

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA INTERDISCIPLINAR DE PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL
DA TESE DEFENDIDA POR Francisco de
Assis Sales Filho E APROVADA PELA
COMISSÃO JULGADORA EM 21 / 03 / 92.


ORIENTADOR

PERSPECTIVAS DE PENETRAÇÃO DO GÁS NATURAL
CANALIZADO NA REGIÃO METROPOLITANA DE
FORTALEZA - UMA ANÁLISE DE RISCO

17/92

Trabalho apresentado à Comissão de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Planejamento de Sistemas Energéticos.

CAMPINAS, SÃO PAULO - BRASIL
MARÇO DE 1992

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

SCPG-Planejamento de Sistemas Energéticos


Tese de: Mestrado

Título da Tese: "Gás Natural na Região Metropolitana de Fortaleza:
uma análise de risco"

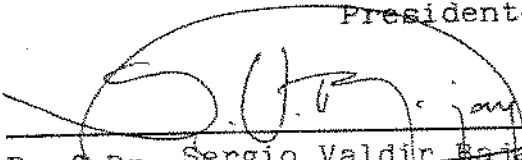
Autor: Francisco de Assis Sales Filho

Orientador: Prof.Dr. Gilberto De martino Jannuzzi

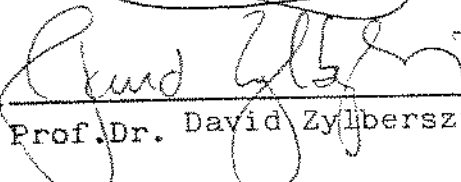
Aprovado por:



Prof.Dr. Gilberto De Martino, Jannuzzi
Presidente



Prof.Dr. Sergio Valdir Bajay



Prof.Dr. David Zylbersztajn

Prof.Dr.

Prof.Dr.

Campinas, 31 de março de 1992

Obs: Mestrado: 3 professores
Doutorado: 5 professores

A G R A D E C I M E N T O S

Ao concluir o presente trabalho, além dos agradecimentos ao orientador, o autor gostaria de expressar a sua gratidão especial ao amigo Bajay,

Clécio, Renato e Valdeci, Professores da Universidade Federal do Ceará, pelo apoio espontâneo ,

aos colegas da AIPSE, Valdemberg, Djalma, Jaques, Martinez, Bernardo e Arnaldo, pelo estímulo,

ao amigo Neiva,

a Marcia e Neuza, pela paciência,

a Claudia, por tudo.

A meus pais, Valmira e Assis.

A Claudia, Ana Paula e Assis Neto.

S U M Á R I O

O presente trabalho foi elaborado utilizando-se dados reais de mercado e de investimentos, necessários à aquisição e ampliação do sistema de distribuição de gás natural na Região Metropolitana de Fortaleza - RMF.

O levantamento das informações mercadológicas, técnicas e econômicas, foi uma premissa básica para delimitação do perfil do mercado de gás natural, além de embasar o estudo de pré-viabilidade técnica e econômica para aquisição e expansão do sistema de distribuição de gás natural canalizado na RMF.

A fase inicial do trabalho consiste em uma introdução onde foram catalogados alguns conceitos utilizados no setor, o levantamento histórico da utilização, composição e dados de reserva do gás natural.

A seguir, fez-se o levantamento sócio-econômico do Estado e RMF, análise do mercado de energéticos e os resultados da pesquisa efetuada. Os dados do mercado de gás natural quantificados em pesquisa de campo foram reavaliados visando a obtenção de informações específicas, de acordo com os condicionantes da rede existente, setores prioritários e outros.

Para avaliação financeira do empreendimento, utilizou-se de metodologia clássica destinada à análise de projeto, apropriando-se dos dados levantados anteriormente para o cálculo do valor atual, fator de recuperação de capital e análise de sensibilidade. Com o intuito de facilitar ao investidor uma melhor visualização, efetuou-se projeções de investimento e receita para identificar quais os segmentos mais e menos rentáveis.

Além da avaliação convencional foi efetuada uma análise de risco do empreendimento, visando incorporar nichos de mercado não rentáveis - interesse social, resguardando a saúde financeira da futura empresa de distribuição de gás natural. Para consecução da propositura elaborou-se um modelo de programação não-linear (quadrático) e um outro modelo de programação linear, possibilitando a construção de fronteiras de eficiência que correlacionam Risco com Expectativa de Renda, permitindo ao investidor tomar sua decisão ciente dos níveis de incerteza envolvidos, assegurando-se que o plano de investimento escolhido (desde que pertencente à fronteira de eficiência), terá retorno ótimo.

Concluindo, fez-se uma análise rápida dos impactos sócio-Econômicos e ambiental e, avaliou-se as consequências da entrada do gás natural no mercado energético, bem como, a rentabilidade e análise de risco do empreendimento.

A B S T R A C T

The present work has been elaborated using real data of market and investment which are necessary for implementation and extension of the distribution network for natural gas in the Metropolitan Region of Fortaleza - MRF.

The collection of information of the market, technical and economical environments provides, on one hand the basic conditions to establish the limitation of the market for natural gas, and on the other hand allows the study of technical and economical feasibility for the acquisition and expansion of pipe line grid for natural gas.

In the introduction of the present work the basic concepts used in the area, the historic use of natural gas, and the data of the reserve stock of natural gas are listed. In a second step are presented the social-economical data of MRF, an analysis of the energetic market and results of the conducted research.

The market data for natural gas quantified in a field research have been reviewed in order to compile specific information about the actual conditions of the existing distribution system, areas with priority and others.

In order to conduct a financial evaluation of the enterprise have been used classic methods of project analysis for the calculation of the actual value, factor of capital recuperation and sensibility analysis. With the intention to facilitate the entrepreneur, the survey have carried out some investment projections wich identify the more or less profitable areas.

Beside the conventional evaluation it, has been carried out a risk analysis of the enterprise incorporating market gaps which are not profitable but of social interest, having in mind the projection of the financial health of the future gas distribution company.

This proposition has been solved by elaborating a non-linear model (quadratic) and an other linear model, having the possibility to calculate the efficiency limits which correlate the risk with the expected income, thus allowing the entrepreneur to take decisions being aware of the uncertainties. The applied method insures (when respecting the efficiency limits) that the investment plan always has an optimum pay back.

Finally, it has been carried out a short analysis of the social-economic and environmental impacts, and an evaluation of the consequences of having natural gas introduced in the energetic market. Furthermore, it has been analysed the rentability and the risk of the enterprise.

Í N D I C E

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO.....	1
1. Gás Natural.....	2
1.1 Definições e Conceitos.....	2
1.1.1 Reserva.....	3
1.2 Histórico.....	6
1.2.1 Mundo.....	6
1.2.2 Brasil.....	7
1.2.3 Ceará.....	8
1.3 Origem.....	9
1.4 Composição Típica.....	11
1.4.1 Propriedades Físicas.....	14
1.5 Reservas.....	15
1.5.1 Reservas Mundiais.....	15
1.5.2 Reservas Brasileiras.....	18
1.5.3 Reservas Cearenses.....	20
BIBLIOGRAFIA.....	23
CAPÍTULO II - MERCADO.....	25
2.1 Caracterização Sócio-Econômica da Região Metropolitana de Fortaleza.....	26
2.1.1 Demografia e Distribuição Espacial da População.....	27
2.1.2 Indicadores Econômicos e Energéticos.....	28
2.2 Mercado de Energéticos.....	30
2.2.1 Produção, Importação e Exportação de Energia.....	32
2.2.2 Evolução do Consumo.....	33
2.3 Avaliação do Mercado de Gás Natural na Região Metropolitana de Fortaleza.....	35
2.3.1 Pesquisa de Mercado.....	36
2.3.2 Mercado de Gás Natural Canalizado Atendido.....	37
2.3.3 Mercado Potencial de Gás Natural.....	38
2.3.4 Delimitação do Mercado a Ser Atendido.....	50
BIBLIOGRAFIA.....	57

CAPÍTULO III - ANÁLISE FINANCEIRA DO EMPREENDIMENTO.....58

3.	Descrição do Sistema Existente.....	59
3.0.1	Industrial.....	63
3.0.2	Transporte.....	65
3.0.3	Cogeração.....	66
3.0.4	Residência.....	67
3.0.5	Comércio-Serviços.....	68
3.1	Investimentos Efetuados.....	69
3.2	Metodologia Utilizada.....	71
3.3	Avaliação Financeira dos Investimentos.....	75
3.4	Determinação do Ponto de Equilíbrio.....	80
3.5	Análise de Sensibilidade.....	83
3.6	Avaliação Financeira.....	87
	BIBLIOGRAFIA.....	90

CAPÍTULO IV - ANÁLISE DE RISCO.....91

4.	Considerações Teóricas Sobre o Modelo.....	94
4.1	Modelos Matemáticos.....	104
4.1.1	Modelo Principal - Programação Quadrática.....	104
4.1.2	Modelo Auxiliar - Programação Linear.....	110
4.2	Matriz de Variância - Covariância.....	112
4.3	Restrições Impostas ao Modelo.....	113
4.3.1	Capacidade de Investimento.....	114
4.3.2	Mercado.....	114
4.3.3	Outras Restrições.....	115
4.4	Aplicação dos Modelos.....	117
4.4.1	Modelo sem Restrições.....	121
4.5	Análise dos Planos Eficientes.....	127
4.6	Determinação do Plano Ótimo.....	128
	BIBLIOGRAFIA.....	130

CAPÍTULO V - CONCLUSÃO.....	132
5. Impacto Sócio-Econômico.....	133
5.1 Impacto Ambiental.....	134
5.2 Mercado.....	136
5.3 Rentabilidade do Investimento.....	137
5.4 Avaliação do Risco.....	139

L I S T A D E T A B E L A S

TABELA I	-Composição Média do Gás Natural Brasileiro.....	11
TABELA II	-Composição Média do GN-Plataforma Continental do Ceará..	12
TABELA III	-Alguns Componentes dos Hidrocarbonetos.....	13
TABELA IV	-Propriedades Físicas dos Componentes do Gás.....	14
TABELA V	-Distribuição das Reservas Provadas de GN no Mundo.....	17
TABELA VI	-Reservas de Gás Natural no Brasil por Região Produtora..	18
TABELA VII	-Reservas de Gás Natural no Ceará e Rio Grande do Norte..	22
TABELA VIII	-Oferta Interna de Energia no CE versus PIB e População..	29
TABELA IX	-Evolução Indicadores Sócio-Econômicos - Ceará/Brasil...	30
TABELA X	-Participação da RMF e Município de Fortaleza no Mercado Estadual de Energia Elétrica.....	31
TABELA XI	-Evolução da Produção, Exportação e Importação Energia..	33
TABELA XII	-Evolução do Consumo por Fonte.....	34
TABELA XIII	-Mercado Atualmente Atendido pelo Sistema de Distribuição Existente na RMF.....	37
TABELA XIV	-Consumo de Eletricidade Segundo Uso Final nas Empresas Industriais Pesquisadas na RMF.....	39
TABELA XV	-Mercado Potencial no Segmento Industrial da RMF.....	41
TABELA XVI	-Distribuição da Renda Familiar Mensal na Cidade de Fortaleza.....	42
TABELA XVII	-Consumo de GLP por Classe de Renda.....	43
TABELA XVIII	-Consumo Domiciliar de Eletricidade por Classe de Renda..	44
TABELA XIX	-Mercado Potencial Domiciliar de Gás Natural na RMF.....	45
TABELA XX	-Consumo Final de Eletricidade na Geração de calor, Comércio-Serviços.....	46
TABELA XXI	-Mercado Potencial no Segmento Comércio-Serviços.....	47
TABELA XXII	-Mercado Potencial de Consumo da Frota de transporte na RMF.....	49
TABELA XXIII	-Mercado Potencial de Cogeração na RMF.....	49
TABELA XXIV	-Resumo do Mercado Potencial de Gás Natural na RMF.....	50
TABELA XXV	-Prioridade de Atendimento do Mercado Efetivo na Indústria.....	51

TABELA XXVI	-Mercado Residencial, Efetivo de Gás em micro-Região da RMF.....	53
TABELA XXVII	-Mercado Efetivo de Gás - Comércio-Serviços, Área Beira Mar.....	53
TABELA XXVIII	-Mercado Efetivo da Frota de Transporte na RMF.....	54
TABELA XXIX	-Mercado Efetivo de Cogeração na RMF.....	55
TABELA XXX	-Mercado Efetivo de Gás Natural na RMF.....	56
TABELA XXXI	-Variação do Mercado de Energia Elétrica no Ceará.....	61
TABELA XXXII	-Estimativa das Taxas de Crescimento Histórico do Consumo de Gás na RMF.....	62
TABELA XXXIII	-Projeção da Demanda de Gás Natural na RMF.....	63
TABELA XXXIV	-Tarifas de Gás Natural Praticada em São Paulo pela PETROBRÁS - COMGÁS.....	72
TABELA XXXV	-Custos de Operação e Manutenção Previstos para o Sistema de Distribuição de Gás Natural na RMF.....	73
TABELA XXXVI	-Projeção do Mercado Industrial, Valor Atual e Retorno..	77
TABELA XXXVII	-Projeção do Mercado Cogeração, Valor Atual e Retorno...	77
TABELA XXXVIII	-Projeção do Mercado Transporte, Valor Atual e Retorno.	78
TABELA XXXIX	-Projeção do Mercado Residencial, Valor Atual e Retorno.	78
TABELA XL	-Projeção do Mercado Comércio - Serviços, Valor Atual e Retorno.....	79
TABELA XLI	-Projeção do Mercado Global, Valor Atual e Retorno.....	79
TABELA XLII	-Matriz de Variância-Covariância da Rentabilidade dos Segmentos de Mercado da Cia. de Gás Canalizado.....	113
TABELA XLIII	-Planos Ótimos de Investimentos para Expansão da Companhia Estadual de Gás - Sem Restrições.....	121
TABELA XLIV	-Planos Ótimos de Investimentos para Expansão da Companhia Estadual de Gás - Com Restrição Superior.....	123
TABELA XLV	-Planos Ótimos de Investimentos para Expansão da Companhia Estadual de Gás - Com Restrição Superior e Inferior...	125

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO I	- Evolução das Reservas Mundiais de Óleo e Gás.....	16
GRÁFICO II	- Ponto de Equilíbrio do Mercado Industrial.....	80
GRÁFICO III	- Ponto de Equilíbrio do Mercado Cogeração.....	81
GRÁFICO IV	- Ponto de Equilíbrio do Mercado Transporte.....	81
GRÁFICO V	- Ponto de Equilíbrio do Mercado Residencial.....	82
GRÁFICO VI	- Ponto de Equilíbrio do Mercado Comércio-Serviços.....	82
GRÁFICO VII	- Ponto de Equilíbrio do Mercado Global.....	83
GRÁFICO VIII	- Análise de Sensibilidade Mercado Industrial.....	84
GRÁFICO IX	- Análise de Sensibilidade Mercado Cogeração.....	84
GRÁFICO X	- Análise de Sensibilidade Mercado Transporte.....	85
GRÁFICO XI	- Análise de Sensibilidade Mercado Residencial.....	85
GRÁFICO XII	- Análise de Sensibilidade Mercado Comércio-Serviços.....	86
GRÁFICO XIII	- Análise de Sensibilidade Mercado Total.....	86
GRÁFICO XIV	- Famílias de Curvas de Indiferenças entre Renda Esperada e Risco.....	99
GRÁFICO XV	- Fronteira de Eficiência "E - V" e Dominância.....	101
GRÁFICO XVI	- Fronteira de Eficiência ou Renda - Risco.....	103
GRÁFICO XVII	- Fronteira Renda x Risco - Plano de Investimento Ótimo de Expansão Cia. Estadual de Gás : Sem Restrições.....	122
GRÁFICO XVIII	- Fronteira Renda x Risco - Plano de Investimento Ótimo de Expansão Cia. Estadual de Gás : Com Restrição Superior.....	124
GRÁFICO XIX	- Fronteira Renda x Risco - Plano de Investimento Ótimo de Expansão Cia. Estadual de Gás : Com Restrição Superior e Inferior.....	125

L I S T A D E F I G U R A S

FIGURA I	- Formação de Hidrocarbonetos em função da profundidade dos sedimentos.....	10
FIGURA II	- Volume Potencial de Gás Natural.....	19
FIGURA III	- Campos de Petróleo Localizados na Bacia Potiguar.....	20
FIGURA IV	- Campos Marítimos na Bacia de Mundaú.....	21
FIGURA V	- Gasoduto Existente-Traçado Básico.....	39

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1. GÁS NATURAL

1.1-Definições e Conceitos

.Gás Natural (GN) - a denominação dada a uma mistura gasosa composta, basicamente, de hidrocarbonetos de baixo número de moléculas de carbono (C), na qual predominam aquelas de metano (CH_4), secundada pelas de etano (C_2H_6) e, em proporções variáveis aquelas de propano (C_3H_8), butano (C_4H_{10}), pentano (C_5H_{12}) e outras. O gás Natural ocorre de duas formas na natureza:

- Gás Associado- quando encontrado em reservatórios dissolvido no óleo ,ou seja sua produção ocorre compulsoriamente uma vez extraído o óleo.

