano	Suécia	Alemanha	França	Venez.	Suíça	Brasil	UK	USA	Japão	Argentina	
1995	108	1.100	603		20	3.991		50.821	759	1984	3.125
1996	340	2.415	1.220		20	4.883		60.807	1.211	1985	9.375
1997	510	3.600	1.250		60	9.341	9.087	69.384	2.093	1986	12.500
1998	1.137	3.600	1.250		60	18.741	12.537	79.954	3.640	1987	18.750
1999		5.000	3.309		200	43.181	17.010	92.948	5.252	1988	25.000
2000	1.550	10.000	4.550	20.000	270	87.224	23.968	102.828	7.811	1989	37.500
2001		12.000			460	284.751	26.694		12.012	1990	75.000
2002				42.000					12.539		
Taxa de Crescim.	56%	41%	40%	28%	69%	104%	24%	12%	42%		57%

Fontes: Entidade nacional reguladora do gás – ENARGAS, (<http://www.enargas.gov.ar/>); International Association for Natural Gas Vehicles (1998) - IANGV - *Natural gás report*; Sistema Statistico Nazionale (2002) - *Annuári Statistico Italiano*; The Japan Gas Association, (<http://www.gas.or.jp/indexe.html>); Transport Statistics Vehicle Information Data base – DVLA (2002). Annual Vehicle Census.

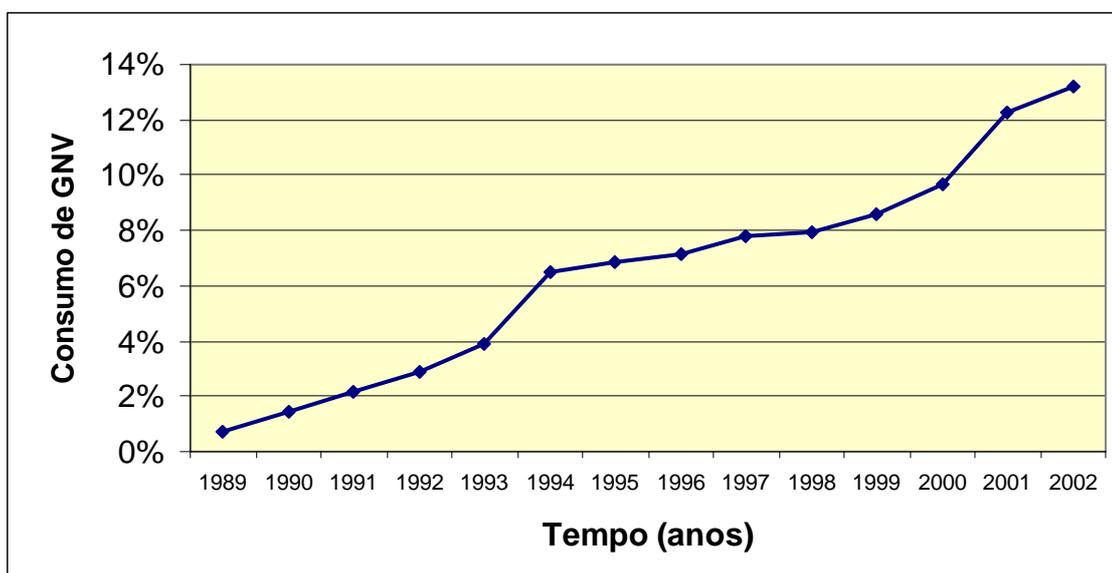


Figura 4.6 – Evolução do consumo de GNV observado na Argentina: percentual sobre o consumo total de combustíveis

Conhecido o comportamento do GNV na Argentina, é possível comparar esse comportamento com as previsões feitas pelo software Demangás Auto-RS, que utiliza a modelagem proposta. Essa comparação será feita utilizando um intervalo para balizar as

previsões. Esse intervalo será definido em função do preço relativo do GNV, caracterizado por cenários considerados Favorável, Realista e Desfavorável. A Tabela 4.7 apresenta os cenários estabelecidos. O cenário realista corresponde à opinião dos especialistas, que indicaram, para os diversos segmentos, qual deve ser a economia que o GNV irá representar em termos de despesas mensais com combustível. O cenário desfavorável corresponde a uma economia 10% inferior àquela prevista pelos especialistas; enquanto que o cenário favorável corresponde a uma economia 10% superior àquela prevista pelos especialistas.

Tabela 4.7 – Economia que o GNV pode oferecer frente às demais fontes de combustível

	Cenário desfavorável	Cenário realista	Cenário favorável
Veículo Comercial	3,9%	13,9%	23,9%
Veículo Passeio	1,1%	11,1%	21,1%
Ônibus	-3,0%	7,0%	17,0%
Lotação	-3,0%	7,0%	17,0%
Caminhão	-0,6%	9,4%	19,4%
Táxis	3,9%	13,9%	23,9%

As previsões feitas de acordo com esses cenários aparecem plotadas na Figura 4.7, onde os dados referentes a Argentina foram defasados no tempo para facilitar a comparação. Seguindo a modelagem proposta, essas previsões incorporam dados oficiais (ex: consumo atual de combustíveis, taxa de crescimento do consumo de combustíveis), opinião de clientes potenciais (ex: efeito dos diversos atributos) e opinião de especialistas (ex: situação do GNV em relação aos diversos atributos).

A linha média, estabelecida considerando que a introdução do GNV será feita praticando um preço que irá representar economia de 7,0 a 13,9% nas despesas de combustíveis dos diversos segmentos, indica que o GNV irá alcançar, em 2011, uma participação de 11,8% no consumo total de combustíveis praticado no RS. Em termos absolutos, a modelagem utilizada prevê que o consumo de GNV no RS em 2011 irá atingir  $768 \times 10^3$  tep.

Continuando a análise da linha média (Figura 4.7), observa-se que ela encontra-se um pouco acima da linha correspondente a Argentina. Também pode ser constatado que em 2011, de acordo com a modelagem utilizada, o GNV no RS estará se aproximando da participação máxima que ele poderá atingir. Os dados da Argentina indicariam que a participação máxima demoraria mais tempo para ser atingida, ou seja, a fatia de mercado

continuará a crescer após 2011.

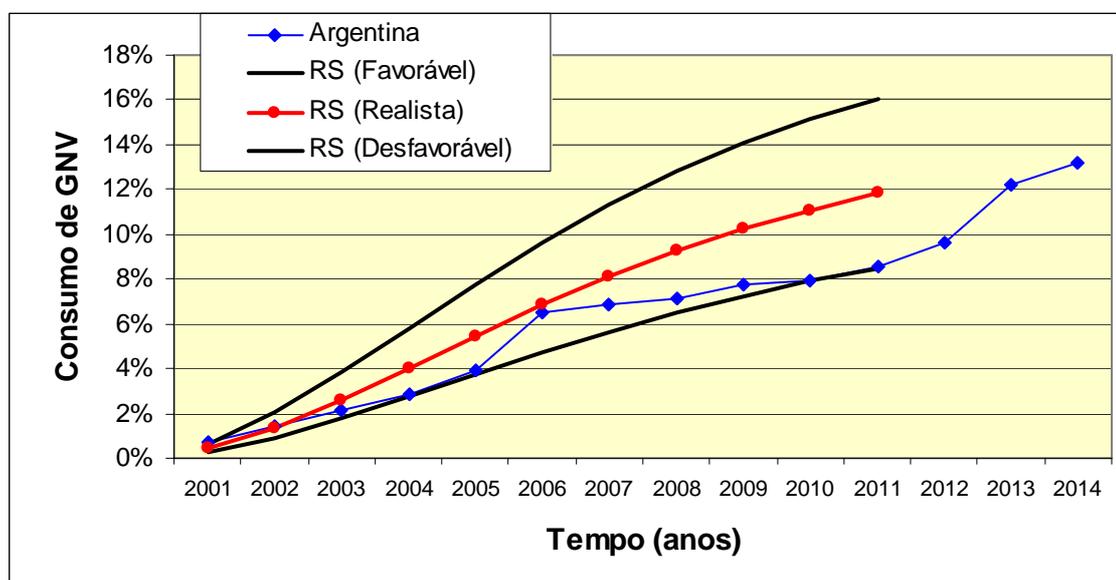


Figura 4.7 – Previsão da demanda de GNV no RS, considerando diferentes cenários para o atributo Preço: percentual sobre o consumo total de combustíveis

A evolução observada na Argentina está contida dentro dos intervalos inferior e superior definidos para o crescimento do GNV no RS. Ela se apresenta mais próxima do intervalo inferior. As previsões indicam que o crescimento no RS pode ser superior aquele observado na Argentina. Essa constatação confirma observações anteriores, relativas ao desempenho do GNV no Brasil. Nesses primeiros anos após a oferta, o crescimento do GNV no Brasil supera o crescimento observado em todos os demais países, inclusive na Argentina.