- Gás Não-Associado- quando encontrado em reservatórios com presença nula ou inexpressiva de óleo. Portanto, sua extração não implica na produção de óleo.

.Gás Natural Úmido (GNU ou GU) - quando ocorre a extração do gás natural do poço, são também extraídas outras frações pesadas que devem ser condensadas e separadas em estações de tratamento especialmente projetadas para esse fim, de modo a facilitar o transporte do gás residual ou seco.

.Gás Natural Seco (GNS ou GS) - o gás residual proveniente da estação de tratamento, isto é, sem as frações pesadas originais. Sua composição básica é de metano e etano.

.Gás Natural Canalizado (GNca ou Gca) - o mesmo recebe tal denominação quando transportado através de tubulações especiais.

.Gás Natural Liquefeito (GNL) - para se transportar ou armazenar quantidades significativas de GN, recorre-se ao processo de liquefação do mesmo, geralmente através do abaixamento drástico de sua temperatura e, sequencialmente, o acondicionamento em recipientes criogênicos.

.Gás Natural Comprimido (GNC) - para se transportar ou armazenar pequenas quantidades de GN, pode-se acondicioná-lo em reservatórios especialmente projetados para suportarem altas pressões.

.Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) - uma mistura de gases em que predomina a presença majoritária de propano (C_3H_8) e butano (C_4H_{10}). Sua produção decorre da destilação do petróleo ou de sua separação do GNU.

.Gás de Refinaria (GR) - sua composição é extremamente parecida com a do GNS, embora os percentuais volumétricos dos componentes possam variar um pouco.

..Biogás- é uma mistura de gases metano, Dióxido de Carbono e outros, produzidos por fermentação anaeróbica de material orgânico.

1.1.1 Reserva

O termo "reserva" tem sido utilizado para definir quantidades de recursos que podem ser aproveitados, desde que sejam obedecidas certas premissas, tais como: viabilidade técnica-econômica de exploração da "reserva", vontade política de realizá-lo e consentimento social.

Portanto, consideramos que devemos tomar as devidas cautelas quanto a denominação de determinado recurso como "reserva", pois sabemos que o mesmo é não mobilizável por qualquer um dos motivos citados acima. Então, para que tenhamos uma melhor compreensão do termo, torna-se necessário que se analise as premissas básicas já mencionadas.

A seguir efetuaremos alguns comentários sobre o termo "reserva", em função dos três contextos já mencionados.

Contexto Político - o termo reserva sofre influência direta das decisões políticas de nações soberanas, quando decidem sobre a inclusão ou não de algumas jazidas como reservas. A decisão política independe de que essas reservas preencham ou não os requisitos tidos como essenciais para que sejam considerados como tal.

Contexto Econômico - a inclusão ou não de determinadas jazidas como reservas, quando consideramos apenas o contexto econômico, será efetuada unicamente em função do preço do energético no mercado e do custo de exploração da reserva, caso os preços de mercado assegurem a rentabilidade do empreendimento. Nesse caso as jazidas poderão passar a serem contabilizadas como reservas.

Contexto Social - a existência de expressivo contingente social que possa vir a ser beneficiado com o aproveitamento de jazidas específicas pode influir de forma decisiva para a inclusão das mesmas como reserva, embora não sejam atendidos os outros critérios.

OBSERVAÇÃO: não consideramos o contexto "técnico" como limitante, por entendermos que o mesmo possui estreita correlação com o contexto "econômico", estando portanto, na maioria dos casos, incluído neste último critério.

Com o intuito de evitar essas e outras questões, algumas empresas resolveram definir de forma clara os seguintes conceitos:

EXXON

Reservas Comerciais - é o conceito mais específico, por ser o segmento das reservas que se estima serem recuperáveis a preços atuais.

Reservas Prováveis - são aquelas cuja existência não está bem delimitada, "conhecida", mas que no futuro serão comerciáveis. As partes não comerciáveis dos recursos descobertos são denominadas Recursos Estáticos.

PETROBRÁS

Reserva - é o volume recuperável menos o volume acumulado produzido (e, no caso de gás, adicionado ao volume acumulado injetado). O termo reserva não admite adjetivação.

1.2 Histórico

1.2.1-Mundo

A utilização de petróleo e gás natural data desde os primórdios da nossa civilização, com numerosas referências sobre o seu uso. Os historiadores registraram a utilização de petróleo pelos sacerdotes egípcios por volta do ano 5.000 a.C., bem como, o uso de betume para calefação das embarcações fenícias e como impermeabilizante de moradias e palácios na Mesopotâmia e Egito.

Um dos primeiros documentos históricos da ocorrência de gás natural, é atribuído a Plutarco, que efetuou o registro da passagem de "Alexandre- O Grande" na região de Kirkuk, no Iraque, que ficou intrigado ao encontrar " uma goela crepitante, cujo fogo emanava de forma inextinguível".O termo Kirkuk significa pai do som, e teve por origem no ruído causado pelo vazamento dos gases combustíveis (metano, propano e butano) existentes no local.

Entretanto, foram os chineses que mais se destacaram na utilização do gás natural como combustível. Os chineses já utilizavam o gás natural desde o século X a.C., realizando diversas atividades consideradas básicas pelas modernas empresas do ramo. Guardando as devidas proporções, essas atividades se assemelham bastante aos trabalhos que as empresas do setor desenvolvem atualmente, tais como: prospecção, produção, transporte e distribuição.

Por volta do ano 1.000 a.C., os chineses já perfuravam até grandes profundidades para obtenção do GN. Esses trabalhos exigiam muita engenhosidade por parte dos perfuradores, além de alguns conhecimentos rudimentares dos sítios geológicos para localização dos "campos" produtores a serem perfurados.O transporte e distribuição do gás eram efetuados em tubos de bambu com diâmetros compatíveis com os trechos destinados ao transporte e distribuição.

Nessa época, o mercado consumidor era dividido em residencial e industrial. O setor residencial se restringia ao atendimento dos palácios e residências dos poderosos da época, onde servia para iluminação e calefação. Na " indústria", o uso básico era o aquecimento da água do mar para produção de sal, produto que tinha grande valor comercial.

1.2.2 Brasil

No Brasil, a história da produção de gás iniciou-se juntamente com a produção de petróleo no país. A primeira descoberta de óleo em nosso país ocorreu em 21 de janeiro de 1939, na localidade de Lobato, Bahia, mas o poço não foi considerado comercial. Dois anos depois, foi descoberto o primeiro campo de petróleo em Candeias. No ano seguinte, os de Aratu e Itaparica, todos na Bahia. Juntamente com o petróleo ocorreram as primeiras descobertas de gás natural.

A utilização do gás natural em nosso país aconteceu também pela primeira vez na Bahia, aproveitando a produção dos campos de Aratu e Candeias para uso como combustível da central termelétrica de Cotegipe, permitindo a eletrificação da Viação Férrea Federal Leste-Brasileiro, nos trechos Salvador-Cachoeira e Salvador-Alagoinhas. Nesta ocasião tiveram início os primeiros projetos de injeção de gás para recuperação secundária dos campos petrolíferos baianos de Dom João, Candeias e Água Grande.

No ano de 1962, a PETROBRÁS inicia a instalação de uma Unidade de Processamento de Gás Natural (UPGN), no campo de água Grande-BA, com capacidade para processar 1.500.000 m³/dia. Essa nova postura da nossa estatal do petróleo, caracteriza uma revalorização do GN e a procura de usos mais nobres para o metano.

Entretanto, em que pese a consideração por parte da PETROBRÁS sobre a importância estratégica do gás, a principal utilização do GN continuou sendo a reinjeção nos campos produtores de óleo.

O primeiro grande projeto na área do GN ocorreu em 1973, com a construção do gasoduto que liga os campos da plataforma do Estado de Sergipe ao Estado da Bahia. Esse projeto coincidiu com a consolidação do Polo Petroquímico de Camaçari-BA, a construção em Sergipe de uma UPGN e uma planta industrial para produção de Amônia e Uréia.

No início da década de oitenta, a PETROBRÁS implantou os sistemas regionais de produção de GN nos Estados do Espírito Santo, Alagoas e na Plataforma Continental do Ceará e Rio Grande do Norte. O maior entre os sistemas regionais para utilização do GN foi iniciado em 1982, na Bacia de Campos, Estado do Rio de Janeiro.

Atualmente, com a operação do gasoduto Rio de Janeiro-São Paulo, a PETROBRÁS iniciou o atendimento do maior mercado do país. Está sendo estudada a possibilidade de utilização do gás da Bacia de Santos vir a suprir as necessidades de parte do litoral paulista, inclusive o Polo Industrial de Cubatão.

1.2.3 Ceará

Os trabalhos de prospecção na plataforma marítima cearense foram iniciados na segunda metade da década de setenta. O primeiro poço a produzir petróleo foi o poço CES-8, em fevereiro de 1977, com profundidade do intervalo produtor de 1.700 m, sob uma lâmina d'água de 30 m e com vazão diária de 200 m³/dia de petróleo, 39^o API¹. A segunda descoberta foi o poço CES-13, em maio do mesmo ano, com profundidade do intervalo produtor de 1.500 m, situado sob uma lâmina d'água de 30 m e com vazão diária de 40 m³/dia de petróleo, 19^o API.

¹ A classificação API - American Petroleum Institute, é internacionalmente utilizada para indicar o grau de viscosidade de petróleo.

A descoberta desses dois poços, posteriormente, deu origem ao campo produtor de Xaréu. Logo depois foram descobertos os Campos de Curimã, em fevereiro de 1978, seguido de Espada e Atum. Ressaltamos que quase toda a produção de óleo da plataforma continental cearense implica também na produção de GN, pois o mesmo está associado ao óleo extraído, tornando compulsória a sua produção.

Oficialmente, a produção de óleo na plataforma do Estado foi iniciada em 1982, e somente no fim do ano de 1987 é que teve início a distribuição do GN às indústrias situadas na Região Metropolitana de Fortaleza. Essa conjugação de fatores fez com que o Ceará detivesse (e ainda detenha) o menor índice de aproveitamento de gás do país.

1.3 Origem

O metano foi um dos primeiros gases a compor a atmosfera primitiva da terra. O surgimento do metano ocorreu há cerca de 3 bilhões de anos em função da combinação dos gases presentes na atmosfera primitiva, carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio. Esses gases, posteriormente, vieram a se combinar para formar amônia, gás cianídrico e água.

O surgimento do GN pode ser proveniente de três fontes distintas:

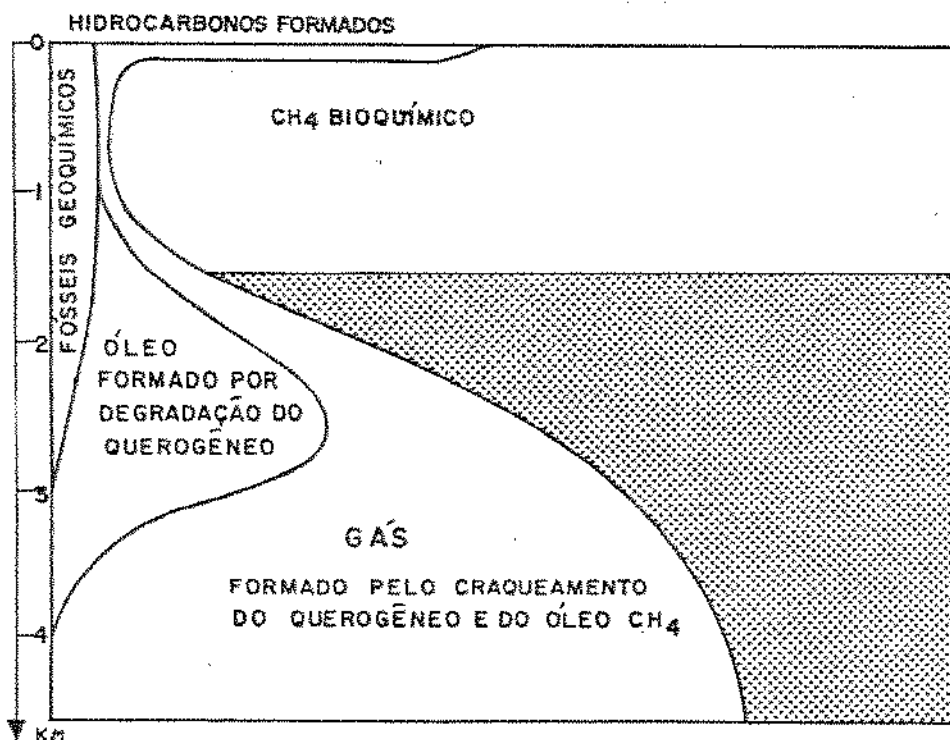
- fermentação anaeróbica por bactérias metanogênicas;
- degradação de matéria orgânica ou carvão a elevadas pressões e temperaturas;
- alteração térmica de hidrocarbonetos líquidos.

Nosso interesse maior reside nas duas últimas fontes de metano, visto que, a degradação bioquímica da matéria orgânica ocorre na superfície ou próxima dela, dificultando a existência de reservas exploráveis comercialmente.

A característica comum das duas fontes de gás é a sua origem, matéria orgânica fóssil, também chamada de querogêneo. Segundo Bernard Tissot no trabalho "La Genesis del Petroleo" ^{1/}, a deposição de sedimentos orgânicos no fundo dos lagos e mares, em geral, foram se acumulando durante dezenas de milhões de anos. Os sedimentos depositados, foram posteriormente cobertos por novos sedimentos, essa nova cobertura provocou um incremento do gradiente geotérmico de 15 a 80 °C/km. Quando a temperatura e pressão crescem sobre o sedimento orgânico, na ausência de oxigênio esse material orgânico se altera formando hidrocarbonetos líquidos. A medida em que a profundidade aumenta, vai se modificando o perfil dos hidrocarbonetos formados, no sentido de se reduzir o seu peso molecular tornando-os mais leves, ou seja, propiciando a formação de maior quantidade de gás. Essa tendência deverá crescer até a zona denominada de craqueamento, onde teoricamente só deveria haver formação de hidrocarbonetos na forma gasosa, conforme a Figura 1.

FIGURA 1

FORMAÇÃO DE HIDROCARBONETOS EM FUNÇÃO DA PROFUNDIDADE DOS SEDIMENTOS



1.4 Composição Típica

A composição do GN varia de acordo com a origem e quanto a forma de ocorrência, associado ou não-associado. Essa variação de composição é que determina a possibilidade de aproveitamento dos produtos mais valorizados comercialmente, como o Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), Gasolina Natural e o Diesel.

Na Tabela I vemos a composição do GN médio produzido no Brasil.