Os intervalos inferior e superior de previsão estimam que a fatia correspondente ao GNV em 2011 no RS pode atingir 8 a 16% do total de consumo de combustíveis, o que corresponde a  $550 \times 10^3$  e  $1041 \times 10^3$  tep, respectivamente. Vale observar que esse intervalo foi obtido variando apenas o atributo preço. O preço é o atributo com maior impacto na opção de compra pelo cliente, mas existem outros atributos que contribuem para a definição da atratividade do GNV.

#### 4.2.7.4. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Da mesma forma em que foi feito um estudo variando o preço do GNV, em função de eventuais incertezas, pode ser feito um estudo contemplando qualquer uma das demais variáveis que afetam a demanda. Por exemplo, pode ser definido o intervalo

correspondente a condições favoráveis e desfavoráveis do atributo Rede de Abastecimento. A tabela 4.8 apresenta esses cenários.

Tabela 4.8 – Definição de cenários para a previsão da Demanda de GN no RS: variações no atributo Abastecimento

Cenário	Condição da Rede de Abastecimento	Atributo Rede de Abastecimento, definido na escala [-1;+1]
Desfavorável	Muito poucos postos por município	-1,0
Realista	Segue a opinião dos especialistas: poucos postos por município	-0,54
Favorável	Metade dos postos oferecem a opção do GNV	+1,0

A partir desses cenários, utilizado-se o software Demangás Auto-RS, foram obtidas as previsões apresentadas na Figura 4.8. Seguindo a modelagem proposta, observa-se que, em 2011, em função da maior ou menor rede de abastecimento, a demanda correspondente ao GNV no RS pode variar na faixa de 10,9% a 15,5% ( $711 \times 10^3$  tep a  $1007 \times 10^3$  tep).

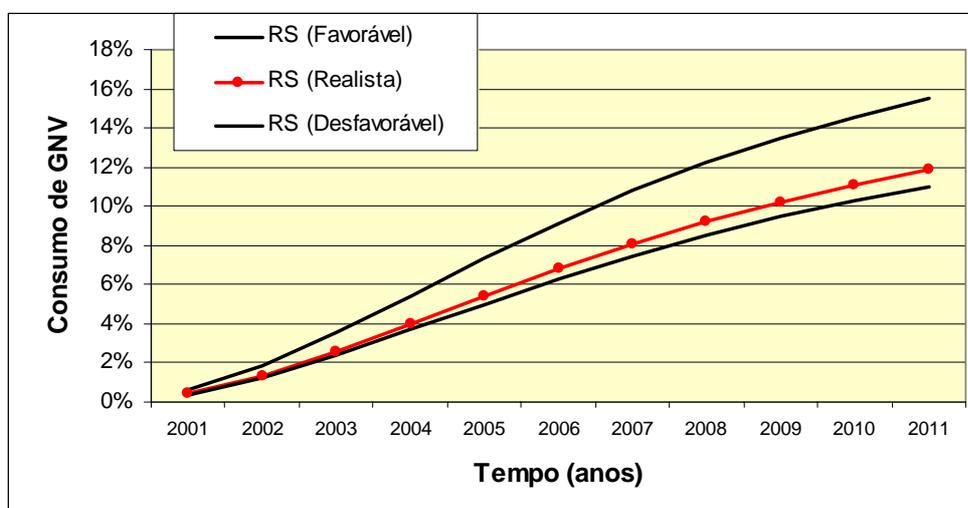


Figura 4.8 – Previsão da demanda de GNV no RS, considerando diferentes cenários para o atributo Rede de Abastecimento: percentual sobre o consumo total de combustíveis do setor automotivo

O estudo do efeito dos vários atributos pode ser feito utilizando o software Demangás Auto-RS. Outro estudo de interesse refere-se a variações no crescimento do RS. Atualmente, o crescimento do consumo de combustíveis no RS oscila em torno de 6,4% ao ano. No entanto, em função de mudanças na economia global, os próximos anos podem ser caracterizados por uma redução ou expansão no crescimento industrial e comercial do RS, o

que iria se refletir em uma redução ou expansão na demanda de energia. A tabela 4.9 apresenta alguns cenários possíveis.

Tabela 4.9 – Definição de cenários para a previsão da Demanda de GNV no RS: variações no crescimento do consumo de combustíveis no RS

Cenário	Atividade econômica no RS	Crescimento anual do consumo de combustíveis no RS
Desfavorável	Crescimento diminui	3,0%
Realista	Crescimento mantém-se	6,4%
Favorável	Crescimento aumenta	9,0%

Considerando os limites de crescimento apresentados na tabela 4.9, a modelagem proposta prevê que a demanda de GNV no RS, em 2011, deverá atingir  $768 \times 10^3$  tep (cenário realista, crescimento do consumo de combustíveis mantido em 6,4% ao ano), podendo variar na faixa de  $499 \times 10^3$  tep (cenário desfavorável, crescimento diminuindo para 3,0% ao ano) a  $930 \times 10^3$  tep (cenário favorável, crescimento aumentando para 9,0% ao ano). A figura 4.9 ilustra o comportamento previsto, considerando os três cenários de crescimento.

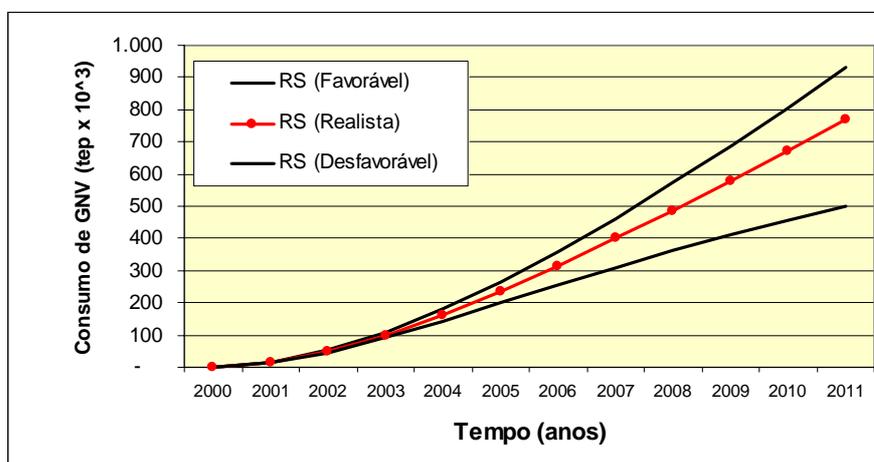


Figura 4.9 – Previsão da demanda de GN no RS, considerando diferentes cenários para o crescimento econômico do RS

#### 4.2.7.5. CRESCIMENTO NOS DIFERENTES SEGMENTOS

Conforme mencionado anteriormente, a linha média, definida a partir de dados históricos, opinião de clientes potenciais e opinião de especialistas, prevê que em 2011 o

GNV deverá ocupar uma fatia de 11,8% do consumo total de combustíveis no RS. Essa evolução, no entanto, irá depender do segmento considerado. A Figura 4.10 apresenta as previsões de crescimento para cada segmento automotivo.

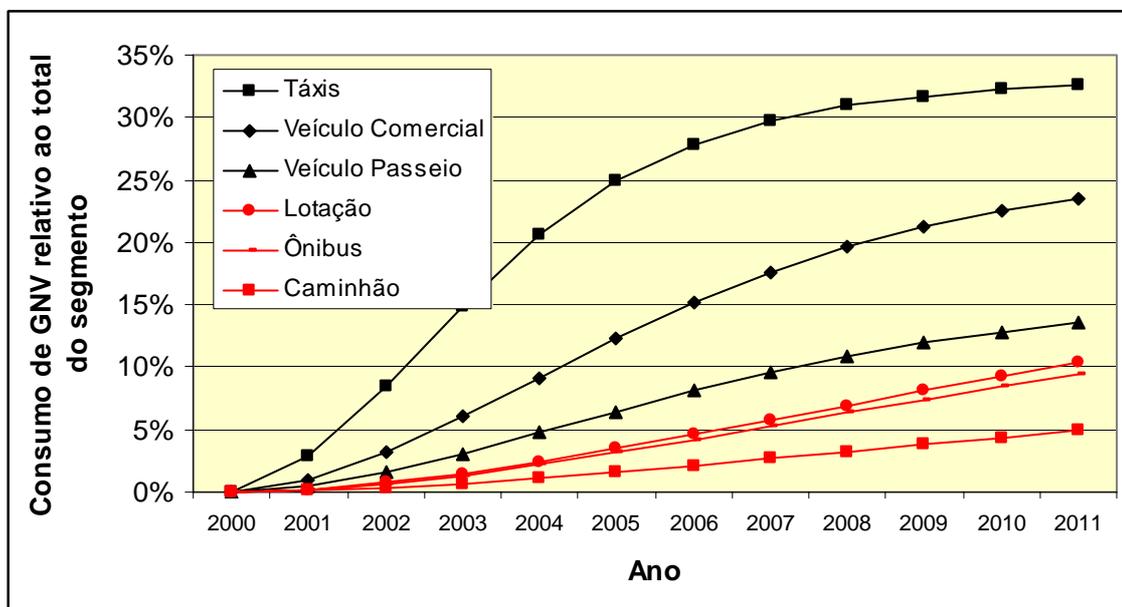


Figura 4.10 – Previsão de consumo de GNV nos diversos segmentos, apresentado na forma de percentual sobre o total do segmento

Como pode ser visto na Figura 4.10, a modelagem utilizada prevê que os maiores crescimentos percentuais irão ocorrer nos segmentos táxi e veículos comerciais, seguido de veículos de passeio. Esses são os segmentos de automóveis, onde o combustível predominante, atualmente, é a gasolina. Nos segmentos Lotação, Ônibus e Caminhão, a modelagem utilizada prevê crescimentos percentuais menores. Esses são os segmentos onde o combustível predominante, atualmente, é o óleo diesel. A Tabela 4.10 sumariza as previsões realizadas através do software Demangás Auto-RS:

De acordo com a modelagem utilizada, os segmentos que podem ser responsáveis pelos maiores consumos de GNV são os segmentos dos veículos comerciais e veículos de passeio (automóveis). A modelagem prevê que esses dois segmentos serão responsáveis por 76% do consumo de GNV.

Tabela 4.10 – Previsão do crescimento percentual do GNV em cada segmento do setor automotivo no RS

	2000			2006			2011		
	Total (10 <sup>3</sup> tep)	GNV (10 <sup>3</sup> tep)	GNV %	Total (10 <sup>3</sup> tep)	GNV (10 <sup>3</sup> tep)	GNV %	Total (10 <sup>3</sup> tep)	GNV (10 <sup>3</sup> tep)	GNV %
Veículo Comercial	751	0	0,0%	1074	162	15,1%	1526	359	23,5%
Veículo Passeio	817	0	0,0%	1168	95	8,1%	1660	224	13,5%
Ônibus	143	0	0,0%	208	9	4,2%	286	27	9,5%
Lotação	12	0	0,0%	18	1	4,6%	25	3	10,3%
Caminhão	1482	0	0,0%	2152	45	2,1%	2963	147	5,0%
Táxi	13	0	0,0%	18	5	27,9%	26	8	32,7%
Geral	3218	0	0,0%	4638	316	6,8%	6485	768	11,8%

### 4.3 DISCUSSÃO DA ABORDAGEM PROPOSTA

A presente seção apresenta uma discussão sucinta sobre a abordagem proposta, apresentando suas vantagens, as dificuldades para sua implementação e as possibilidades de generalização.

#### 4.3.1 VANTAGENS DA ABORDAGEM PROPOSTA

As vantagens apresentadas pela abordagem proposta podem ser descritas como: a modelagem é completa, flexível e utiliza informações quantitativas e qualitativas simultaneamente.

Levando-se em consideração as principais variáveis que dominam o problema, pode-se dizer que a modelagem é bastante completa, pois incorpora elementos de consumo energético (passado e futuro), o potencial de uso do GN, a atratividade do GN gerada por diversos atributos listados pelos clientes, bem como a velocidade estimada para a conversão.

Uma grande vantagem da modelagem proposta diz respeito a sua flexibilidade, pois o tomador de decisões que estiver manipulando a modelagem pode analisar segmentos econômicos específicos, ou municípios específicos, ou ,ainda mais, segmentos econômicos específicos de um município específico. Inseridos em uma sociedade extremamente dinâmica, se os parâmetros que regem a modelagem sofrerem alterações, essas informações podem ser incorporadas ao modelo, gerando uma nova previsão, que pode dizer respeito a um segmento e/ou município específico. A condição de fácil ajuste nos parâmetros faz com que a

modelagem também sirva para o tomador de decisões simular a inserção do GN, dada uma parametrização específica que o mesmo deseje estudar (por exemplo, melhoria na rede de distribuição).

Outra vantagem apresentada pela modelagem é a utilização de informações quantitativas e qualitativas de forma simultânea. Os dados quantitativos gerados em DEMANGÁS (2002) são ajustados conforme as informações qualitativas coletadas junto a especialistas, dando uma confiabilidade maior às previsões geradas a partir da modelagem. Esta confiabilidade pode ser visualizada quando foi traçado um paralelo com resultados internacionais encontrados no histórico de introdução do GN (seções 4.1.7.3 e 4.2.7.3).

#### **4.3.2 DIFICULDADES NO USO DA ABORDAGEM PROPOSTA**

As dificuldades no uso da abordagem proposta incluem um certo grau de complexidade matemática, uma vez que diversas equações de regressão devem ser elaboradas a partir dos dados coletados.

A própria coleta de informações também se constitui em dificuldade, pois, para que a modelagem seja robusta, a coleta de informações dentro dos diferentes segmentos, dentro dos diferentes municípios deve ser realizada com uma amostra relativamente grande. Ainda mais, nem sempre as fontes de informação oficiais (secretarias de governo, instituições de classe e outros) possuem as mesmas bases de dados, gerando informações discrepantes em alguns casos, as quais precisam ser compatibilizadas de forma subjetiva.

#### **4.3.3 GENERALIZAÇÃO DA ABORDAGEM PROPOSTA**

A modelagem proposta pode ser aplicada em outros estados brasileiros, ou mesmo em outros países. Os dados a serem coletados continuariam sendo os mesmos, apenas esperando-se que a valorização dos atributos do GN apresente variação, dependendo da região/país onde estiver sendo aplicada a modelagem. Também espera-se que haja variação nas curvas de crescimento do consumo total de energia, na máxima demanda potencial de GN e na velocidade de conversão.

No que diz respeito a aplicação da modelagem para outro energético, que não o GN, pequenas adaptações poderiam ser feitas, mas a estrutura geral da modelagem, ilustrada na figura 4.1, ainda seria válida para o estudo de um energético alternativo.

## 5. COMENTÁRIOS FINAIS

### 5.1 CONCLUSÕES

Esta tese apresentou uma metodologia para a previsão de demanda do gás natural, estabelecendo um método que integrou diversas alternativas individuais de previsão de demanda desenvolvidas.

Ao longo deste trabalho foram estudadas as diversas variáveis que influenciam as decisões dos consumidores de energia, as soluções de compromisso (*trade-off*) realizadas quando da escolha dos diferentes energéticos, bem como diferentes modelos existentes para previsão de demanda energética.

Foi desenvolvida uma modelagem para prever a demanda de Gás Natural (GN) no estado do Rio Grande do Sul (RS) ao longo dos próximos 10 anos. A modelagem baseou-se em dados históricos, opinião de clientes potenciais e opinião de especialistas, reunindo informações quantitativas e qualitativas em uma única equação de previsão.

O método integrador foi aplicado ao caso do estado do Rio Grande do Sul, onde o gás natural encontra-se em fase de introdução como alternativa de fonte energética.

A modelagem desenvolvida contemplou um modelo multiplicativo, que possui dois elementos básicos: previsão de demanda de energia global x previsão do percentual da demanda de energia global que será absorvido pelo GN.

A previsão de demanda de energia global dependeu de dois fatores, a saber: demanda atual x projeção de crescimento. Por outro lado, a previsão do percentual da demanda de energia global que seria absorvido pelo GN dependeu da máxima demanda potencial de GN, da atratividade do GN e da velocidade de conversão para o GN.

A máxima demanda potencial de GN referiu-se ao percentual máximo da energia que poderia ser convertido para o Gás Natural, tendo em vista as limitações tecnológicas atuais. Essa informação foi obtida durante o primeiro ano do projeto Demangás (DEMANGÁS, 2002), através de questionários submetidos a uma amostra de cerca de 500

clientes potenciais.