TABELA I

COMPOSIÇÃO MÉDIA DO GÁS NATURAL BRASILEIRO

Elementos	% Molar
Nitrogênio.....	1,42
Dióxido de Carbono.....	0,49
Metano.....	82,54
Etano.....	10,36
Propano.....	2,96
Iso-butano.....	0,75
N-butano.....	0,76
Iso-pentano.....	0,26
N-pentano.....	0,27
Hexano e Superiores.....	0,19
Hélio.....	Traços
Argônio.....	Traços
H ₂ S.....	2000 ppm
RSH.....	200 ppm
CO ₂	20 ppm
Peso molecular.....	18,06
Cp/Cv(*).....	1,286
Poder Calorífico Inferior(**).....	8669 Kcal/N m ³
Poder Calorífico Superior(**).....	9602 Kcal/n m ³
Densidade Rel. Ar.....	0,6245

* - Razão de calor específico

** - Volume a 20 °C e 1 atm.

Fonte: PETROBRÁS-DEPRO/1987.

Na Tabela II é mostrada a composição média do gás natural produzido no Estado.

TABELA II

COMPOSIÇÃO MÉDIA DO GN-PLATAFORMA CONTINENTAL DO CEARÁ

Elementos	GNU (1) % Molar	GNS (2) % Molar
Nitrogênio.....	1,53.....	1,99
Dióxido de Carbono.....	1,07.....	1,00
Metano.....	76,05.....	90,96
Etano.....	8,03.....	5,35
Propano.....	7,00.....	0,70
Iso-butano.....	1,81.....	0,00
N-butano.....	2,50.....	0,00
Iso-pentano.....	0,76.....	0,00
N-pentano.....	0,70.....	0,00
Hexano e Superiores.....	0,55.....	0,00
Hélio.....	---	---
Argônio.....	---	---
H ₂ S.....	0,00.....	0,00
RSH.....	---	---
Peso molecular.....	22,72.....	17,53
Fator de compressibilidade-Z.....	0,99.....	0,99
Poder Calorífico Superior-*(kcal/N m ³)	11.537,1..	9.052,2
Poder Calorífico Inferior-*(kcal/N m ³)	10.482,3..	8.165,5
Densidade Rel. Ar.....	0,78....	0,60

* - Volume a 20 °C e 1 atm.

1 - Gás antes de ser processado na UPGN.

2 - Gás após ser processado na UPGN.

Fonte - ASFOR/DIOPE/SEPREG-PETROBRÁS.

Na Tabela III estão listados os principais componentes do GN, com seus respectivos pontos de ebulição a pressão atmosférica, e produtos derivados.

TABELA III

ALGUNS COMPONENTES DOS HIDROCARBONETOS

Nome	Formula	Ponto de Ebulição(°C)	Produtos Comercializáveis
Metano	CH ₄	-162	Gás Natural
Etano	C ₂ H ₆	- 89	Gás Natural
Propano	C ₃ H ₈	- 42	GN,Propano
Iso-butano	i-C ₄ H ₁₀	- 12	Gasol.Nat., Butano
N-butano	n-C ₄ H ₁₀	- 06	Gasolina Natural. Diesel e Butano
Pentanos	C ₅ H ₁₂	32	Gasol.Nat., Diesel
Hexanos	C ₆ H ₁₄	63	Gasol.Nat., Diesel
Outros	C _n H _m	--	Gasol.Nat., Diesel

Fonte: Handbook of Natural Gas Engineering(s.n.t.), extraído do Manual do Gás Natural - CNI/COASE - 1986.

1.4.1 Propriedades Físicas :

As propriedades físicas dos principais componentes do Gás Natural são apresentadas na Tabela IV abaixo:

TABELA IV
 PROPRIEDADES FÍSICAS DE COMPONENTES DO GÁS

Características	Metano	Etano	Propano
. Pressão de vapor a 37,2 ^o C (atm).....	---	---	---
. Volume crítico..(m ³ /kg.10 ⁻³).....	6,200	4,910	4,560
. Ponto de solidificação a 1atm(°C)....	-183	-184	-188
. Densidade Relativa(ar=1) 16 ^o C/1atm...	0,555	1,046	1,547
. Calor específico 16 ^o C/1atm(MJ/kg ^o C).	1,683	1,436	1,432
. Poder Calorífico Superior(MJ/N.m ³)...	39,900	70,500	101,600
. Poder Calorífico Inferior(MJ/N.m ³)...	35,900	64,400	93,400
. Ar requerido p/combustão(m ³ /m ³)....	9,530	16,670	23,820
. Limite inflamabilidade em vol % da mistura do ar(Li).....	=>5 <=15	=>3,22 <=12,4	=>2,37 <=9,5

Fonte: Handbook of Natural Gas Engineering(s.n.t.), extraído do Manual do Gás Natural - CNI/COASE- 1986.

Como podemos observar na Tabela I e II, cerca de 80% do GN é composto de metano(CH₄), que é o mais simples elemento da família dos hidrocarbonetos. Os outros compostos(do etano aos Hexanos), quando processados em plantas de tratamento são transformados em gás liquefeito de petróleo-GLP, gasolina natural e derivados médios (Diesel).

Algumas propriedades físicas dos elementos que compõem o GN são mostradas na Tabela III e IV, dentre elas citaremos a temperatura de liquefação de -162 °C e densidade 0,55 do metano, como condicionantes restritivos para o transporte, uma vez que, são necessários recipientes especiais para o acondicionamento do GN, na forma de líquido ou gás comprimido.

Por outro lado, sua baixa densidade proporciona em casos de vazamentos uma dispersão rápida e espontânea na atmosfera e seu limite de inflamabilidade, maior que o dos demais, assegura ao metano, a classificação de ser o mais seguro dos gases combustíveis.

1.5 Reservas

1.5.1 Reservas Mundiais

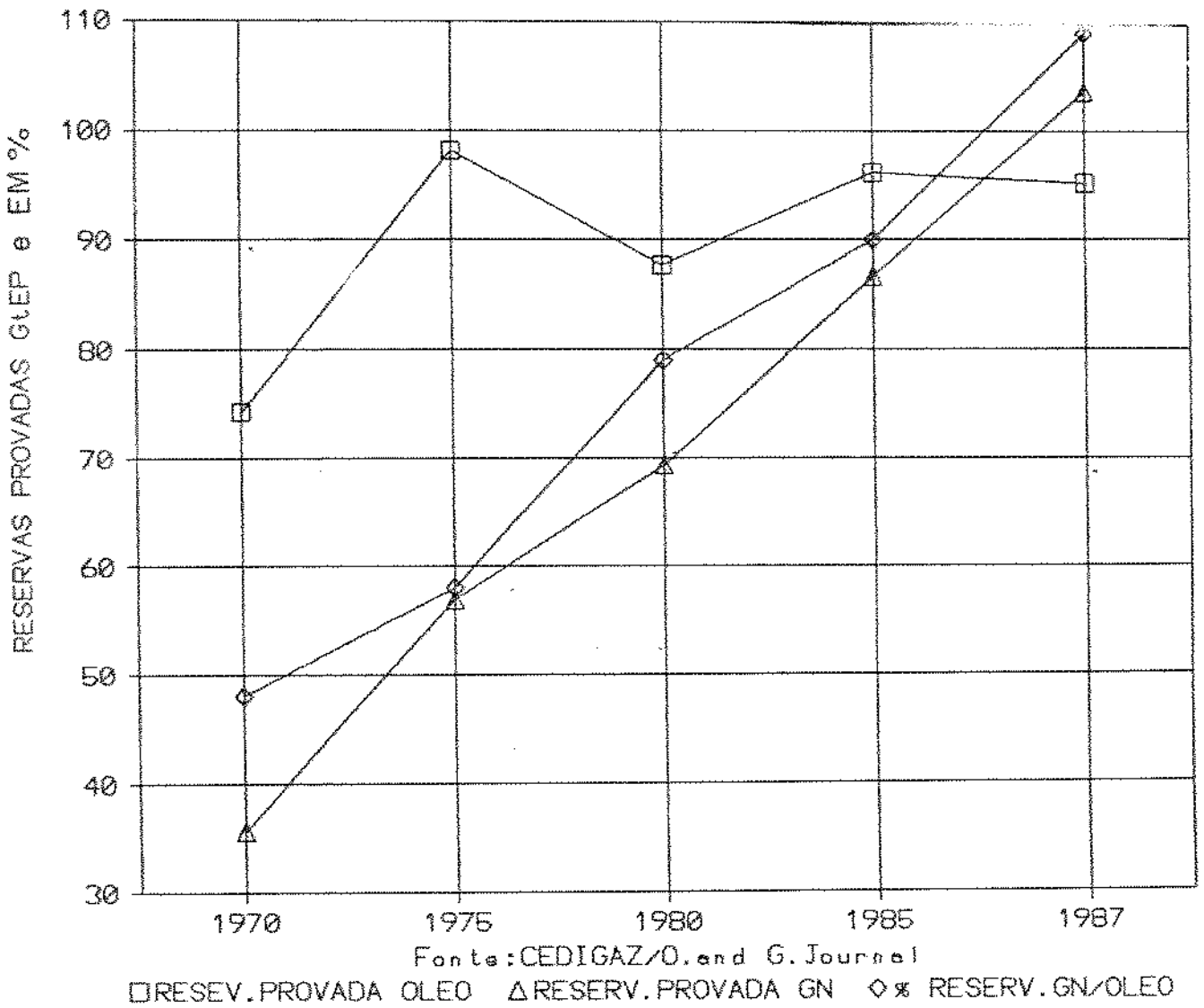
As reservas mundiais de GN praticamente foram triplicadas de 1970 até 1987, evoluindo de 35 para 103 bilhões de metros cúbicos, ultrapassando as atuais reservas de petróleo que atingiam nesse ano 95 bilhões de metros cúbicos equivalentes (o máximo ocorreu em 1975, com 98 bi. de m³ eq.), conforme ilustrado no Gráfico I . No mesmo gráfico, acompanhando a curva de evolução das reservas mundiais de GN em relação às de Óleo.

O décimo quarto Congresso Mundial de Energia em setembro de 1989, fez previsões de que o petróleo ainda será por várias décadas o principal energético disponível. Entretanto, no mesmo encontro, os especialistas concluíram que o gás natural deverá ter uma participação cada vez maior na matriz energética mundial, em razão das questões ambientais e da necessidade de diversificação das fontes de suprimento.

Outro fato de grande importância é o de que a maioria das atividades exploratórias são dirigidas para o petróleo. Entretanto, os resultados têm se refletido mais intensamente na ampliação das reservas de gás. Em 1977, Tissot e colaboradores divulgaram a teoria de que a medida em que forem aumentando as profundidades de perfuração, crescerá a probabilidade de que seja encontrado mais gás, de modo que, com profundidades acima de 5.000m será pouco provável que seja encontrado óleo, ocorrendo o inverso para o GN ^{1/}. Atualmente, as empresas de petróleo raramente ultrapassam essa profundidade. Embora as reservas provadas de gás já superem as de petróleo, as reservas passíveis de recuperação (não computadas) estão estimadas entre 220 e 310 bilhões de metros cúbicos, afóra outros potenciais para os quais não se dispõe, no momento, de tecnologia de exploração.

GRÁFICO I

EVOLUÇÃO DAS RESERVAS MUNDIAIS DE ÓLEO E GÁS



A distribuição das reservas de GN no mundo pode ser vista na Tabela V, onde estão alocadas por continente, sendo citados apenas alguns países que possuem valores mais expressivos.

TABELA V
DISTRIBUIÇÃO DAS RESERVAS PROVADAS DE GN NO MUNDO (01/01/87)

LOCAL	QUANTIDADE GtEP	PERCENTUAL EM RELA CAO AS RESERV. TOT
E. U. A.	5.220	5,0
CANADÁ	2.750	2,7
América do Norte(I)	7.970	7,7
VENEZUELA	2.650	2,6
MÉXICO	2.146	2,1
ARGENTINA	669	0,6
OUTROS	1.116	1,1
América Latina(II)	6.581	6,4
HOLANDA	1.815	1,8
REINO UNIDO	634	0,6
NORUEGA	2.296	2,2
OUTROS	809	0,8
Europa Ocidental(III)	5.554	5,4
ARGÉLIA	3.000	2,9
NIGÉRIA	2.400	2,3
LÍBIA	728	0,7
OUTROS	991	1,0
África(IV)	7.109	6,9
IRAN	13.860	13,4
ARÁBIA SAUDITA	2.370	2,3
CATAR	4.440	4,3
KUWEIT	1.031	1,0
IRAQUE	746	0,7
ABU DHABI	2.700	2,6
OUTROS	1.056	1,0
Oriente Médio(V)	26.203	25,3
URRS	41.000	39,6
CHINA	870	0,8
OUTROS	748	0,8
Países Socialistas(VI)	42.618	41,2
AUSTRÁLIA	1.530	1,5
MALÁSIA	1.501	1,5
INDONÉSIA	2.070	2,0
OUTROS	2.428	2,3
Ásia e Oceânia(VII)	7.529	7,3
TOTAL(I+II+...+VII)	103.564	100,0

Fonte-Oil and Gas Journal, extraído "Les Chiffres-Cles L'Energie"1988

1.5.2 Reservas Brasileiras

As reservas brasileiras de GN não possuem expressão a nível mundial, uma vez que representam apenas 0,10% do total das mesmas. Entretanto, para as presentes necessidades do país, essas reservas garantem boas perspectivas para uso do gás natural a níveis muito acima do consumo atual.

Na Tabela VI, pode-se observar o Resumo do Relatório de Reservas do GN, publicado pela PETROBRÁS, datado de 31/12/85.

TABELA VI

RESERVAS DE GÁS NATURAL NO BRASIL POR REGIÃO PRODUTORA			10 ⁶ .m ³
ESTADO	Local		Total
	Terra	Mar	
DENOR (1).....	-	-	-
DENOC (2).....	9.795,71	-	9.795,71
RPNS (CE e RGN).....	1.479,36	8.235,56	9.714,92
RPNE (SE e AL).....	13.716,83	2.475,31	16.192,14
RPBA (BA).....	26.686,77	-	26.686,77
DIES (E. S.).....	1.880,83	312,80	2.193,63
RPSE (Bacia de Campos).	-	41.325,66	41.325,66
RPSP (Bacia de Santos).	-	3.990,81	3.990,81
.....
Total	52.559,50	56.340,14	108.899,64

Fonte: Relatório de Reservas (31/12/90)-PETROBRÁS, extraído do Sub-Grupo de Planejamento, GT-1415, CNE/MME; março/89.

(1) Distrito de Exploração do Norte (Amazonas, Pará e Maranhão)

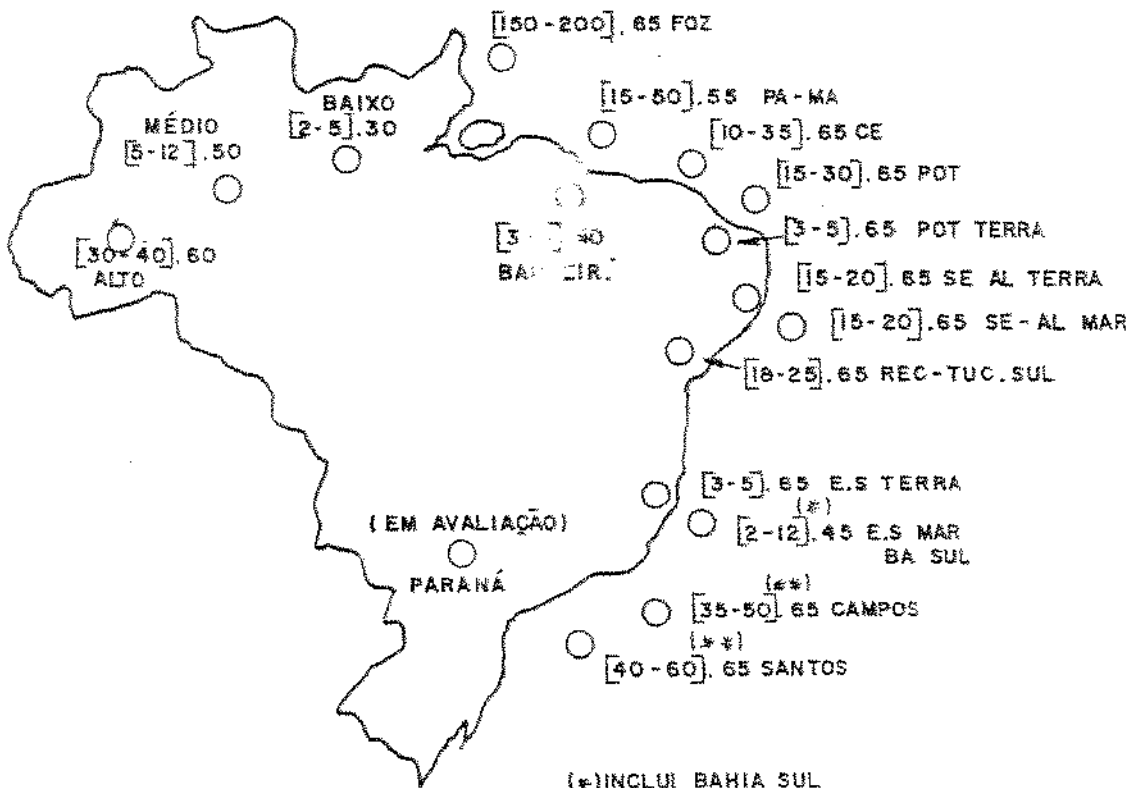
(2) Distrito de Exploração da Amazônia Ocidental (Amazônia).