A atratividade do GN dependeu de uma série de atributos que definiram se esta opção poderia apresentar-se superior ou inferior a outras fontes energéticas. Durante o primeiro ano do projeto Demangás (DEMANGÁS, 2002), esses atributos foram identificados.

Por fim, a velocidade de conversão contemplou a evolução da demanda de GN nos próximos 10 anos (crescimento da fatia correspondente a essa fonte energética), a qual deveria seguir uma curva não linear. Em alguns segmentos, a conversão poderia acontecer rapidamente, logo nos primeiros anos. Em outros segmentos, a conversão para o GN poderia ocorrer lentamente.

A figura 4.1 apresenta um diagrama explicativo para as relações explicadas anteriormente. A modelagem proposta foi apoiada nos resultados dos grupos focados e das entrevistas com especialistas, onde os elementos que compõem o modelo surgiram.

Utilizando a modelagem desenvolvida para o setor industrial, comercial e residencial, em cada unidade, pode ser prevista a demanda de Gás Natural para os próximos dez anos. De maneira análoga, utilizando a modelagem desenvolvida para o setor automotivo, em cada unidade, pode ser prevista a demanda de Gás Natural Veicular para os próximos dez anos. Considerando os limites de crescimento apresentados na tabela 4.3, a modelagem proposta prevê que a demanda de GN no RS, em 2011, deverá atingir  $1035 \times 10^3$  tep (cenário realista, crescimento do consumo energético mantido em 3,4% ao ano), podendo variar na faixa de  $894 \times 10^3$  tep (cenário desfavorável, crescimento diminuindo para 2,0 ao ano) a  $1227 \times 10^3$  tep (cenário favorável, crescimento aumentando para 5,0% ao ano). A figura 4.5 ilustra o comportamento previsto, considerando os três cenários de crescimento.

Considerando os limites de crescimento apresentados na tabela 4.9, a modelagem proposta prevê que a demanda de GNV no RS, em 2011, deverá atingir  $768 \times 10^3$  tep (cenário realista, crescimento do consumo de combustíveis mantido em 6,4% ao ano), podendo variar na faixa de  $499 \times 10^3$  tep (cenário desfavorável, crescimento diminuindo para 3,0% ao ano) a  $930 \times 10^3$  tep (cenário favorável, crescimento aumentando para 9,0% ao ano). A figura 4.9 ilustra o comportamento previsto, considerando os três cenários de crescimento.

As previsões oferecidas pelo modelo integrador foram consideradas compatíveis com as situações encontradas em outros países, nos quais o histórico de consumo de GN já se encontra consolidado.

As vantagens apresentadas pela abordagem proposta foram descritas como: a modelagem é completa, flexível e utiliza informações quantitativas e qualitativas

simultaneamente.

## **5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Sugere-se para trabalhos futuros, que o método integrador para previsão de demanda de GN seja ampliado para outros estados da União, sendo capaz de oferecer previsões de demanda de GN no âmbito nacional. A contribuição do método integrador para as políticas energéticas a serem estabelecidas no país é visível, do ponto de vista do planejamento dos investimentos no mercado de GN nas diferentes regiões brasileiras.

Outro tema importante para pesquisas futuras diz respeito ao estabelecimento de uma estratégia mercadológica da companhia distribuidora de GN, baseada nos resultados advindos da modelagem. Uma vez que as variáveis que interferem na modelagem podem ser objeto de ações mercadológicas específicas da companhia distribuidora local, como, por exemplo, os atributos que os clientes percebem e valorizam com relação ao energético GN, a companhia pode monitorar e alterar a valorização destes atributos, utilizando-se de um composto de marketing direcionado a um nicho específico de mercado. Por exemplo, se os potenciais clientes no setor automotivo de determinado nicho sócio-econômico estão preocupados com a poluição ambiental, poder-se-ia direcionar uma campanha mercadológica para este público-alvo, reforçando a idéia de baixa poluição associada ao GNV.

Pesquisas que busquem a adaptação do método integrador para outros energéticos são igualmente importantes, face a diversidade das matrizes energéticas apresentadas pelas diferentes regiões e países.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AAKER, D. A., DAY, G. S., KUMAR V. *Marketing research*. New York, 1997
- ABRÃO, M. A Crise de Energia do Setor Elétrico e o Programa Prioritário de Termelétricas – PPT. *Gás Brasil – guia de produtos e serviços*. São Paulo, maio de 2001.
- ADRIAENSSENS, C. & CADMAN, L. An Adaptation of Moderated e-mail Focus Groups to Access the Potential for a New On-line (Internet) Financial Services Offer in the UK. *Journal of the Market Research Society*, outubro de 1999
- ANP – Agência Nacional de Petróleo. Portaria nro. 009, 21 de janeiro de 2000.
- ANP – Agência Nacional de Petróleo. [www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br) 13/11/2001
- ARAÚJO, F.S.T. Expectativas para o Mercado de Gás Natural. [www.gasenergia.com.br](http://www.gasenergia.com.br) 13/03/2002
- ARMSTRONG, J. S. Research on Forecasting: A Quarter-Century Review, 1960-1984. *Interfaces*, v.16, n.1, January-February, 1986, p. 89-109.
- ARMSTRONG, J. S. **Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners**. Kluwer Academic Publishers. 2001.
- BECERS – Balanço Energético Consolidado do Estado do Rio Grande do Sul 1999-2000. Porto Alegre, Secretaria de Energia, Minas e Comunicações, 2002.
- BENSUSSAN, J.A. A Inserção Social da Energia. In: Economia Gaúcha e Reestruturação nos anos 90, Coordenador: Fligenspan. Porto Alegre, FEE, 2000
- BLACKBURN, R. & STOKES, D. Breaking Down the Barriers: Using Focus Groups to Research Small and Medium-Sized Enterprises. *International Small Business Journal*, outubro-dezembro de 2000
- BOPP, A.E., KANNAN, V.R., PALOCSAY, S.W. & STEVENS, S.P. An Optimization Model for Planning Natural Gas Purchases, Transportation, Storage and Deliverability. *Omega, International Journal of Management Sciences*, Vol 24, 1996
- B.P. Statistical Review of World Energy.  
[http://www..bp.com/downloads/1086/bp\\_stats\\_history.xls](http://www..bp.com/downloads/1086/bp_stats_history.xls) 28/12/2002
- BUNN, D. W. & WRIGHT, G. Interaction of Judgemental and Statisitcal Forecasting Methods: Issues & Analysis. *Management Science*, v.37, n.5, May 1991, p.501-518.
- CHARTERS, W.W.S. Developing Markets for Renewable Energy Technologies. *Renewable Energy*, Vol 22, 2001
- CHODOROWSKI, A. & CARNECIR, R. South America´s Southern Cone Gas, Power

- Sectors Taking First Steps Toward Energy Integration. *Oil & Gas Journal*, outubro de 2001.
- COWLEY, J.C.P. Strategic Qualitative Focus Group Research: Define and Articulate our Skills or We Will Be Replaced by Others. *Journal of The Market Research Society*, inverno de 1999/2000
- DALRYMPLE, D. J. Sales Forecasting Practices. Results from a United States Survey. **International Journal of Forecasting**, v.3, 1987, p.379-391.
- DEMANGÁS. Relatório final do Projeto. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.
- DUNN, S. Hydrogen Futures: Toward a Sustainable Energy System. Worldwatch Paper 157, Agosto de 2001
- EDMUNDS, H. The Focus Group Research Handbook. American Marketing Association and NTC Business Books, USA, 1999
- EIA – Energy Information Administration. *Canada Country Analysis Brief*, Washington, DC, outubro de 2000.
- ENERGY & POWER MAP OF LATIN AMERICA. Petroleum Economist Ltd. London, 2001
- Entidade nacional reguladora do gás – ENARGAS, (<http://www.enargas.gov.ar/>)
- EZZY, D. Are Qualitative Methods Misunderstood? *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, agosto de 2001
- FINANCIAL TIMES INTERNATIONAL GAS REPORT. Portugal Looks to Growing LNG, Vol 393, março de 2000.
- GALLI, R. The Relationship Between Energy Intensity and Income Levels: Forecasting Long Term Energy Demand in Asian Emerging Countries. *The Energy Journal*, 1998
- GÁS BRASIL – *guia de produtos e serviços*. Indústria de Gás no Brasil. São Paulo, maio de 2001.
- GÁSENERGIA. [www.gasenergia.com.br](http://www.gasenergia.com.br) 10/01/2002
- GAS MARKETS WEEK. Gas Natural Plans New Pipeline Expansion, Vol 34, Janeiro de 2000.
- GASPETRO. [www.gaspetro.com.br](http://www.gaspetro.com.br) 11/03/2002
- GOODWIN, P. Integration Management Judgement and Statisitcal Methods to Improve Short-term Forecasts. **Omega. The International Journal of Management Science**, v.30, 2002, p.127-135.
- GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. [www.estado.rs.gov.br](http://www.estado.rs.gov.br) 13/03/2002