Apesar do extremo conservadorismo dos números publicados, sabemos que no relatório de Reservas da PETROBRÁS, datados de 31/12/87, a avaliação inicial da área do Rio Urucu-Am foi de reservas (mais prováveis) de 32,4 Bilhões de metros cúbicos, ou seja, quase um terço das reservas atuais do país.

O volume potencial (probabilidade associada) de gás natural está na Figura II, a seguir. Essas previsões foram realizadas tomando por base um valor dito baixo e alto. Para São Paulo (Bacia de Santos), o valor baixo estimado foi de 40 bilhões de metros cúbicos e o valor alto de 60 bilhões de metros cúbicos. As estimativas totais para o país foram :valor baixo 360 bilhões m³ e valor alto 570 bilhões de m³.

FIGURA II

VOLUME POTENCIAL DE GÁS NATURAL (Valor Baixo - Valor Alto)
 PROBABILIDADE ASSOCIADA - Bilhões de Nm³



TOTAL [360-570] - 50%

FONTE: PETROBRÁS

As reservas, quanto à sua composição, foram classificadas genericamente pelo DIGÁS-Divisão do gás da PETROBRÁS como sendo cerca de 60% de Gás Associado ao Petróleo e 40% de Gás Não-Associado.

1.5.3 Reservas Cearenses

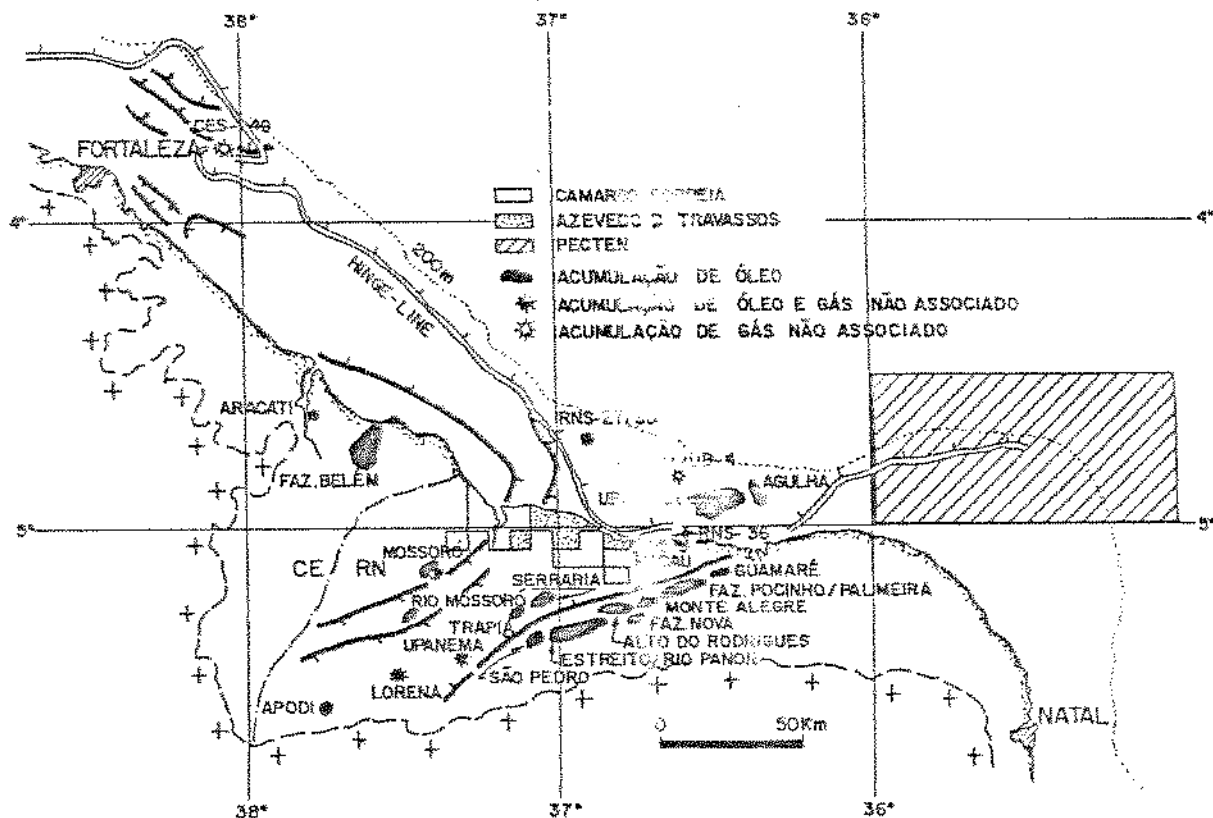
Os Estados do Ceará e Rio Grande do Norte compõem a região produtora denominada pela PETROBRÁS de RPNS.

No Estado do Rio Grande do Norte os campos produtores situam-se na Bacia Potiguar, região fronteiriça com o Ceará. Quanto à localização se dividem em parte terrestre e marítima, conforme indicado na Figura III a seguir.

FIGURA III

CAMPOS DE PETRÓLEO LOCALIZADOS NA BACIA POTIGUAR

Fronteira: Ceará x Rio Grande do Norte - RPNS

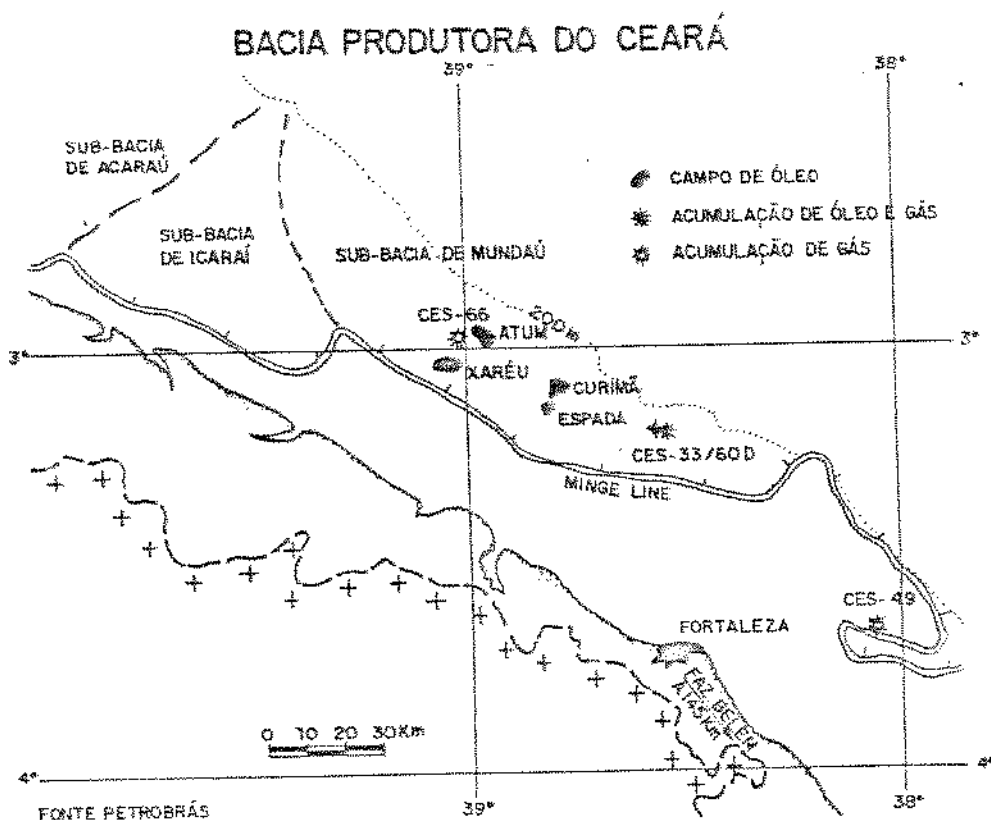


As reservas de petróleo do Estado do Ceará se dividem em duas regiões. A parte continental está situada próxima a fronteira com o Rio Grande do Norte-Bacia Potiguar, localidade denominada fazenda Belém, município de Aracati, distando 145 km de Fortaleza.

O campo da fazenda Belém se caracteriza por ter um lençol petrolífero relativamente próximo da superfície (200 a 400m), e de produzir exclusivamente um petróleo naftênico pesado (10 a 20^o API) e pela baixa produtividade dos poços (10 a 20 bbl/d). Na área marítima ficam os campos de Espada, Xaréu, Curimã e Atum. Esses campos estão localizados na Sub-Bacia de Mundaú, sob uma lâmina d'água média de 30 metros, distando cerca de 80 km de Fortaleza e 30 km do continente, conforme indicado na Figura IV abaixo.

FIGURA IV

CAMPOS MARÍTIMOS NA BACIA DE MUNDAÚ



Os aludidos campos são responsáveis pela maior parte do petróleo produzido no Estado. Os mesmos estão ligados entre si por dutos submarinos que abastecem com óleo um navio cisterna, que, por sua vez, transfere periodicamente esse óleo para outros navios encarregados do transporte até o local de refino.

Os mesmos também produzem gás natural associado (97% da produção de GN do Estado) e não associado. A interligação das jazidas é efetuada por um sistema de gasodutos submarinos com 96 km de extensão, que interliga os poços produtores a uma Unidade de Processamento de Gás Natural (UPGN), com capacidade de processar 350 mil m³/d de gás, estando instalada em Fortaleza.

TABELA VII

RESERVAS DE GÁS NATURAL NO CEARÁ e RIO GRANDE DO NORTE 10⁶.m³

ESTADO	Local		Total
	Terra	Mar	
Ceará.....	14,57	3.156,43	3.171,00
Rio Grande do Norte...1.464,79		5.079,14	6.543,93
.....			
Total	1.479,36	8.235,57	9.714,93

Fonte: Relatório de Reservas (31/12/89)-PETROBRÁS, extraído do Sub-Grupo de Planejamento, GT-1415, CNE/MME; março/90.

REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

1. TISSOT, Bernad. La Genesis del Petroleo. Las Nuevas Energias, Editorial Fontalba, S.A. - 1ª Edición, Barcelona-Espanha. 1980, 161 p.
2. NEIVA, Jucy. Conheça o Petróleo. 5ª Edição, Ao Livro Técnico 1986. 306 p.
3. _____ . As Reservas Mundiais de Petróleo e Gás Natural. ENERGIA:Fontes Alternativas - Revista Tecnológica Brasileira, Editora APC- Assessoria de Promoção e Cultura LTDA,S.P. 52 p. 1982 - vol. IV, Set/Out, No 22.

BIBLIOGRAFIA

4. SALES FILHO, Francisco de Assis. Companhia Energética: Uma Alternativa para o Desenvolvimento Estadual.Publicação Interna COELCE , Fortaleza, Ago/1986. 125 p.
5. POULALLION, Paul. Manual do Gás Natural.Confederação Nacional da Indústria - CNI / COASE, Coleção José Ermírio de Moraes vol 19. 1986, Rio de Janeiro.350 p.
6. CHACEL M. Julian. Gás Natural:Fonte de Suprimento Energético. Confederação Nacional da Indústria - CNI / COASE, Coleção José Ermírio de Moraes vol 3. 1983, Rio de Janeiro.59 p.
7. BP-Satistical Review of World Energy. British Petroleum Company p.l.c. 1988.
8. Balanço Energético Nacional - BEN. MME, 1988.
9. Aproveitamento do Gás Natural do Estado do Ceará. NUTEC - Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial. SIC, vol II. 329 p.
10. Planejamento, GT - 1415. Sub-grupo de Referências Básicas. Comissão Nacional de Energia-CNE. Mar/1989,277 p. Brasília-DF

11. Conclusions of 14th World Energy Congress. 8 p. Sept/1989
Montreal, Canada.
12. KATZ, Donald L, et alii - Handbook of Natural Gas Engineering.
Editora McGraw-Hill Book Company. 1959, 802 p.
13. Gas Engineers Handbook, American Gas Association. Editora
Industrial Press Inc., 1ª edição, 7ª impressão. 1965, 1200 p.
14. Gás Natural e a Indústria. Confederação Nacional da Indústria,
CNI / COASE, Coleção José Ermírio de Moraes. 1989, 99p.

CAPÍTULO II

MERCADO

2.1 Caracterização Sócio-Econômica da Região Metropolitana de Fortaleza

Os indicadores sociais e econômicos da RMF traduzem em números a baixa qualidade de vida da maioria de sua população.

Na área de educação, pesquisa realizada pelo FIBGE ^{3/}, ano base 1986, constatou que 26,3% da população é analfabeta. Quanto à escolaridade, foram identificados 547.170 estudantes regularmente matriculados, conforme segue:

. Pré-escolar.....	12,3 %
. Primeiro grau.....	71,4 %
. Segundo grau.....	10,8 %
. Nível Superior.....	5,5 %
(inclusive pós-graduação)	

Os indicadores da qualidade de habitação da população foram tomados da mesma pesquisa e mostram que dos 404.989 domicílios existentes, 81,6% são do tipo casa, 8,3% são apartamentos, 7,9% do tipo rústico e 2,2% do tipo quarto ou cômodo. Dentre o universo dos domicílios da RMF, somente 61,0% são abastecidos pela rede d'água, 6,5% são servidos de esgoto sanitário e 49,3% dispõem de coleta regular de lixo. Informações colhidas no ano de 1986, junto à Secretaria de Planejamento do Ceará, indicam que 22% da população da RMF reside em favelas e parcela substancial de sua população encontra-se desempregada.

O uso da energia elétrica restringe-se à 90,2% dos domicílios, perfazendo cerca de 260.000 pessoas que não dispõem de energia elétrica em suas residências.

No campo da saúde e nutrição o quadro é também muito grave, pois o índice de mortalidade infantil é 108 óbitos por 1.000 nascimentos. Tem como causa básica a conjugação de fatores desfavoráveis, tais como: baixo nível de educação sanitária, ausência quase total de sistemas de saneamento básico e subnutrição das famílias de baixa renda.

A quantificação da População Economicamente Ativa-PEA, foi levantada pela pesquisa do FIBGE ^{3/}, quando foram identificados que o universo da PEA era de 789.701 pessoas, com a seguinte distribuição por classe de rendimento.

Distribuição Por Classe de Rendimento Mensal

. sem rendimentos (*).....	4,6%
. de 0 a 01 salário mínimo.....	34,4%
. de 01 a 03 salários mínimos.....	34,8%
. de 03 a 10 salários mínimos.....	19,5%
. de 10 a 20 salários mínimos.....	4,5%
. mais de 20 salários mínimos.....	2,2%

* - inclusive as pessoas que recebem somente benefícios.

2.1.1 Demografia e Distribuição Espacial da População

A Região Metropolitana de Fortaleza - RMF é composta de seis municípios que juntos possuem uma área de 3.483 km², sendo composta da seguinte forma:

. Aquiraz	546 km ² ;	Pacatuba	554 km ² ;
. Fortaleza.....	336 km ² ;	Caucaia.....	1.293 km ² ;
. Maranguape.....	672 km ² ;	Maracanaú	82 km ² ^{1/} .

A exemplo das demais Regiões Metropolitanas do país, a RMF abriga um expressivo contingente populacional, 1.936.759 habitantes (dados de 1986) ^{2/}, dos quais 1.582.414, ou 82% do total, são residentes do município de Fortaleza ^{3/}. Dentre os demais municípios que compõem a RMF, destacam-se Caucaia como o mais populoso, 108.000 habitantes ou 5,6% do total e o de Pacatuba com a menor população, 48.600 habitantes, ou 2,5% do total.

O crescimento demográfico da RMF na década de setenta apresentou uma variação positiva de 52,4%, o que equivaleu à taxa média anual de 4,3 % . As projeções efetuadas pela FIBGE, em bases históricas de crescimento da região, prevêem que a população da RMF dobrará no início do próximo século.

2.1.2 Indicadores Econômicos e Energéticos

Os indicadores que estão disponíveis para uma avaliação do comportamento do setor energético em relação à produção econômica, encontram-se agregados a nível de Estado. As informações colhidas junto aos órgãos de planejamento do Estado (IPLANCE, AUMEF e outros), indicam uma grande distorção em termos de concentração de atividades ligadas à indústria, serviços, comércio e outros na RMF, em detrimento das demais regiões do Estado.

Essas distorções, aliadas a problemas de acesso da terra, secas periódicas, solos inadequados para o cultivo agrícola e ausência de perspectivas de melhoria de vida do trabalhador rural tem estimulado uma migração contínua de parcela da população do campo em direção aos aglomerados urbanos, outros Estados da federação e, principalmente à RMF, agravando ainda mais o quadro de miséria de parcela expressiva da população residente na grande Fortaleza, vide item 2.1.1.

A concentração de recursos na RMF, faz com que essa região responda por uma parcela próxima a 60% do PIB do Estado, apesar de possuir somente um terço de sua população. Esse fato reflete-se com bastante nitidez no consumo de energia, vide item 2.2, levando a uma concentração de consumo de energia, ilustrada pelo consumo de eletricidade no município de Fortaleza que responde por 55% do total no Estado.

A Oferta Interna de Energia-OIE, no Estado teve uma variação positiva de 45%, no intervalo de 1980 a 1988, enquanto que, no mesmo período, o PIB cresceu 76,7% e a população 14,8%. O descompasso verificado entre as taxas de crescimento da OIE, PIB e População teve por base uma conjugação de fatores que podem explicar parte das alterações verificadas.

A década de oitenta foi extremamente desfavorável às atividades desenvolvidas no meio rural do Estado. Além dos fatos já mencionados anteriormente sobre as causas do êxodo rural, as principais atividades agrícolas desenvolvidas pelos pequenos, médios e grandes proprietários (plantio de algodão e caju) sofreram um rude golpe com o surgimento de pragas que reduziram bastante a produção e produtividade dessas culturas. Como consequência, a migração aumentou não só em direção aos núcleos urbanos do Estado, como também em direção a outras unidades da Federação, reduzindo o crescimento demográfico regional e proporcionando despovoamento de algumas micro-regiões.

O crescimento do PIB teve como propulsor o setor industrial, em função da consolidação do Distrito Industrial de Fortaleza e de outras indústrias pulverizadas na RMF e em menor escala no interior do Estado. Essas atividades industriais, aliadas ao desenvolvimento do setor de serviços (comércio, transportes, atividades financeiras etc), alavancaram o produto interno bruto do Estado.

Nas Tabelas VIII e IX, são listados alguns indicadores econômicos e energéticos do Estado, onde verifica-se os baixos níveis de consumo de energia e da renda per capita, refletindo o nível de subdesenvolvimento do mesmo.

TABELA VIII

OFERTA INTERNA DE ENERGIA NO CEARÁ VERSUS PIB E POPULAÇÃO									
ESPECIFICAÇÃO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Oferta Int. Energ OIE (10E6 tEP)	2,00	2,00	2,20	2,40	2,50	2,50	2,60	2,80	2,90
.....									
Produto Int. Brut PIB (US\$ 10E6)	4092,00	4063,00	4685,00	4653,00	6650,00	6302,00	8572,00	6486,00	7231,00
.....									
População Residen POP (10E6 hab)	5,40	5,50	5,60	5,70	5,80	5,90	6,00	6,10	6,20
.....									
PIB Per Capta (US\$)	757,78	738,73	836,61	816,32	1146,55	1068,14	1435,33	1063,28	1166,29
.....									
OIE/PIB (tEP/US\$ 10E3)	,49	,49	,47	,52	,38	,40	,40	,43	,40
.....									
OIE/POP (tEP/hab)	,37	,36	,39	,42	,43	,42	,43	,46	,47

FONTES - Balanço Energetico Estadual do Ceara, COELCE 1989.
OBS : Preços correntes de 1988

TABELA IX
EVOLUÇÃO INDICADORES SÓCIO-ECONÔMICOS - CEARÁ/BRASIL - PERÍODO 1980/88

INDICADOR	UNIDADE	CEARÁ			BRASIL			RELACAO CE/BR (%)		
		1980	1985	1988	1980	1985	1988	1980	1985	1988
Popul. Residente	10E6 hab	5,39	5,89	6,24	121,30	135,60	144,40	4,44	4,34	4,32
Prod. Inter. Brut.	10E6 US\$	4092,00	6302,00	7231,00	223,76E3	236,51E3	263,4E3	1,83	2,66	2,75
Cons. Final Energ.	10E6 TEP	1,74	2,01	2,52	128,00	149,95	168,69	1,36	1,34	1,49
PIB/Habitante	US\$/hab	759,00	1070,00	1155,00	1845,00	1744,00	1824,00	41,14	61,35	63,54
C. Energia/Habit.	TEP/hab	0,32	,34	,40	1,06	1,11	1,17	30,19	30,63	34,19
Intens. Energ. PIB	1.000 US\$/TEP	0,43	,32	,35	,57	,63	,64	75,44	50,79	54,69

FONTES - Balanço Energético Estadual do Ceará, COELCE 1989.

DBS : Preços Correntes de 1986.

2.2 Mercado de Energéticos

As informações gerais sobre o consumo dos diversos energéticos que compõem a matriz de energia do Estado, à exceção da energia elétrica, não se encontram desagregadas por região geográficas, de forma que fosse possível obter os dados referentes aos municípios que integram a Região Metropolitana de Fortaleza - RMF.

Em razão desse motivo, utilizar-se-ão os dados gerais disponíveis no Balanço Energético Estadual como indicadores dos níveis de consumo e oferta de energia da RMF, uma vez que a mesma representa uma parcela majoritária do consumo global de energia do Estado.

As informações colhidas sobre o consumo de energia elétrica no período compreendido entre 1980 e 1990 servem de indicador dos níveis de centralização das atividades econômicas na RMF. Foi considerado que o consumo dos demais energéticos, possuem uma distribuição de consumo, entre as diversas regiões, semelhante ao de energia elétrica.

Os dados da Tabela X referem-se ao consumo de energia elétrica na década de oitenta, os mesmos vem corroborar as informações sobre o processo de centralização de investimentos na RMF, provocando decréscimo na participação do município de Fortaleza no consumo global do Estado, enquanto cresce em termos absoluto e relativo, a parcela consumida pela RMF.

TABELA X
PARTICIPAÇÃO DA RMF E MUNICÍPIO DE FORTALEZA
NO MERCADO ESTADUAL DE ENERGIA ELÉTRICA

PARTICIPAÇÃO REGIONAL		1980	RELATIVO	ABSOLUTO	1985	RELATIVO	ABSOLUTO	1990	RELATIVO	ABSOLUTO
CLASSE		(kWh)	(%)	(%)	(kWh)	(%)	(%)	(kWh)	CEARA(%)	EM (%)
CEARA	RES	381160	27,56249	100	610616	28,82185	100	925708	31,68982	100
	IND	425525	30,77062	100	664019	31,34254	100	929582	31,82243	100
	COM	252342	18,24739	100	372795	17,59640	100	491497	16,82545	100
	OUTROS	323867	23,41951	100	471157	22,23921	100	574366	19,66230	100
	TOTAL	1382894	100	100	2118587	100	100	2921153	100	100
FORTALEZ	RES	266010	31,48819	69,78959	404080	33,82478	66,17580	575629	35,90095	62,18257
	IND	278863	33,00982	65,53387	357421	29,91905	53,82692	486672	30,35286	52,35385
	COM	189700	22,45521	75,17575	291026	24,36124	78,06596	383920	23,94440	78,11258
	OUTROS	110220	13,04698	34,03249	142100	11,89493	30,15980	157160	9,801788	27,36234
	TOTAL	844793	100	61,08877	1194627	100	56,38791	1603381	100	54,88863
REGIAO METROP. FORTALEZ	RES	279779	30,85528	73,40198	424088	29,47997	69,45249	641274	31,34965	69,27390
	IND	305221	33,66114	71,72810	522108	36,29372	78,62847	753482	36,83511	81,05600
	COM	196827	21,70696	78,00010	297685	20,69322	79,85220	399421	19,52630	81,26621
	OUTROS	124919	13,77663	38,57108	194682	13,53309	41,31998	251377	12,28894	43,76600
	TOTAL	906746	100	65,56873	1438563	100	67,90200	2045554	100	70,02557

FONTE - Dados colhidos na COELCE.

2.2.1 Produção, Importação e Exportação de Energia.

A produção de energia primária teve uma significativa oscilação no período de 1980 a 1988, em função das atividades de exploração de petróleo e gás natural na plataforma continental do Estado. A variação na produção dos citados energéticos decorreu da política de investimentos adotada pela PETROBRÁS, que privilegiou os investimentos na Bacia de Campos-RJ em detrimento de outras províncias produtoras, tais como a produção "*offshore*" do Estado.

A cana-de-açúcar teve sua participação bastante ampliada, em razão da consolidação do Programa Nacional do Alcool - PROALCOOL a nível de Estado.

A importação e exportação de energia primária possui uma característica singular, na medida em que o Estado é importador de petróleo e derivados é também, simultaneamente, exportador de petróleo. Esta peculiaridade decorre da existência em nosso Estado de uma fábrica de asfalto e derivados que trabalha com petróleo pesado, enquanto que nossa produção é de petróleo médio ou leve, portanto inadequados para sua utilização na produção de derivados pesados. Os dados referentes a produção e importação foram extraídos do Balanço Energético Estadual, conforme indicado na Tabela XI.

TABELA XI

EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO, EXPORTAÇÃO E IMPORTAÇÃO DE ENERGIA
- PERÍODO: 1980/88 - 10³ tEP -

DISCRIMINAÇÃO	1980	1985	1988
PRODUÇÃO DE ENERGIA PRIMÁRIA	869,30	2.402,70	2.125,80
Petróleo	167,40	1.348,10	834,90
Gas Natural	21,10	209,80	90,30
Energia Hidráulica	1,20	-	-
Lenha	574,10	669,70	843,70
Cana-de-Açúcar	37,10	56,70	234,50
Outras Fontes Primárias	68,40	118,40	122,40
EXPORTAÇÃO DE ENERGIA PRIMÁRIA	-158,60	-1.235,50	-786,40
IMPORTAÇÃO DE ENERGIA PRIMÁRIA	155,70	244,50	208,10
Petróleo	155,70	233,00	198,60
Carvão Vapor	-	11,50	9,50
IMPORTAÇÃO DE ENERGIA SECUNDÁRIA	1.080,20	1.261,10	1.500,40
Óleo Diesel	250,40	250,10	287,30
Óleo Combustível	48,20	0,90	34,50
Gasolina	146,80	102,60	87,90
GLP	59,50	91,80	103,30
Querosene	59,60	43,30	41,60
Electricidade	472,10	681,40	806,30
Carvão Vegetal	5,40	8,80	11,50
Alcool Etilico	38,20	82,20	128,00

FONTES: Balanço Energético Estadual - 1989/COELCE.

2.2.2 Evolução do Consumo

No período abordado pelo balanço energético, (vide Tabela XIII) observá-se a introdução do gás natural e carvão vapor na matriz energética do Estado.

A utilização do gás natural como energético foi iniciada pela própria PETROBRÁS, no ano de 1983, nas plataformas marítimas de produção. Posteriormente, a partir do ano de 1987, com a entrada em operação do sistema de distribuição de gás para atendimento do segmento industrial, houve um substancial aumento do consumo de gás.

O carvão vapor teve o seu consumo iniciado, a nível de Estado, em 1985, destinando-se parcela majoritária à substituição de derivados de petróleo e lenha, no setor de cimento.

TABELA XII
EVOLUÇÃO DO CONSUMO POR FONTE

F O N T E	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Gas Natural	-	-	-	3	2	1	4	28	34
Carvão Vapor	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Lenha	583	588	605	597	638	634	669	666	694
Outras Fontes Prim. Renov.	67	87	142	101	128	118	107	121	122
Óleo Diesel	253	259	252	242	235	253	307	286	292
Óleo Combustível	83	85	70	65	53	52	59	61	50
Gasolina	149	134	138	118	109	104	115	98	91
GLP	58	63	78	81	80	89	107	115	128
Querosene	57	50	64	55	43	41	49	47	41
Eletricidade	382	440	472	531	553	591	670	649	711
Carvão Vegetal	55	57	66	68	79	86	81	94	98
Alcool Etílico	27	29	42	49	58	69	98	90	106
Bagaço de Cana	18	22	28	27	28	29	35	39	31
Produtos Não Energéticos	109	79	77	43	45	44	60	139	119
T O T A L	1.841	1.893	2.034	1.980	2.051	2.123	2.376	2.440	2.524
	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fonte - Balanço Energético Estadual, 1989/COELCE.

2.3 Avaliação do Mercado de Gás Natural na Região Metropolitana de Fortaleza

O mercado gás natural da RMF caracteriza-se pela sua diversidade, ou seja, não existem segmentos que prevaleçam sobre o conjunto, a ponto de que variações bruscas nesses segmentos possam determinar o comportamento de todo o mercado. A ausência de investimentos de porte por parte do Governo Federal ou de empresas privadas, excluiu do Estado a capacidade de modernizar sua economia através da implantação de empreendimentos de base tais como: siderúrgicas, refinarias, indústrias químicas e petroquímicas, fábricas de fertilizante, usinas de geração de energia e etc.

Essa realidade levou o Estado a um empobrecimento crescente, uma vez que o mesmo não conseguiu formular uma política de desenvolvimento urbano e rural, que garantisse as condições mínimas necessárias à manutenção de sua população. As consequências foram o empobrecimento e o êxodo da população, conforme definido nas seções 2.1 a 2.1.2.

A ausência de oportunidade de emprego provocou, na década de oitenta, uma proliferação de pequenos e médios negócios, ligados principalmente aos setores de comércio e serviços.

O mercado de energéticos, em particular o do gás natural, é extremamente pulverizado em um significativo número de consumidores potenciais, que por suas características intrínsecas apresentam um baixo consumo por unidade consumidora, gerando custos de investimento necessários ao atendimento do mercado. Como consequência, cresce o valor do investimento por metro cúbico de gás vendido - \$ / m³, levando a necessidade de se efetuar uma avaliação bem mais acurada em todos os parâmetros que compõem os custos de inversão do sistema de distribuição de gás natural canalizado, em especial naqueles que exercem influência direta nos custos de capital.

2.3.1 Pesquisa de Mercado

O perfil de mercado do consumidor de gás natural na RMF foi determinado através de uma pesquisa realizada em 1989 pela Companhia Energética do Ceará - COELCE, com apoio da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE e de consultoria especializada da Universidade Federal do Ceará - UFC, através da Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura - FCPC.

A determinação do perfil do mercado de gás natural foi estruturada através da coleta de informações estatísticas disponíveis e de levantamento amostral de campo contemplando os segmentos, industrial, comercial e prestação de serviços, transportes coletivos e domiciliar. Os dados obtidos foram submetidos ao tratamento padrão (consistência e qualidade), de maneira que os mesmos fôssem posteriormente utilizados para compor a base estatística da pesquisa.