- GREENBAUM, T.L. *Moderating Focus Groups*. Sage Publications Inc. USA, 2000
- GROENENDAAL, W.J.H. *The Economic Appraisal of Natural Gas Projects*. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- GULDMANN, J.M. & WANG, F. Optimizing the Natural Gas Supply Mix of Local Distribution Utilities. *European Journal of Operational Research*, Vol. 112, 1999.
- HALL, J. Moderators Must Motivate Focus Group. *Marketing News*, setembro de 2000
- HARVEY, N. Improving Judgment in Forecasting. In: ARMSTRONG, J. S. **Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners**. Kluwer Academic Publishers. 2001.
- HELLEBUSCH, S. Don't Read Research by the Numbers. *Marketing News*, setembro de 2000
- HINES, T. An Evaluation of two Qualitative Methods (Focus Group Interviews and Cognitive Maps) for Conducting Research into Entrepreneurial Decision Making. *Qualitative Market Research*, 2000
- HOLLANDA, J. B. O Gás Natural e a Eficiência Energética. *Gás Brasil – guia de produtos e serviços*. São Paulo, maio de 2001.
- HYDE, K.F. Recognising Deductive Process in Qualitative Research. *Qualitative Market Research*, 2000
- IEA – International Energy Agency. *World Energy Model Description*. [www.iea.org](http://www.iea.org) 15/10/2001
- IEO – International Energy Outlook 2001. [www.eia.doe.gov](http://www.eia.doe.gov) 10/12/2001
- International Association for Natural Gas Vehicles (1998) - IANGV - *Natural gás report*
- JACOBSEN, H. K. Technological Progress and Long-term Energy Demand – a Survey of Recent Approaches and a Danish Case. *Energy Police*, Vol 29, 2001
- JAN, S., MOONEY, G., RYAN, M., BRUGGEMANN, K. & ALEXANDER, K. The Use of Conjoint Analysis to Elicit Community Preferences in Public Health Research: A Case Study of Hospital Services in South Australia. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, fevereiro de 2000
- KOTLER, P. **Administração de Marketing. Análise, Planejamento, Implementação e Controle**. Editora Atlas, 5<sup>a</sup> Ed. São Paulo, 1998.
- LETELIER, M.F.F, SPINOSA, C. & CALDER, B.J. Taking an Expanded View of Customers' Needs: Qualitative Research for Aiding Innovation. *Marketing Research*, inverno de 2000

- LNG EXPRESS. South Asia Holds Key to Greenfield LNG Projects, Gas Market Expansions., Vol 9, Nro. 12, dezembro de 1999.
- LONSHTEYN, A. Forecasting new gas users. Public Utilities Fortnightly, fevereiro de 1995.
- MELLARS, J. South America: A Flair for Gas. *Petroleum Economist*, maio de 2000
- MME – Ministério de Minas e Energia. Balanço Energético Nacional 2000. Brasília, 2000.
- MME – Ministério de Minas e Energia. Decreto 3371, 24 de fevereiro de 2000.
- MORONEY, J.R. & BERG, M.D. An Integrated Model of Oil Production. *The Energy Journal*, 1999
- MORRIS, P. Combining Expert Judgement: an Bayesian Approach. **Management Science**, v.23, n.7, March, 1977, p. 649-693.
- MP 2147 – Medida Provisória 2147, Diário Oficial da União, 15 de maio de 2001.
- NATURAL GAS WEEK. Big Gas Find Puts Spotlight on Trinidad as Major Player, outubro de 2000.
- OIL & GAS JOURNAL. Worldwide Look at Reserves and Production., Vol. 98, Nro. 51, dezembro de 2000.
- OLIVEIRA, M. & FREITAS, H. M. R. Focus Group: Pesquisa Qualitativa: Resgatando a Teoria, Instrumentalizando o seu Planejamento. Revista de Administração, São Paulo, v.33,n.3, 1998
- PANIGRAHI, P. & GRUNAUER, X.M. Outlook Bright for Fueling Growth of Natural Gas in the Southern Cone. *Oil & Gas Journal*, agosto de 1999.
- PASSOS, M.F.S.A., SILVEIRA, R. & CECCHI, J.C. O Equilíbrio de Oferta e Demanda de Gás Natural no Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Energia*, Vol. 4, 1995
- PAYNE, F.W. Cogeneration Management Reference Guide. The Fairmont Press, USA, 1997
- PAYNE, F. W. User's Guide to Natural Gas Technologies. The Fairmont Press, USA, 1999
- PELLEGRINI, F.R. Uma metodologia para implementação de sistemas de previsão de demanda. Dissertação de mestrado, PPGEP/UFRGS, Porto Alegre, 2000
- PETROBRAS. [www.petrobras.com.br](http://www.petrobras.com.br) 11/03/2002
- PIERROBON, E. Gás Natural Veicular: Mercado em Expansão. *Gás Brasil – guia de produtos e serviços*. São Paulo, maio de 2001.
- PRATES, J.P. Brazil's Three Natural Gas Systems: Sources, Markets, Regulations, and Business Perspectives. *Oil & Gas Journal*, agosto de 1999.
- PRATES, J.P. Brazil's Energy Crisis Complicates Progress in Gas, Power Markets, but Outlook Brightening. *Oil & Gas Journal*, outubro de 2001.

- PRATES, J.P.; HESTER, A. & FRICKMANN, A. Brazil's Petroleum Sector Evolves: Brazil's Petroleum Prospects Bright After Successful Demonopolization Beginning. *Oil & Gas Journal*, setembro de 2000.
- REMUS, W., O'CONNOR, M. & GRIGGS, K. Does reliable information improve the accuracy of judgmental forecasts? **International Journal of Forecasting**, v.11, 1995, p.285-293.
- RIBEIRO, J.L.D. & NODARI, C.T. *Tratamento de Dados Qualitativos: Técnicas e Aplicações*. FEENG, Porto Alegre, 2000.
- ROESCH, S. M. A. A dissertação de mestrado em administração: Proposta de uma tipologia. Programa de Pós-graduação em Administração (Série Documentos para Estudo 14/94), UFRGS, Porto Alegre, 1994
- ROWE, G. & WRIGHT, G. Expert Opinions in Forecasting: the Role of the Delphi Technique. In: ARMSTRONG, J. S. **Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners**. Kluwer Academic Publishers. 2001.
- RUPPENTHAL, C. S., RIBEIRO, J. L .D. *Grupos focalizados e a engenharia de produção*. Capítulo de livro a ser publicado. PPGEP/UFRGS.2001
- RUSSIAN OIL AND GAS REPORT. Russia and Ukraine Sign Natural Gas Agreement, dezembro de 2000.
- SIMON, J.S. How to Conduct Focus Groups. *Nonprofit World*, setembro/outubro de 1999
- Sistema Statistico Nazionale (2002) - *Annuári Statistico Italiano*
- SKINNER, D., TAGG, C. & HOLLOWAY, J. Managers and Research: The pros and cons of Qualitative Approaches. *Management Learning*, junho de 2000
- SOFTWARE DEMANGAS AUTO – RS. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFRGS. Porto Alegre, 2003.
- SOFTWARE DEMANGAS – RS. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFRGS. Porto Alegre, 2003.
- STEWART, T. R. Improving Reliability of Judgmental of Forecasts. In: ARMSTRONG, J. S. **Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners**. Kluwer Academic Publishers. 2001.
- STORM, P. K. & McRAE, J. Gás Natural: Transição para o Desenvolvimento Sustentado de Energia. *Gás Brasil – guia de produtos e serviços*. São Paulo, maio de 2001.
- STUDEBAKER, J.M. *Slashing Utility Costs Handbook*. 2a. edição, The Fairmont Press, USA, 1998