O universo da pesquisa foi delimitado tomando por base o cadastro de consumidores da COELCE, que forneceu subsídios para adoção dos seguintes critérios: abrangência da área a ser pesquisada; definição do plano de amostragem; estimativa do tamanho da amostra e previsão da demanda futura. Os setores abrangidos foram o residencial, industrial, comércio/serviços e transporte urbano.

O setor residencial foi pesquisado através da aplicação de 1.008 questionários, nas diversas classes sociais de 21 bairros da cidade. O tamanho da amostragem foi calculado para um erro de amostragem de 3% e uma confiabilidade de 95%.

O setor industrial foi subdividido por ramo de atividade, tomando-se por referência o mesmo critério utilizado na confecção do cadastro de consumidores da COELCE. As indústrias situadas nas proximidades do gasoduto foram levantadas censitariamente. Nas demais empresas foi efetuada uma pesquisa amostral, na qual adotou-se 95% para os intervalos de confiança.

O setor de comércio e serviços teve sua amostragem definida pelo mesmo critério que o industrial. As empresas hoteleiras, e os hospitais foram também levantadas censitariamente.

O setor de transporte urbano teve um levantamento de todas as principais empresas de ônibus da RMF, além de pesquisa efetuada junto às cooperativas de táxi, empresas de transporte de carga e a Rede Ferroviária Federal S.A. - RFFSA.

2.3.2 Mercado de Gás Natural Canalizado Atendido

O sistema de abastecimento em operação na RMF, compreendendo a rede de transporte e distribuição, abastece a vinte e sete consumidores do setor industrial (inclusive um hospital e um centro social).

O volume de gás comercializado durante o primeiro trimestre de 1989, foi em média de sessenta e cinco mil e quatrocentos m³/dia, sendo distribuído pelos subsetores mostrados na Tabela XIII.

TABELA XIII
MERCADO ATUALMENTE ATENDIDO PELA SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO
EXISTENTE NA RMF

Subsetor	Consumo Médio Diário (1.000 m ³ /dia)	Participação no total (%)
Industrial		
Bebidas	17,0	26,0
Têxtil	13,2	20,2
Min. não Metál.	12,2	18,7
Alimentos	10,4	15,9
Metalúrgico	3,2	4,9
Vestuário/Calçados	2,0	2,0
Outros	7,4	11,3
Total	65,4	100,0

Fonte : COELCE - 1989.

No quadro acima observamos que dentre os consumidores atuais, os subsetores de bebidas, têxtil, minerais não metálicos e alimentos, representam 80% do consumo total de gás natural. Outros subsetores que possuem significativa importância econômica e social não contribuem para a formação do mercado de gás natural, tais como, vestuário e calçados.

2.3.3 Mercado Potencial de Gás Natural

O mercado potencial da RMF foi levantado através de pesquisa efetuada junto aos diversos segmentos de mercado, conforme descrito no item 2.3.1 . A pesquisa compreendeu os seguintes segmentos: empresas industriais, domicílios, unidades comerciais e serviços e o sistema de transporte coletivo urbano de passageiros: ônibus, táxis, trem suburbano e grandes frotas de transporte urbano de carga.

A aplicação do questionário tinha por objeto, além dos dados de consumo de energia, levantar informações sobre os aspectos sociais, econômicos e técnicos das unidades pesquisadas, com a finalidade de estabelecer o perfil de cada segmento de consumo. Outra informação colhida foi sobre a qualidade do atendimento atual e qual a opinião do consumidor sobre a possível substituição das fontes atuais por gás natural.

No trabalho de campo efetuado foi dada preferência aos consumidores próximos à rede do gasoduto, de forma a que se tivesse uma visão mais próxima possível da realidade, sem prejuízo da necessidade de se efetuar amostra em todos os recantos e garantir que os resultados fornecidos representem toda a RMF. A preferência por aplicação dos questionários em consumidores próximos ao gasoduto não comprometeu o seu resultado final, pois a rede de gasoduto atravessa quase toda a cidade, no sentido leste-oeste e leste-sul, conforme indicado na Figura V a seguir. Por outro lado, o direcionamento da pesquisa permitiu que fosse apontada com muito mais segurança a demanda potencial que poderia ser viabilizada sem grandes investimentos na infra-estrutura de distribuição do gás.

a - Empresas Industriais, o mercado potencial de consumo de gás natural foi obtido através da aplicação de cento e quarenta e um questionários, em unidades industriais localizadas preferencialmente próximas do gasoduto, que corta o município de Fortaleza e se estende até o distrito industrial no município de Maracanaú, com finalidade de reduzir os investimentos necessários para seu atendimento.

O desmembramento do mercado foi efetuado considerando o ramo de atividade da empresa industrial e o energético a ser substituído, possibilitando a identificação dos energéticos concorrenciais em função do uso final e por ramo de atividade.

Resumindo a avaliação dos energéticos concorrenciais ao gás natural abordaremos a seguir apenas os usos passíveis de substituição:

.Elettricidade, utilizada para - aquecimento de fluidos, caldeiras e estufas, conforme indicado na Tabela XIV.

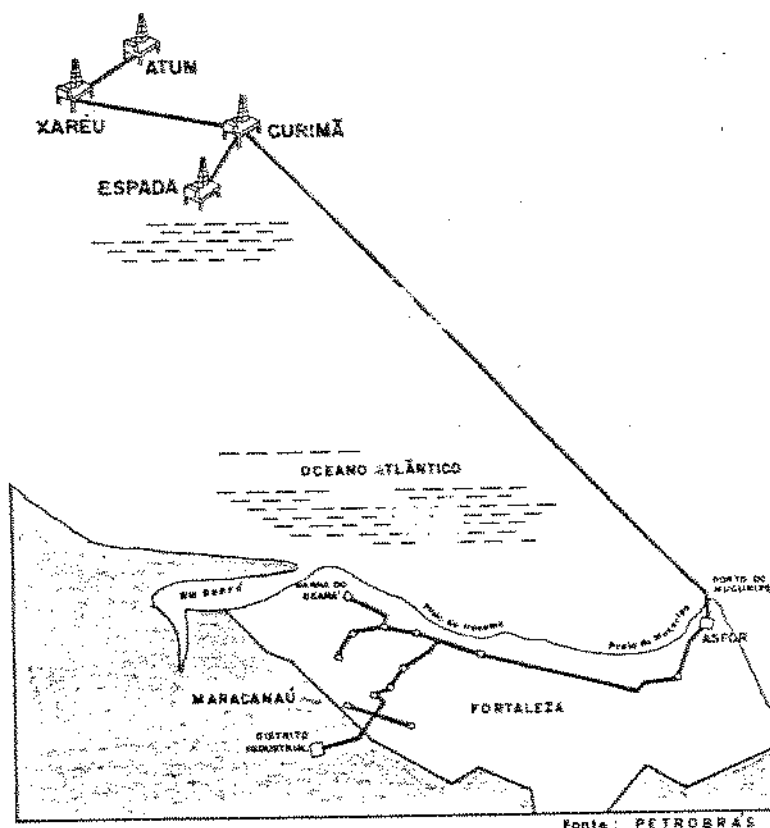
TABELA XIV

CONSUMO DE ELETRICIDADE SEGUNDO USO FINAL NAS EMPRESAS INDUSTRIAIS PESQUISADAS NA RMF.

Uso Final	Consumo (kWh/mês)
1.Aquecimento de fluidos.....	89.300
2.Caldeiras.....	190.162
3.Estufas.....	2.251.972
TOTAL	2.531.434

Fonte : COELCE/FCPC - Pesquisa de Campo, 1987.

FIGURA V
GASODUTO EXISTENTE - TRAÇADO BÁSICO



Fonte: PETROBRÁS

.Óleo Combustível, utilizado por 14% das empresas pesquisadas. É considerado como substituível em sua totalidade em razão do seu uso final, geração de calor. O consumo mensal de óleo combustível é de 489t.

.Óleo Diesel, utilizado por 13% das empresas pesquisadas e tem por uso final, aquecimento de fluidos, estufas, equipamento de transporte interno e geração de eletricidade. Considerado como substituível em todos os usos, o seu consumo mensal é de 31.782 litros.

.Gasolina e Alcool, utilizados por apenas 4 e 7,5%, respectivamente, das empresas pesquisadas e tem por uso final o transporte interno de carga. Foram considerados como substituíveis em sua totalidade. O consumo mensal é de 3.199 e 5.203 litros, respectivamente.

.Gás Liquefeito de Petróleo - GLP, é consumido regularmente por 50% das empresas pesquisadas, tendo por uso final geração de calor, geração de força motriz, movimentação de cargas e cocção de alimentos. O consumo mensal é de 20.347 kg, tendo sido considerado substituível em sua totalidade.

.Lenha e Carvão Vegetal, utilizados por 30 e 6,2%, respectivamente, das empresas pesquisadas, tendo por uso final a geração de calor. O consumo mensal de lenha é de 6.891 m³ e do carvão vegetal de 26 t, considerados como substituíveis em sua totalidade².

Na Tabela XV, são indicados os potenciais de consumo dos diversos sub-setores do segmento industrial

² Um dos mais graves problemas ecológicos do Estado é o desmatamento indiscriminado, inclusive para fins energéticos. Segundo o trabalho recém divulgado - SUDENE/IBAMA/FIBGE: Atualização do Antropismo na Região Nordeste, constatou-se ser o Ceará o estado que mais foi atingido, área antropizada - 84% da cobertura vegetal nativa.

TABELA XV
MERCADO POTENCIAL NO SEGMENTO INDUSTRIAL DA RMF

RAMOS DE ATIVIDADES	A	B	C	D	E
.Minerais ã-Metálicos	2889	20316	0,142	1081719	153605
.Metalurgia	612097	2919953	0,210	9294856	1951920
.Perfum.Sabões e Velas	14534	64600	0,225	79872	17971
.Produt.Mater.Plástic.	8645	1162728	0,007	1524953	10675
.Têxtil	146898	6131997	0,024	16452183	394852
.Produtos Alimentares	182850	3558135	0,051	8695618	443477
.Bebidas	13817	116946	0,118	1851387	218464
.Química	211853	296671	0,714	3075901	2196193
.Outros Ramos	277679	1794494	0,154	4420450	680750
TOTAL	---	---	---	---	6067907

Fonte : COELCE/FCPC - 1989.

LEGENDA

- .A - Consumo potencial de gás natural da amostra por ramo de atividade ($m^3/mês$).
- .B - Consumo total de eletricidade da amostra por ramo de atividade (kWh/mês).
- .C - Fator de multiplicação (A) / (B) - (m^3 de GN / kWh).
- .D - Consumo de eletricidade por ramo de atividade, na RMF (kWh / mês)
- .E - Consumo potencial de gás natural, na RMF, por ramo de atividade ($m^3/mês$).

b. - Domicílios, a quantificação do mercado domiciliar foi efetuada a partir do conhecimento dos energéticos consumidos que foram considerados substituíveis por gás natural. As informações colhidas sobre o perfil sócio-económico do consumidor residencial revelou que 70% dos consumidores potenciais são proprietários dos imóveis onde residem, 29% moram em imóveis alugados e 1% enquadram-se em outras formas de ocupação (empréstimo ou gratuito).Em relação ao tipo de imóveis, verificou-se que 83% dos mesmos são casas e o restante apartamentos. O número de pessoas residentes por domicílio é de 5,02.

A renda familiar encontra-se distribuída de acordo com a Tabela XVI, onde verifica-se que 56% das famílias possui renda mensal inferior a quatro salários mínimos e que somente 14% tem renda maior que dez salários mínimos.

TABELA XVI

DISTRIBUIÇÃO DA RENDA FAMILIAR MENSAL NA CIDADE DE FORTALEZA

Classe de Renda (em salário mínimo)	% das Família
.menos de 01.....	9,5
.de 01 a 02.....	24,0
.de 02 a 04.....	22,5
.de 04 a 06.....	17,3
.de 06 a 10.....	11,9
.de 10 a 20.....	9,9
.mais de 20 salários.....	4,9

Fonte : COELCE/FCPC - 1989.

Na mesma pesquisa constatou-se que em média somente 1% das unidades possuíam chuveiros elétricos e menos de 4 % utilizavam ar condicionado. Entretanto, o número de televisores por domicílio foi 1,13/und., enquanto que o percentual de geladeiras foi 99 % .

Com a finalidade de se identificar as possibilidades de substituir alguns usos domésticos de energia, analisaremos os diversos energéticos consumidos em função do uso final.

Gás Liquefeito de Petróleo - GLP. Utilizado por 99,5% da amostra pesquisada, é distribuído por uma empresa privada monopolística, que atende 90,23% dos consumidores em seus próprios domicílios e o restante através de aquisição do produto junto aos depósitos e vendas.

Um dos aspectos considerados como precário por sessenta e seis por cento dos consumidores foi a segurança do sistema de armazenagem de cilindros. Em relação ao consumo, foi encontrada uma correlação entre consumo e renda familiar, à exceção da faixa de renda inferior a um salário e na de faixa de quatro a seis salários mínimos. Na Tabela XVII, é mostrada baixa taxa de incremento de consumo de GLP em relação a classe de renda.

TABELA XVII
CONSUMO DE GLP POR CLASSE DE RENDA

CLASSE DE RENDA (Salários mínimos)	CONSUMO MÉDIO (Cilindro de 13 kg/mês)
menos de 1.....	1,44
de 1 a 2	1,43
de 2 a 4	1,48
de 4 a 6	1,46
de 6 a 10	1,60
de 10 a 20.....	1,68
mais de 20.....	1,83

Fonte : COELCE/FCPC - 1989.

Apesar de se constatar um incremento de consumo em razão do maior poder aquisitivo de algumas famílias, a amplitude da amostra é 0,39 cilindro de 13kg/mês, o que representa um diferencial de 27% entre as famílias que possuem renda inferior a um salário e aquelas com renda superior a vinte salários mínimos. O consumo médio encontrado foi 1,52 cilindro de 13 kg/mês ou 3,9 kg/mês "per capita".

Eleticidade. A taxa de domicílios atendidos pelo sistema da concessionária local na área pesquisada é de 99,5%, com um consumo médio por domicílio de 135,12 kWh/mês. Os usos finais da eletricidade nos domicílios não admitem a sua substituição por gás natural, pois é baixo o percentual de unidades que dispõem de chuveiro elétrico, vide texto anterior. Nos demais usos domiciliares, a energia elétrica se caracteriza por não admitir substituição por gás natural.

A Tabela XVIII, mostra a variação do consumo residencial em função da renda.

TABELA XVIII
CONSUMO DOMICILIAR DE ELETRICIDADE POR CLASSE DE RENDA.

CLASSE DE RENDA (Salários Mínimos)	CONSUMO MÉDIO (Kwh / mês)
menos de 1.....	85,15
de 1 a 2	100,47
de 2 a 4	117,59
de 4 a 6	138,54
de 6 a 10	151,17
de 10 a 20.....	210,08
mais de 20.....	263,17

Fonte : COELCE/FCPC - 1989.

Carvão Vegetal. Na área pesquisada constatou-se que somente 1,95% dos domicílios consomem carvão diariamente, e que 3,1% utilizam carvão esporadicamente. Os domicílios que consomem regularmente o carvão vegetal situam-se naqueles com patamar inferior de renda, enquanto que a parcela com renda superior a vinte salários mínimos utiliza o carvão para fins de lazer. Portanto, consideramos como pouco provável que o carvão vegetal possa ser substituído por gás natural.

Lenha. Na área pesquisada o consumo domiciliar de lenha praticamente inexistente, tendo sido constatado em apenas 0,02% dos consumidores pesquisados, com padrões de consumo regular idêntico ao carvão vegetal (vide item anterior), não se identificando nenhum uso nos domicílios de renda mais elevada.

O consumo potencial de gás natural foi estimado considerando a possibilidade de conversão dos diversos energéticos utilizados a nível domiciliar por uma quantidade de energia equivalente em gás natural, exceto para uso da lenha e carvão e da energia elétrica, em razão dos motivos expostos anteriormente.