- SULGÁS – Companhia de Gás do Estado. [www.sulgas.rs.gov.br](http://www.sulgas.rs.gov.br) 13/03/2002
- The Japan Gas Association, (<http://www.gas.or.jp/indexe.html>);
- Transport Statistics Vehicle Information Data base – DVLA (2002). Annual Vehicle Census
- TSE, A.C.B. Conducting Electronic Focus Group Discussions Among Chinese Respondents. *Journal of the Market Research Society*, outubro de 1999
- WINKLHOFER, H. DIAMANTOPOULOS, A. & WITT, S. F. Forecasting practice: a review of the empirical literature and an agenda for future research. **International Journal of Forecasting**, v.12, 1996, p. 193-221.
- WOLCOTT, H. Transforming Qualitative Data. Sage Publications Inc, USA, 1994
- WORLD GAS INTELLIGENCE. What's New Around The World, agosto de 2000a.
- WORLD GAS INTELLIGENCE. BG Signs Joint LNG Venture in Iran., setembro de 2000b.
- WRIGHT, G. LAWRENCE, M. J. & COLLOPY, F. The Role and Validity of Judgement in Forecasting. **International Journal of Forecasting**, 12, 1996, p.1-8.
- ZIMMERMAN, A.S. & SZENBERG, M. Implementing International Qualitative Research: Techniques and Obstacles. *Qualitative Market Research*, 2000
- ZONIS, J. Mercado de Gás Natural: Franca Expansão em 2001, Excelentes Perspectivas para os Próximos Anos. [www.gasenergia.com.br](http://www.gasenergia.com.br) 13/03/2002

## ANEXO 1: Tabela de fatores de conversão

1 btu	= 1,055056 x 10 <sup>3</sup> J
1 btu	= 2,519958 x 10 <sup>2</sup> cal
1 btu	= 2,930711 x 10 <sup>-4</sup> kW.h
1 cal	= 4,186800 x 10 <sup>0</sup> J
1 cal	= 1,163000 x 10 <sup>-6</sup> kW.h
1 cal	= 3,968320 x 10 <sup>-3</sup> btu
1 joule	= 2,388459 x 10 <sup>-4</sup> kcal
1 joule	= 9,478170 x 10 <sup>-4</sup> btu
1 joule	= 2,7778 x 10 <sup>-7</sup> kW.h
1 metro cúbico	= 3,531467 x 10 <sup>1</sup> ft <sup>3</sup>
1 pé cúbico	= 2,831685 x 10 <sup>-2</sup> m <sup>3</sup>
1 quilocaloria	= 3,968320 x 10 <sup>0</sup> btu
1 quilocaloria	= 4,186800 x 10 <sup>3</sup> J
1 quilocaloria	= 1,163000 x 10 <sup>3</sup> kW.h
1 quilowatt.h	= 3,412141 x 10 <sup>3</sup> btu
1 quilowatt.h	= 8,598452 x 10 <sup>2</sup> kcal
1 quilowatt.h	= 3,599971 x 10 <sup>3</sup> J
1 tep	= 1160 m <sup>3</sup> de GN
1 tep	= 4,522 x 10 <sup>10</sup> J
1 tep	= 4,286 x 10 <sup>6</sup> btu
1 tep	= 1,08 x 10 <sup>6</sup> kcal
1 tep	= 1,256 x 10 <sup>3</sup> kW.h

**ANEXO 2:** Dados de consumo de GN x Energia total (x 10<sup>6</sup> tep)

ANO	ALEMANHA		
	GÁS	ENERGIA	%
1965	2,6	256,4	1,0%
1966	3,1	256,6	1,2%
1967	4,1	255,6	1,6%
1968	6,7	272,7	2,5%
1969	9,5	294,1	3,2%
1970	13,5	309,7	4,4%
1971	17,8	311,3	5,7%
1972	23,1	321	7,2%
1973	29,8	339,8	8,8%
1974	37,3	331,5	11,3%
1975	39,3	319,9	12,3%
1976	41,6	340,2	12,2%
1977	44,2	341,2	13,0%
1978	47,4	352,2	13,5%
1979	52,4	371,3	14,1%
1980	51,7	355,7	14,5%
1981	49,4	343,8	14,4%
1982	45,8	333,6	13,7%
1983	47,6	334,1	14,2%
1984	49,8	347,8	14,3%
1985	49,2	358,9	13,7%
1986	49	359,9	13,6%
1987	53,2	361,1	14,7%
1988	52,3	362,4	14,4%
1989	53,6	354,7	15,1%
1990	53,9	349,8	15,4%
1991	56,6	340,6	16,6%
1992	56,7	336,2	16,9%
1993	59,8	333,6	17,9%
1994	61,1	331,1	18,5%
1995	67	333,1	20,1%
1996	75,2	344	21,9%
1997	71,3	337,8	21,1%
1998	71,7	334,5	21,4%
1999	72,1	328,5	21,9%
2000	71,5	330,5	21,6%
2001	74,6	335,2	22,3%

Fonte: BP, 2002

**ANEXO 3: Dados de consumo de GN x Energia total (x 10<sup>6</sup> tep)**

ANO	AUSTRÁLIA		
	GÁS	ENERGIA	%
1965	^	35	0,0%
1966	^	37	0,0%
1967	^	40	0,0%
1968	0	43	0,0%
1969	0,2	45,3	0,4%
1970	1,4	48	2,9%
1971	2,1	50,6	4,2%
1972	3	51,9	5,8%
1973	3,6	55,8	6,5%
1974	4,1	59	6,9%
1975	4,4	61	7,2%
1976	5,3	62	8,5%
1977	6	65,8	9,1%
1978	6,5	67,7	9,6%
1979	7,8	71,5	10,9%
1980	8,9	71,4	12,5%
1981	10,6	73,7	14,4%
1982	10,9	74,3	14,7%
1983	11,2	73	15,3%
1984	11,7	76,1	15,4%
1985	12,4	78,4	15,8%
1986	13,8	83,5	16,5%
1987	14	87,3	16,0%
1988	14,3	83,3	17,2%
1989	15,7	88,5	17,7%
1990	16,5	91,2	18,1%
1991	15,3	87,2	17,5%
1992	15,2	88,5	17,2%
1993	15,7	88,6	17,7%
1994	17,5	93,9	18,6%
1995	17,6	97,5	18,1%
1996	17,9	101,3	17,7%
1997	17,6	103,6	17,0%
1998	18,3	105	17,4%
1999	17,8	105,4	16,9%
2000	19,1	108,1	17,7%
2001	20,3	109,9	18,5%

Fonte: BP, 2002

**ANEXO 4:** Dados de consumo de GN x Energia total (x 10<sup>6</sup> tep)

ANO	BÉLGICA E LUXEMBURGO		
	GÁS	ENERGIA	%
1965	0,1	36,6	0,3%
1966	0,1	35,5	0,3%
1967	0,5	37,5	1,3%
1968	1,3	41,2	3,2%
1969	2,6	45,4	5,7%
1970	4,2	48,8	8,6%
1971	5,8	48,2	12,0%
1972	6,7	51,2	13,1%
1973	8,2	51,1	16,0%
1974	9,8	50,2	19,5%
1975	9,6	46,7	20,6%
1976	10,3	50,1	20,6%
1977	10,1	50,4	20,0%
1978	9,9	51,6	19,2%
1979	10,3	51,3	20,1%
1980	10,3	50,8	20,3%
1981	9,5	48,4	19,6%
1982	7,8	46,1	16,9%
1983	8,2	44,5	18,4%
1984	8,5	46,5	18,3%
1985	8,4	48,4	17,4%
1986	7,6	49,7	15,3%
1987	8,5	51,4	16,5%
1988	8,4	52,3	16,1%
1989	9,4	53,3	17,6%
1990	9,5	54,7	17,4%
1991	9	56,3	16,0%
1992	9	56,6	15,9%
1993	9,9	54,8	18,1%
1994	9,7	54,7	17,7%
1995	10,6	56,7	18,7%
1996	11,8	59,1	20,0%
1997	11,3	60,3	18,7%
1998	12,4	63	19,7%
1999	13,3	64,1	20,7%
2000	13,4	66,4	20,2%
2001	13,2	63,9	20,7%

Fonte: BP, 2002

**ANEXO 5:** Dados de consumo de GN x Energia total (x 10<sup>6</sup> tep)

ANO	CHINA		
	GÁS	ENERGIA	%
1965	0,8	182,4	0,4%
1966	0,9	200,6	0,4%
1967	0,9	145,2	0,6%
1968	1,1	187,8	0,6%
1969	1,9	204,8	0,9%
1970	3,3	233,4	1,4%
1971	4,3	262,3	1,6%
1972	4,9	273,4	1,8%
1973	6,4	296,6	2,2%
1974	7,7	318,7	2,4%
1975	8,7	337,7	2,6%
1976	9,8	361	2,7%
1977	10,9	380	2,9%
1978	11,7	409	2,9%
1979	12,4	441,9	2,8%
1980	11,7	426,9	2,7%
1981	10,4	419,9	2,5%
1982	9,5	441,3	2,2%
1983	10,7	471,6	2,3%
1984	10,8	511,2	2,1%
1985	11,5	559,2	2,1%
1986	12,1	579,3	2,1%
1987	12,8	600,9	2,1%
1988	12,7	632,5	2,0%
1989	12,9	674,7	1,9%
1990	13,2	685,8	1,9%
1991	13,4	694,5	1,9%
1992	13,6	722,2	1,9%
1993	14,6	758,4	1,9%
1994	14,9	811,8	1,8%
1995	15,9	857,4	1,9%
1996	15,9	912,7	1,7%
1997	17,4	898	1,9%
1998	17,4	872,8	2,0%
1999	19,3	786,6	2,5%
2000	22,1	804,7	2,7%
2001	24,9	839,7	3,0%

Fonte: BP, 2002

**ANEXO 6:** Dados de consumo de GN x Energia total (x 10<sup>6</sup> tep)

ANO	CORÉIA DO SUL		
	GÁS	ENERGIA	%
1965	0	6,4	0,0%
1966	0	7,8	0,0%
1967	0	8,9	0,0%
1968	0	10,2	0,0%
1969	0	12,3	0,0%
1970	0	14,3	0,0%
1971	0	15,4	0,0%
1972	0	16	0,0%
1973	0	19,8	0,0%
1974	0	20,6	0,0%
1975	0	22,6	0,0%
1976	0	25,3	0,0%
1977	0	29,1	0,0%
1978	0	32,5	0,0%
1979	0	37,4	0,0%
1980	0	38,6	0,0%
1981	0	40,4	0,0%
1982	0	40,4	0,0%
1983	0	43,8	0,0%
1984	0	47,8	0,0%
1985	0	52,7	0,0%
1986	0,1	59,1	0,2%
1987	2,1	65,6	3,2%
1988	2,7	73,4	3,7%
1989	2,6	79,8	3,3%
1990	3	90,3	3,3%
1991	3,5	101,8	3,4%
1992	4,6	114,4	4,0%
1993	5,7	125,4	4,5%
1994	7,6	135,5	5,6%
1995	9,2	148,6	6,2%
1996	12,2	163,8	7,4%
1997	14,8	179,6	8,2%
1998	13,8	165,5	8,3%
1999	16,8	180,5	9,3%
2000	18,9	191,1	9,9%
2001	20,8	195,9	10,6%

Fonte: BP, 2002

**ANEXO 7:** Dados de consumo de GN x Energia total (x 10<sup>6</sup> tep)

ANO	ESPANHA		
	GÁS	ENERGIA	%
1965	0	26,9	0,0%
1966	0	30,7	0,0%
1967	0	33,1	0,0%
1968	0	35,4	0,0%
1969	0,1	40	0,3%
1970	0,1	43,2	0,2%
1971	0,4	47,9	0,8%
1972	1	51,4	1,9%
1973	1	56,7	1,8%
1974	1,3	59,9	2,2%
1975	1,3	60,8	2,1%
1976	1,5	66,5	2,3%
1977	1,4	68,3	2,0%
1978	1,5	69,5	2,2%
1979	1,4	73,8	1,9%
1980	1,8	76,3	2,4%
1981	2,1	76,8	2,7%
1982	2,3	76,2	3,0%
1983	2,5	78,3	3,2%
1984	2	78,8	2,5%
1985	2,1	78	2,7%
1986	2,5	78,8	3,2%
1987	2,7	81,6	3,3%
1988	3,5	84,4	4,1%
1989	4,5	90,2	5,0%
1990	5	91	5,5%
1991	5,5	92,7	5,9%
1992	5,9	95,1	6,2%
1993	5,8	93,9	6,2%
1994	6,5	96,9	6,7%
1995	7,5	100,5	7,5%
1996	8,4	104,8	8,0%
1997	11,1	111,7	9,9%
1998	11,8	118,1	10,0%
1999	13,5	122,7	11,0%
2000	15,2	129,2	11,8%
2001	16,4	134,6	12,2%

Fonte: BP, 2002

**ANEXO 8:** Dados de consumo de GN x Energia total (x 10<sup>6</sup> tep)

ANO	ÍNDIA		
	GÁS	ENERGIA	%
1965	0,2	52,9	0,4%
1966	0,2	54,5	0,4%
1967	0,3	56,2	0,5%
1968	0,3	60,1	0,5%
1969	0,4	66,6	0,6%
1970	0,5	64,9	0,8%
1971	0,5	67,1	0,7%
1972	0,5	70,7	0,7%
1973	0,5	72	0,7%
1974	0,7	76,5	0,9%
1975	0,8	82,1	1,0%
1976	1	86	1,2%
1977	1	90,9	1,1%
1978	1,2	94,3	1,3%
1979	1,2	99,3	1,2%
1980	1,1	102,9	1,1%
1981	1,6	112,5	1,4%
1982	2,1	113,8	1,8%
1983	2,4	120,3	2,0%
1984	2,9	126,4	2,3%
1985	3,5	136,9	2,6%
1986	5,5	146,9	3,7%
1987	5,7	154,8	3,7%
1988	6,6	166,9	4,0%
1989	9,6	184,5	5,2%
1990	11,2	193,4	5,8%
1991	12,7	205,8	6,2%
1992	14,3	216,9	6,6%
1993	14,7	222,8	6,6%
1994	15,7	236,2	6,6%
1995	17,7	252,4	7,0%
1996	18,5	269,8	6,9%
1997	19,1	280,8	6,8%
1998	21,8	290	7,5%
1999	22,3	297,1	7,5%
2000	23,4	313,3	7,5%
2001	23,7	314,7	7,5%

Fonte: BP, 2002

**ANEXO 9:** Dados de consumo de GN x Energia total (x 10<sup>6</sup> tep)

ANO	REINO UNIDO		
	GÁS	ENERGIA	%
1965	0,7	196,8	0,4%
1966	0,7	197,5	0,4%
1967	1,2	197,3	0,6%
1968	2,7	204,5	1,3%
1969	5,3	212,1	2,5%
1970	10,2	216,9	4,7%
1971	16,4	213	7,7%
1972	23,3	216	10,8%
1973	25,2	226,5	11,1%
1974	30,1	215,1	14,0%
1975	31,6	203,1	15,6%
1976	33,5	206,9	16,2%
1977	35,6	210,8	16,9%
1978	36,9	211,7	17,4%
1979	40,4	221,3	18,3%
1980	40,3	201,7	20,0%
1981	40,9	196	20,9%
1982	40,6	193,4	21,0%
1983	42,4	194,1	21,8%
1984	43,4	193,8	22,4%
1985	46,6	202,3	23,0%
1986	47,4	207,6	22,8%
1987	48,7	207,3	23,5%
1988	46,4	209,8	22,1%
1989	45,3	209,8	21,6%
1990	47,2	211,5	22,3%
1991	51	215,9	23,6%
1992	50,7	214,5	23,6%
1993	57,8	216,6	26,7%
1994	59,5	213,6	27,9%
1995	63,5	214,4	29,6%
1996	73,9	224,8	32,9%
1997	75,4	219,8	34,3%
1998	78,5	223,1	35,2%
1999	83,2	221,9	37,5%
2000	86,4	222,2	38,9%
2001	85,9	224	38,3%

Fonte: BP, 2002

**ANEXO 10:** Dados de consumo de GN x Energia total (x 10<sup>6</sup> tep)

ANO	TAILÂNDIA		
	GÁS	ENERGIA	%
1965	0	2,6	0,0%
1966	0	3,1	0,0%
1967	0	3,5	0,0%
1968	0	4,5	0,0%
1969	0	4,7	0,0%
1970	0	5,7	0,0%
1971	0	6,3	0,0%
1972	0	7,7	0,0%
1973	0	8,2	0,0%
1974	0	8,5	0,0%
1975	0	9,1	0,0%
1976	0	9,6	0,0%
1977	0	10,6	0,0%
1978	0	11,6	0,0%
1979	0	12,2	0,0%
1980	0	12,3	0,0%
1981	0,2	12,4	1,6%
1982	1,2	12,6	9,5%
1983	1,4	13,8	10,1%
1984	2,1	15,5	13,5%
1985	2,8	16,2	17,3%
1986	2,6	16,8	15,5%
1987	3,9	19,7	19,8%
1988	4,7	22,3	21,1%
1989	4,9	25,9	18,9%
1990	4,9	29,5	16,6%
1991	6,3	33,2	19,0%
1992	6,8	36,1	18,8%
1993	7,6	40,6	18,7%
1994	8,6	45,5	18,9%
1995	9	52,4	17,2%
1996	10,7	58,4	18,3%
1997	13,1	61,2	21,4%
1998	14,3	58,2	24,6%
1999	15,6	59,7	26,1%
2000	18,4	62,4	29,5%
2001	19	63	30,2%