Na Tabela XIX, o mercado potencial de gás natural surge como substituto exclusivo do GLP, nos municípios de Fortaleza, Caucaia e Maracanaú.

TABELA XIX

MERCADO POTENCIAL DOMICILIAR DE GÁS NATURAL NA RMF

MUNICÍPIO	Nº DE DOMICÍLIOS	CONSUMO	
		GLP EM t/MÊS	GN EM 1.000m ³ /m
Fortaleza	355.280	7.020	8.490
Caucaia	14.020	277	355
Maracanaú	25.270	499	603
TOTAL	394.570	7.796	9.448

Fonte : COELCE/FCPC - 1989.

c. Comércio e Serviços. O mercado potencial de gás natural foi determinado através de pesquisa efetuada junto a oitenta e seis empresas do ramo, seguindo o mesmo critério utilizado para determinação do mercado potencial no ramo industrial.

Eletricidade. Analisando sob o aspecto do uso final, a eletricidade tem três usos básicos iluminação, acionamento de motores e geração de calor. A geração de calor é o único uso em que a eletricidade pode ser competitivamente substituída por gás natural.

Na Tabela XX observa-se a distribuição do consumo final de eletricidade na produção de calor.

TABELA XX

CONSUMO FINAL DE ELETRICIDADE NA GERAÇÃO DE CALOR, COMÉRCIO-SERVIÇOS

USO FINAL	CONSUMO (mWh/mês)
1. Aquecimento de Fluidos.....	633
2. Caldeiras.....	3.144
3. Estufas.....	10.765
TOTAL	14.543

FONTE : COELCE/FCPC - 1989

Óleo Combustível e Diesel. São muito pouco utilizados pelas empresas pesquisadas, e todos os seus usos foram considerados como substituíveis por gás natural. O consumo mensal identificado foi de 4,86 te 489 l, respectivamente de óleo combustível e Diesel.

Gás Liquefeito de Petróleo. Intensamente utilizado nas empresas pesquisadas. Sendo consumido em 66,3% da amostra analisada, foi considerado como integralmente substituível por gás natural. O consumo identificado na amostra foi de 1,8t por mês.

A exemplo do que foi utilizado na indústria, a segmentação do setor de comércio e serviços possibilitou informações sobre o potencial de consumo dos segmentos listados a seguir: serviços de alojamento e alimentação; serviços pessoais; comércio varejista e outros ramos de comércio.

Na Tabela XXI é efetuado o levantamento do mercado potencial de comércio-serviços por ramos de atividades.

TABELA XXI

MERCADO POTENCIAL NO SEGMENTO COMÉRCIO E SERVIÇOS

RAMOS DE ATIVIDADES	A	B	C	D	E
.Serviço de Alojamento	7198	60821	0,118	4271589	504047
.Serviços Pessoais	806	25956	0,031	2146755	66549
.Comércio Varejista	457	31691	0,014	7703316	107846
.Outros Comércio	571	49306	0,011	11321707	124538
TOTAL	9032	167774	---	25443367	802980

Fonte : COELCE/FCPC - 1989.

LEGENDA

- .A - Consumo potencial de gás natural da amostra por ramo de atividade ($m^3/mês$).
- .B - Consumo total de eletricidade da amostra por ramo de atividade (kWh/mês).
- .C - Fator de multiplicação (A) / (B) - (m^3 de GN / kWh).
- .D - Consumo de eletricidade por ramo de atividade, na RMF (kWh / mês)
- .E - Consumo potencial de gás natural, na RMF, por ramo de atividade ($m^3/mês$).

d.Transporte. O mercado potencial na área de transportes foi determinado levando-se em conta a demanda de derivados de petróleo das frotas urbanas de ônibus, transporte de carga, táxis e trens suburbanos.

O levantamento dos dados foi efetuado por pesquisa direta junto a todas as empresas concessionárias de transporte coletivo urbano de Fortaleza, Rede Ferroviária Federal - RFFSA, cooperativas e sindicato de táxis, além do transporte urbano de carga, através de pesquisa realizada nas três maiores empresas de transporte urbano de carga.

Óleo Diesel. É o principal energético utilizado pelas frotas de ônibus urbanos, empresas transportadoras de carga no perímetro urbano e pela Rede Ferroviária Federal.

- Frotas de Ônibus Urbanos. Pertencem a vinte e duas concessionárias que operam 848 ônibus, servindo à 140 itinerários, transportando diariamente 740.000 passageiros. Quanto a idade da frota, apenas 23,6% dos ônibus tem menos de cinco anos de uso, enquanto 63,7% tem entre cinco e dez anos e o restante, 12%, já ultrapassaram os dez anos de uso.

Outro fato que contribui para a prestação de um serviço de baixa qualidade são as condições precárias das vias de trânsito e má conservação dos veículos. Segundo os dados coletados, a frota percorre uma distância média de 150.000 km por dia, o que implica numa média de 5.377 km/mês, percorridos por veículo, com consumo de 2,46 km/l de óleo Diesel.

A frota de ônibus interurbanos que circula na RMF é de 17 veículos, que rodam uma média diária de 39.488 km ou seja, uma média mensal de 6.887 km por veículo.

- Trens Suburbanos operados pela Rede Ferroviária Federal. O sistema dispõe de sete locomotivas a Diesel, que diariamente percorrem 1.486 km, perfazendo 44.580 km/mês, o que implica em um consumo de 15.900 l de óleo Diesel/mês.

- Frota Urbana de Carga. Na amostra pesquisada as empresas operam com 128 veículos, percorrendo 460.350 km/mês, o que corresponde a um consumo médio de 4,2 km/l de óleo Diesel, perfazendo um consumo mensal de 106.859 l.

Gasolina e Álcool. Consumidos pela frota de 4.100 táxis que operam na RMF em regime médio de 12,4 h/dia por veículo, com número de horas trabalhadas mínimo de oito horas e o máximo de 24 horas/dia. Quanto ao combustível utilizado, os veículos se dividem em 50,25% de carros a gasolina e o restante 49,75% movidos a álcool. A quilometragem média percorrida por veículo é de 178 km e o rendimento operacional médio, em termos de consumo de combustível, é de 7,9 km/l nos carros a gasolina e 6,8 km/l nos veículos a álcool. Na Tabela XXII, o mercado potencial é mostrado por tipo de veículo.

TABELA XXII

MERCADO POTENCIAL DE CONSUMO DA FROTA DE TRANSPORTE NA RMF

TIPO DE VEÍCULO	TOTAL km/m PERCORRIDO	CONSUMO MÉD. km/l	CONSUMO DE COMBUST(1)	CONSUMO DE G.N. m ³ /mês
1 Ônibus - urbanos (Diesel) interrub.	4.560.000 1.184.640	2,46 2,70	1.853.658 438.755	1.751.706 414.623
2 Transp.Carga(Diesel)	460.350	4,20	106.859	100.221
3 Trem Suburbano(Dies)	44.580	2,80	15.900	15.025
5 Táxi - gasolina	11.000.400	7,90	1.392.456	1.191.942
álcool	10.893.600	6,80	1.602.000	919.548
T O T A L	28.143.570	---	5.409.628	4.393.065

Fonte : COELCE/FCPC - 1989.

e. Cogeração. Em trabalho anterior à referida pesquisa, a concessionária local, através do Departamento de Desenvolvimento Energético - DDENE, havia efetuado um levantamento do potencial de cogeração encontrando na RMF, em algumas empresas que teoricamente poderiam implantar sistemas de geração simultânea de calor e eletricidade - cogeração. Na Tabela XXIII listamos apenas a parcela do mercado de cogeração que possui perspectiva técnicas e econômicas de viabilizar um sistema, segundo critérios definidos pela ELETROBRÁS (10 t/hora de vapor; considerou-se apenas os sistemas que produziam vapor "ciclo Rankine").

TABELA XXIII

MERCADO POTENCIAL DE COGERAÇÃO NA RMF

S U B - S E T O R	CONSUMO MENSAL (Nm ³)
A.Bebidas	179.000
B.Química	108.000
B.Têxtil	244.000
T O T A L	531.000

Fonte : COELCE/DDENE - 1987.

A Tabela XXIV, a seguir, mostra em resumo o consumo potencial de gás natural na RMF nos seguintes segmentos de mercado: industrial, cogeração, residencial, comércio-serviços e transporte.

TABELA XXIV
RESUMO DO MERCADO POTENCIAL DE GÁS NATURAL NA RMF

S E T O R	CONSUMO (Nm ³) MENSAL e	DIÁRIO
1. INDÚSTRIA	6.067.907.....	202.264
2. COGERAÇÃO (*).....	531.000.....	17.700
3. RESIDÊNCIA	9.448.000.....	314.934
4. COMÉRCIO-SERVIÇOS	802.980.....	26.766
5. TRANSPORTE	4.393.065.....	146.435
T O T A L	21.242.952.....	708.099

Fonte : COELCE/FCPC/DDENE - 1989.

* - O mercado de cogeração industrial foi identificado e previamente avaliado, de forma que o mesmo se constitui praticamente no mercado efetivo.

2.3.4 Delimitação do Mercado a Ser Atendido

A identificação do mercado potencial de gás natural é um excelente indicador para determinar qual será o limite teórico máximo de fornecimento, "*ceteris paribus*". Entretanto, para determinação das quantidades reais de gás a serem fornecidas aos diversos segmentos de mercado, faz-se necessário a determinação de condicionantes técnicos e econômicos que limitam o volume a ser fornecido.

No caso da RMF, procurou-se delimitar os segmentos de mercado considerando suas características principais, tais como: necessidade de investimento, dispersão física dos consumidores, consumo por unidade atendida, infra-estrutura existente e outros.

Analísando cada segmento de mercado "*per se*", determina-se qual a real possibilidade de consumo, de forma que os valores encontrados possam ser utilizados na avaliação técnica da expansão da rede de distribuição e rentabilidade dos investimentos efetuados.

A determinação dos critérios para cada segmento foi efetuada juntamente com uma empresa de consultoria³ contratada pela Companhia Energética do Ceará, para determinação das reais possibilidades econômicas e técnicas para implantação de uma empresa de distribuição de gás natural canalizado na RMF.

a. Mercado Industrial. Para que houvesse numa garantia da qualidade dos dados coletados na primeira pesquisa de mercado foi efetuado o levantamento de todo o traçado do gasoduto, identificando as empresas industriais mais próximas do mesmo e, aplicado um questionário de consolidação às empresas instaladas ao longo da rede de gás. Nessa pesquisa expedita foram excluídas todas as empresas cujo consumo fosse inferior a 300 Nm³/mês.

Os resultados obtidos foram distribuídos em três grupos distintos, listados na Tabela XXV, em função dos seguintes critérios:

1. Empresas localizadas ao lado do gasoduto
2. Demais empresas industriais
3. Empresas com demanda inferior a 300 m³/mês

TABELA XXV
PRIORIDADE DE ATENDIMENTO DO MERCADO EFETIVO NA INDÚSTRIA

PRIORIDADE DE ATENDIMENTO	Nº ACUMULADO DE CONSUMIDORES	CONSUMO DIÁRIO CUMULATIVO (mil Nm ³ /DIA)
INDUSTRIAS JÁ ATENDIDAS	27	65,0
Prioridade - 1	38	70,7
Prioridade - 2	68	160,5
Prioridade - 3	102	162,6

Fonte : COELCE/TECHNOPLAN - 1989.

³ TECHNOPLAN TECNOLOGIA E PLANEJAMENTO LTDA, que elaborou, no ano de 1989, em parceria com a COELCE o trabalho, "ESTUDO DE PRÉ-VIABILIDADE - IMPLANTAÇÃO DE UMA COMPANHIA DISTRIBUIDORA DE GÁS NA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA". Volume I - SUMÁRIO EXECUTIVO; Volume II - RELATÓRIO FINAL; E, Volume III - ANEXOS.

b. Mercado Residencial. Esse mercado apresenta a menor atratividade para investimento, uma vez que na RMF o consumo de GLP por residência é muito baixo (1,52 cilindro de 13 kg/mês), e a utilização de chuveiros elétricos é bastante restrita (0,09 chuveiros por residência), mesmo nos logradouros de maior adensamento de renda e de população.

O atendimento do mercado residencial deverá ser condicionado à expansão da rede de gás para abastecimento de outros mercados mais rentáveis. Os critérios para identificação das áreas mais promissoras são baseados na concentração espacial de moradias e renda por domicílio.

Levando em consideração os critérios citados, foi escolhida uma área compreendida entre as avenidas Santos Dumont, Santana Junior, Bello Mar (presidente Kennedy) e a rua João Carneiro, compreendendo uma área de quatro quilômetros quadrados, contendo em seu interior 5.255 apartamentos, 15.185 casas e cerca de 200 estabelecimentos comerciais.

O universo compreendido não pode ser considerado "in totum", para efeito de cálculo de viabilidade, pois as suas características intrínsecas inviabilizariam o empreendimento. Portanto, foi efetuada uma nova pesquisa na área acima especificada, para identificação mais precisa do perfil de consumo dos domicílios, em especial dos apartamentos, uma vez que boa parte dos edifícios ali construídos possuem canalização interna de gás, facilitando uma provável interligação desses condomínios com a rede subterrânea de gás natural.

O extrato da nova pesquisa pode ser visto na Tabela XXVI, onde foi considerado, para fins de atendimento, apenas 3.156 domicílios, todos situados em condomínios verticais.

TABELA XXVI

MERCADO RESIDENCIAL, EFETIVO, DE GÁS EM MICRO-REGIÃO DA RMF

DESCRIMINAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
Número de Estabelecimento	Apartamentos	3.156
Consumo Médio p/ Cocção	m ³ /dia por apart.	0,824
Consumo Médio p/ Cocção e Aquecimento de Água	m ³ /dia por apart.	1,210
Consumo Total	m ³ /dia	2.600 à 3.800

Fonte : COELCE - 1989.

c.Comércio e Serviços. Para consolidar as informações colhidas, foi efetuada nova pesquisa na área da Av. Beira Mar (presidente Kennedy) e proximidades, inquirindo todos os hotéis e restaurantes instalados naquela parte da cidade.

As novas informações colhidas permitiram uma maior segurança no dimensionamento da rede de gás, em função do volume necessário ao atendimento deste setor.

O levantamento dos estabelecimentos a serem atendidos pela rede de gás canalizado é apresentado na Tabela XXVII a seguir.

TABELA XXVII

MERCADO EFETIVO DE GÁS - COMÉRCIO E SERVIÇOS,ÁREA BEIRA MAR

PARÂMETROS	HOTÉIS	RESTAURANT	SOMATÓRIO
Número de Estabeleciment	17	17	34
Demanda de Gás (m ³ /dia)	2.358,6	466,7	2.825,4
.Substituição GLP	1.551,5	466,7	2.018,3
.Substituição Eletric	804,2	0,0	804,2
.Substituição Óleo Dies	2,9	0,0	2,9
Consumo Médio:m ³ /estab-d.	138,7	27,5	83,1

Fonte : COELCE/TECHNOPLAN - 1989.

O demanda prevista permite o dimensionamento do mercado para o momento presente, através da incorporação dos consumidores já identificáveis. Saliente-se que há uma interseção entre os segmentos residencial e comércio-serviços, pois ambos estão localizados na mesma área (próximos a Av. Beira Mar), fato que poderia atuar como diluidor dos custos de investimento para atendimento de ambos.

d. Transporte. A utilização do gás natural no setor de transporte urbano de passageiros possui vantagens que transcendem a análise convencional de investimento. Algumas vantagens são de difícil mensuração, mas de fácil constatação pela comunidade beneficiária, tais como: redução da poluição ambiental causada pela liberação de gases e particulados, redução da importação de Diesel, aumento da vida útil dos motores e redução dos custos de operação e manutenção das frotas.

O atendimento do mercado de transporte urbano de passageiros e de carga, beneficiará diretamente 740.000 usuários dos transportes coletivos da RMF, além dos benefícios indiretos que advirão para toda a população. Em razão do exposto, considerou-se que o atendimento do mercado de transportes será meta prioritária para investimento. .

Na Tabela XXVIII são mostrados os valores efetivos de consumo do gás natural comprimido - GNC, para uso veicular.