Fonte: BP, 2002

**ANEXO 11:** Dados de consumo de GN x Energia total (x 10<sup>6</sup> tep)

ANO	TURKIA		
	GÁS	ENERGIA	%
1965	0	9,2	0,0%
1966	0	9,2	0,0%
1967	0	9,8	0,0%
1968	0	11	0,0%
1969	0	12	0,0%
1970	0	12,6	0,0%
1971	0	13,9	0,0%
1972	0	15,3	0,0%
1973	0	17,6	0,0%
1974	0	18,1	0,0%
1975	0	19,6	0,0%
1976	0	22,6	0,0%
1977	0	24,1	0,0%
1978	0	22,8	0,0%
1979	0	23,5	0,0%
1980	0	24,9	0,0%
1981	0	25,7	0,0%
1982	^	27,7	0,0%
1983	^	27,4	0,0%
1984	^	29,8	0,0%
1985	^	30,1	0,0%
1986	0,4	35,6	1,1%
1987	0,6	41,7	1,4%
1988	1	46,2	2,2%
1989	2,7	45,8	5,9%
1990	3	47,2	6,4%
1991	4	48	8,3%
1992	4,1	52,5	7,8%
1993	4,5	57,8	7,8%
1994	5,9	56,2	10,5%
1995	6,2	60,1	10,3%
1996	8,1	67,7	12,0%
1997	8,5	69,6	12,2%
1998	8,9	70,6	12,6%
1999	10,8	68,9	15,7%
2000	12,7	73,7	17,2%
2001	14	70,2	19,9%

Fonte: BP, 2002

**APÊNDICE 1: Questionário fechado aplicado na pesquisa quantitativa**

Prezado Senhor(a),

A UFRGS está realizando um estudo relativo ao uso do gás natural no Rio Grande do Sul. O estudo é motivado pela entrada deste combustível em algumas regiões do estado.

Para iniciar esse trabalho, estamos promovendo uma consulta junto aos representantes dos diversos setores produtivos, com o propósito de definir a importância dos atributos associados ao produto gás natural, à sua rede de fornecimento e aos equipamentos utilizados na sua aplicação.

Para obter essas informações, elaboramos um questionário e gostaríamos de contar com a sua colaboração para o preenchimento. Solicitamos preencher os campos de identificação após o término do questionário. Remeta o questionário preenchido para o seguinte e-mail: [questgn@ppgep.ufrgs.br](mailto:questgn@ppgep.ufrgs.br)  
Agradecemos a sua colaboração.

**PARTE I:**

1 ) Qual o percentual das despesas gerais do seu negócio que está relacionado a gastos com energia?

Aproximadamente \_\_\_\_\_%

2 ) Quais os processos/atividades de sua empresa responsáveis pelo maior consumo de energia. Se possível, indique mais de um processo, assinalando 1 para aquele que consome maior energia, 2 para o segundo lugar e assim sucessivamente.

- |   |   |                                   |
|---|---|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Aciaria            | <input type="checkbox"/> Iluminação           | <input type="checkbox"/> Piscina  |
| <input type="checkbox"/> Bombas             | <input type="checkbox"/> Laminação            | <input type="checkbox"/> Retífica |
| <input type="checkbox"/> Caldeiras          | <input type="checkbox"/> Lavanderia           | <input type="checkbox"/> Secagem  |
| <input type="checkbox"/> Camera Refrigerada | <input type="checkbox"/> Máquinas Operatrizes | <input type="checkbox"/> Soldagem |
| <input type="checkbox"/> Climatização       | <input type="checkbox"/> Misturadores         | <input type="checkbox"/> Outro:   |
| <input type="checkbox"/> Compressores       | <input type="checkbox"/> Moinhos              |                                   |
| <input type="checkbox"/> Extrusoras         | <input type="checkbox"/> Motores              | <input type="checkbox"/> Outro:   |
| <input type="checkbox"/> Fornos             | <input type="checkbox"/> Pintura              |                                   |

3 ) Identifique os principais energéticos utilizados pelo seu negócio na lista abaixo, identificando o percentual utilizado e a sua possibilidade de conversão para o Gás Natural.

Tipo	% de utilização (aproximado)	Possibilidade de conversão para GN (%)									
		Pequena					Grande				
		0%	20	40	60	80	100				
Energia elétrica											
Gás GLP											
Óleo Diesel / BPF											
Lenha											
Carvão											
Outros											

4 ) Na sua opinião, qual o percentual de energia que poderia ser economizado na sua empresa sem comprometer o desempenho do negócio? \_\_\_\_\_%

**APÊNDICE 1:** Continuação**PARTE II:**

Indique a ordem de importância dos atributos relacionados nos grupos abaixo, numerando-os de 1 a 3, onde 1 denota a característica **mais** importante, 2 o segundo lugar e 3 o terceiro.

Atributos associados à <b>rede de distribuição</b>	Atributos associados ao <b>produto</b> gás natural	Atributos associados aos <b>equipamentos</b> que utilizam gás natural
<input type="checkbox"/> Pressão na rede <input type="checkbox"/> Tempo até o início do fornecimento efetivo do gás <input type="checkbox"/> Fornecimento sem cortes ou interrupções <input type="checkbox"/> Custo para instalação das tubulações <input type="checkbox"/> Extensão e alcance da rede de fornecimento <input type="checkbox"/> Condições contratuais justas	<input type="checkbox"/> Medição confiável do consumo de gás <input type="checkbox"/> Nível de poluição ambiental <input type="checkbox"/> Preço <input type="checkbox"/> Qualidade (propriedades e desempenho do gás) <input type="checkbox"/> Espaço para armazenamento <input type="checkbox"/> Fornecimento do gás por muitos anos (reservas do produto)	<input type="checkbox"/> Soluções técnicas adaptadas ao negócio do cliente <input type="checkbox"/> Treinamento e informações sobre o uso dos equipamentos <input type="checkbox"/> Facilidade de manutenção dos equipamentos <input type="checkbox"/> Custo de conversão dos equipamentos para gás natural <input type="checkbox"/> Segurança na utilização dos equipamentos <input type="checkbox"/> Condições de uso que atendam a legislação vigente

**PARTE III**

Dentre as alternativas abaixo, assinale aquela que mais se ajusta à sua preferência.	Dentre as alternativas abaixo, assinale aquela que mais se ajusta à sua preferência
<input type="checkbox"/> Fornecimento de gás com <b>confiabilidade superior</b> à energia elétrica, a um preço médio e com segurança média na utilização dos equipamentos. <input type="checkbox"/> Fornecimento de gás com confiabilidade similar à energia elétrica, a um <b>preço baixo</b> e com segurança média na utilização dos equipamentos. <input type="checkbox"/> Fornecimento de gás com confiabilidade similar à energia elétrica, a um preço médio, e com <b>alta segurança</b> na utilização dos equipamentos.	<input type="checkbox"/> Fornecimento de gás com confiabilidade superior à energia elétrica, a um preço baixo, e com <b>segurança média</b> na utilização dos equipamentos. <input type="checkbox"/> Fornecimento de gás com confiabilidade superior à energia elétrica, a um <b>preço médio</b> , e com alta segurança na utilização dos equipamentos. <input type="checkbox"/> Fornecimento de gás com <b>confiabilidade similar</b> à energia elétrica, a um preço baixo, e com alta segurança na utilização dos equipamentos.

**APÊNDICE 1:** Continuação

**PARTE IV**

Indique o seu grau de concordância em relação às afirmações abaixo:	Discordo totalmente					Discordo Plenamente			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
O tempo até o fornecimento efetivo de gás natural é demorado.									
As reservas de gás natural irão durar por muitos anos.									
O fornecimento de gás natural não está sujeito a interrupções.									
O gás natural é uma fonte de energia barata.									
O gás natural é um combustível de baixa qualidade.									
O gás natural não polui o meio ambiente.									
A tecnologia empregada nos equipamentos que utilizam gás natural é segura.									
O custo de conversão de equipamentos para gás natural é alto.									
As condições técnicas dos equipamentos a gás natural não atendem à legislação vigente.									
O custo operacional dos equipamentos a gás natural é baixo									

Empresa: \_\_\_\_\_ Setor Produtivo: \_\_\_\_\_.