TABELA XXVIII
MERCADO EFETIVO DA FROTA DE TRANSPORTE NA RMF

TIPO DE VEÍCULO	TOTAL km/d PERCORRIDO	CONSUMO MÉD. km/l	CONSUMO DE COMBUST(I)	CONSUMO DE G.N. m ³ /dia
1 Ônibus - urbanos (Diesel) interurb.	76.000	2,46	30.894	29.195
2 Transp.Carga(Diesel)	7.668	4,20	1.780	1.670
3 Trem Suburbano(Dies)	---	---	---	---
5 Táxi - gasolina	183.340	7,90	23.208	19.866
álcool	183.560	6,80	26.700	15.326
T O T A L	450.568	---	82.582	66.057

Fonte : Dados Processados da Tabela XXII.

e. Cogeração. O mercado de cogeração foi estimado em pesquisa prévia, com critérios rígidos de inclusão de empresas como futuras unidades a utilizarem essa forma de conversão de energia, para atendimento de suas necessidades simultâneas de eletricidade e calor. A Tabela XXIX mostra o que considerou-se como mercado efetivo de atendimento no curto prazo.

TABELA XXIX

MERCADO EFETIVO DE COGERAÇÃO NA RMF

S U B - S E T O R	CONSUMO DIÁRIO (Nm ³)
A. Bebidas	5.967
B. Têxtil	8.133
T O T A L	14.100

Fonte : COELCE/DDENE - 1987.

A Tabela XXX mostra um resumo do mercado efetivo de gás natural, para atendimento imediato na RMF, observando uma série de restrições reais ao mercado potencial, de forma que o mesmo se aproxime o máximo possível da realidade.

TABELA XXX

RESUMO DO MERCADO EFETIVO DE GÁS NATURAL NA RMF

S E T O R	CONSUMO DIÁRIO (Nm ³)
1. INDÚSTRIA Sub-Total(*).....	162.600
- Prioridade 1.....	70.700
- Prioridade 2.....	160.500
- Prioridade 3.....	162.600
2. COGERAÇÃO	14.100
3. RESIDÊNCIA	3.800
4. COMÉRCIO-SERVIÇOS	2.825
5. TRANSPORTE	66.057
T O T A L	249.382

Fonte : COELCE/FCPC/DDENE - 1989.

* - Os valores do setor industrial foram incorporados como o somatório das três prioridades.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. GÁS NATURAL: Estudo de Mercado na Região Metropolitana de Fortaleza - COELCE/SUDENE. 1988, 93 p.
2. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CEARÁ - Fundação Instituto de Planejamento do Ceará, IPLANCE 1985/87. 1025 p.
3. BALANÇO ENERGÉTICO DO ESTADO DO CEARÁ, 1980-1988, Companhia Energética do Ceará - COELCE. 1991

BIBLIOGRAFIA

4. PESQUISA NACIONAL POR AMOSTRA DE DOMÍLIOS - Regiões Metropolitanas: Belém, Fortaleza, Recife, Salvador, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo, Curitiba e Porto Alegre. IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1986, 615 p.
5. DORFMAN, Robert. Preços e Mercados, Biblioteca de Ciências Sociais - ZAHAR EDITORES, 2ª Edição. 1977, 356 p.
6. HOGENDORN, Jan S. O Mercado na Economia Moderna : Uma Introdução a MicroEconomia, Biblioteca de Ciências Sociais - Zahar Editores, 235 p.
7. SPIEGEL, Murray R. Estatística, Coleção Schaum - Editora McGraw-Hill do Brasil LTDA, 1972, 580 p.
8. PETERS & SUMMERS. Análise Estatística e Processo Decisório, Editora da Fundação Getulio Vargas, 2ª Edição. 1978, 683 p.

CAPÍTULO III

ANÁLISE FINANCEIRA DO EMPREENDIMENTO

3. Descrição do Sistema Existente

O Estado dispõe de uma razoável infra-estrutura na área de produção, transporte, processamento e distribuição de gás natural. A implementação dessa infra-estrutura decorreu em grande parte da necessidade de se extrair petróleo, uma vez que, a quase totalidade dos poços "offshore" tinham sua produção de petróleo associada à produção de gás natural, tornando compulsória a extração do gás.

O sistema cearense de produção de petróleo é composto de duas regiões distintas. A principal delas está situada na plataforma continental, sub-bacia de Mundaú onde estão localizados os quatro campos produtores de petróleo e gás associado que são: Atum, Xaréu, Espada e Curimã, conforme Figura IV, Capítulo I. Além dos quatro campos produtores, destacam-se, na sub-bacia de Mundaú, algumas acumulações de gás não-associado nos poços CES-66 (CES-Ceará submarino) e de gás-associado no poço CES-33. Também salientamos a acumulação de gás não-associado no poço CES-49, localizado a cerca de 30 km ao norte de Fortaleza, que teve sua capacidade de produção avaliada, através de testes, em 180.000 Nm³/dia.

Os campos marítimos de produção estão situados em águas rasas sob uma lâmina de água média de 40 m, distando da costa cerca de 35 km ou a 80 km de Fortaleza.

A região produtora "onshore" situa-se a 145 km de Fortaleza próxima a divisa com o Estado do Rio Grande do Norte, no município de Icapuí, parte continental da Bacia Potiguar. O campo produtor denomina-se Fazenda Belém e caracteriza-se pela pequena profundidade e baixa produção dos poços, sendo desprezível a produção de gás natural da jazida.

O transporte de gás natural entre os campos "offshore" e a cidade de Fortaleza é efetuado através de gasoduto submarino que interliga, entre si, os poços de produção e a cidade. Os campos de Atum, Xaréu e Espada são interconectados ao de Curimã por um ramal secundário com tubo de doze polegadas de diâmetro ($\varnothing = 12''$) e 32 km de extensão. O ramal principal possui 83 km de extensão e dezesseis polegadas de diâmetro ($\varnothing = 16''$). Ambos são confeccionados em aço especial e revestidos com uma camada protetora de polietileno, além de disporem de um sistema de proteção catódica por corrente impressa⁴. A capacidade de transporte de gás pelo ramal principal do gasoduto submarino é de 450.000 Nm³/dia.

O gás natural úmido- GNU ao chegar no continente (Fortaleza) sofre um tratamento prévio para retirada das frações pesadas (GLP, gasolina natural e outros) e de impurezas que vêm junto com o gás extraído. No caso do gás produzido na plataforma continental cearense, as impurezas são cerca de 2%, na forma de nitrogênio e dióxido de carbono, conforme mostrado no Capítulo I - Tabela II.

O tratamento do GNU é efetuado em uma planta industrial denominada Unidade de Processamento de Gás Natural - UPGN, que possui a seguinte ficha técnica:

- Produção Diária -

.Capacidade de Processamento (GNU).....	350.000 Nm ³
.Gás Liquefeito de Petróleo (GLP).....	48.000 kg
.Gasolina Natural	21.200 kg
.Gás Natural Residual ou Seco (GNS).....	280.000 Nm ³

A Distribuição do GNS é efetuada por uma malha com 60,5 km de extensão, em tubulações com diâmetros que variam de uma a quatorze polegadas ($\varnothing = 1''$ a $14''$), cortando a cidade no sentido leste - oeste e leste - sul.

⁴ Os sistemas de gasodutos instalados em zonas urbanas necessitam de especial atenção para prevenir desgaste de dutos e equipamentos. Por esse motivo, são necessários cuidados extras na especificação dos materiais, equipamentos, e na proteção da rede contra os efeitos da corrosão (revestimento e proteção catódica).

No perímetro urbano, a PETROBRÁS assegura que a tubulação opera em baixa pressão, segundo as normas vigentes de segurança, existindo em cada ponto de entrega um conjunto de redução de pressão.

Mercado Adotado Para Fins de Avaliação de Investimento

O Mercado Adotado para fins de avaliação técnica e econômica, ou seja, aqueles segmentos do mercado que realmente poderão ser atendidos difere um pouco do Mercado Efetivo e bastante do Mercado Potencial. Essa diferenciação ocorre em função da necessidade de se considerar restrições reais do nosso caso, onde exemplificamos a restrição de recursos financeiros e estratégias de expansão da rede.

Os limites existentes para atendimento do mercado podem variar em razão da legislação, decisão política de Governo, benefício social, política de industrialização, problemas ambientais, capacidade de investimento, rentabilidade etc.

A indisponibilidade de dados reais do mercado do gás natural na RMF, fez com que se utilizasse como referência os dados de crescimento do mercado de energia elétrica no Estado conforme Tabela XXXI.

TABELA XXXI
VARIAÇÃO DO MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA NO CEARÁ

	Em %				
C L A S S E	86/85	87/86	88/87	89/88	90/89
Residencial	12,33	-3,99	9,78	11,56	14,77
Industrial	17,04	-3,48	10,40	11,26	0,89
Comercial	11,01	-5,46	8,15	5,78	9,82
TOTAL	13,32	-6,60	9,16	8,91	9,60

Fonte: COELCE

OBSERVAÇÃO: No ano de 1987 ocorreu racionamento de energia elétrica no nordeste

Os valores que foram utilizados para compor o hipotético histórico de consumo do gás natural foram tomados da Tabela XXXI, impondo aos dados de evolução do consumo de energia elétrica uma sensível atenuação.

A retirada dos "picos" foi realizada com o intuito de reduzir as variações bruscas de consumo⁵, aproximando-os mais das curvas reais, uma vez que a demanda de gás natural não sofre grandes alterações (exceto para o segmento industrial), mesmo considerando épocas de crise.

A Tabela XXXII, mostra os valores utilizados como referência para os cálculos de viabilidade técnico-econômica e análise de risco do empreendimento.

TABELA XXXII
ESTIMATIVA DAS TAXAS DE CRESCIMENTO HISTÓRICO DO CONSUMO DE GÁS NA RMF
Em %

C L A S S E	86\85	87\86	88\87	89\88	90\89
INDUSTRIAL	4,35	-3,48	2,60	2,81	0,45
TRANSPORTE	3,33	-3,30	2,29	2,23	2,40
COGERAÇÃO	4,35	-3,48	2,60	2,82	0,45
RESIDÊNCIA	3,08	-1,99	2,44	2,89	3,69
COMÉRCIO-SERVIÇ	5,50	-2,73	4,07	2,89	2,44

Fonte: Dados computados.

A necessidade de efetuar a análise financeira dos investimentos pressupõe que exista uma previsibilidade mínima do comportamento futuro do mercado de gás natural na RMF. Os níveis de consumo foram projetados tomando-se por base os mesmos percentuais de variação da Tabela XXXII.

⁵ 1 A análise dos dados de consumo de gás, principalmente dos segmentos residencial e comercial, das empresas de distribuição mostra uma elevada estabilidade, possuindo relativa imunidade aos efeitos cíclicos da economia.

2- Durante o ano de 1987, houve um racionamento de energia elétrica na região, provocando fortes taxas negativas no mercado.

A evolução do consumo de gás no mercado da RMF foi estimada segundo as taxas de crescimento contidas na Tabela XXXII. Na montagem do Mercado Adotado foram utilizados critérios ainda mais conservadores que aqueles adotados para confecção do Mercado Efetivo, de forma que, os níveis de consumo situam-se muito abaixo daqueles levantados no Mercado Efetivo, conforme visto no Capítulo II - Tabela XXX. Na Tabela XXXIII são mostrados os valores projetados para o mercado da RMF.

TABELA XXXIII
PROJEÇÃO DA DEMANDA DE GÁS NATURAL NA RMF

EM Nm³/dia

C L A S S E	91\92	92\93	93\94	94\95	95\96
1. INDUSTRIAL	127.620	132.599	146.060	160.207	170.723
2. TRANSPORTE	30.167	58.367	59.703	61.033	62.498
3. COGERAÇÃO	8.850	9.227	9.672	10.829	10.881
4. RESIDÊNCIA	3.299	3.218	3.312	3.408	3.533
5. COMÉRCIO-SERVIÇO	2.106	2.324	2.712	2.936	3.153
T O T A L	172.042	205.537	221.459	238.413	250.788

Fonte: Dados Computados⁶.

3.0.1 INDUSTRIAL

- Limite mínimo de consumo por ponto de entrega 10 Nm³/dia, para fins de inclusão no Mercado Adotado.

- Atendimento previsto para 68 estabelecimentos industriais, dos quais 27 já atendidos e 41 a serem incorporados (Prioridade 2).

⁶ 1-As taxas de crescimento utilizadas foram as mesmas da Tabela XXVI, admitindo-se a repetição ocorrida no mercado - período de 1992 a 1996.
2-A base de referência foi considerada observando as restrições de caráter financeiro, mercadológico, plano plurianual de investimento do Governo, incorporação de novos consumidores e limitações técnicas do sistema.

- Consumo previsto para o período 1991 a 1995 será efetivado da seguinte maneira:

Primeiro ano -

$$- Q_{vf1} = ((Q_{p2} - Q_{va}) * T_{an}) + Q_{va}) * T_{ca} \quad (1)$$

Onde

Q_{vf1} - quantidade final de gás natural vendido em Nm^3/d .

Q_{va} - quantidade de gás vendido anteriormente no setor industrial em Nm^3/d .

Q_{p2} - quantidade de gás natural prevista para venda em Nm^3/d .

T_{an} - taxa de atendimento do seg. de mercado adotado em % .

T_{ca} - t.de crescimento do seg. de mercado em % $((x /100) + 1)$.

Para os demais anos -

$$Q_{vf} = ((T_{ana} * Q_{ma}) + Q_{vfa}) * T_{ca} \quad (2)$$

Onde

Q_{vf} - quantidade final de gás natural vendido em Nm^3/d .

Q_{vfa} - quantidade vendida ano anterior em Nm^3/d .

Q_{ma} - quantidade assumida pelo Mercado Adotado Nm^3/d .

T_{ana} - taxa de incremento sobre ano anterior em percentual % $(x /100)$.
 $\therefore, x = (T_{an_2} - T_{an_1})$

T_{ca} - t.de crescimento do seg. de mercado em % $((x /100) + 1)$.

. As taxas adotadas para o segmento industrial foram:

TAXAS ADOTADAS	91\92	92\93	93\94	94\95	95\96
1.T.Cresc(T_{ca}) %	4,35	-3,48	2,60	2,81	0,45
2.At.Merc(T_{an}) %	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0

- Foi previsto que o investimento necessário para atender os consumidores da Prioridade 2 serão efetuados em sua totalidade no instante inicial.

- Os investimentos já efetuados no gasoduto em operação serão considerados como custos exclusivos do segmento industrial.

3.0.2 TRANSPORTE

- No caso do setor de transporte, para o primeiro ano, foram considerados para efeito de atendimento do mercado a inclusão de 44,2 % da frota urbana (base - Mercado Efetivo). No segundo ano, adota-se que serão incorporados mais 44,2 % do total previsto, perfazendo 88,4 % da frota de ônibus urbanos e táxis. O restante do mercado de transporte foi considerado como não atendível no horizonte de cinco anos, ficando o crescimento de mercado tão somente por conta do crescimento vegetativo da frota considerada.

- A opção adotada tem por objeto beneficiar a população que utiliza os transportes urbanos de passageiros, ônibus e táxis, em razão do grande alcance social que essas modalidades propiciarão aos seus usuários diretos, cerca de 800.000 pessoas/dia quando o sistema estiver implantado em sua totalidade⁷.

- O benefício indireto deve também ser considerado com a redução da poluição atmosférica na RMF, principalmente na região central da cidade e principais corredores de tráfego.

- O consumo de gás natural comprimido - GNC, foi previsto para ser implantado da seguinte maneira:

TAXAS ADOTADAS	91\92	92\93	93\94	94\95	95\96
1.T.Cresc(Tca) %	3,33	-3,30	2,29	2,22	2,40
2.At.Merc(Tan) %	44,2	88,4	88,4	88,4	88,4

A determinação dos níveis de consumo do segmento de transporte da Tabela XXXIII foi obtida utilizando-se a fórmula (2).

⁷ A viabilização do uso do gás natural em larga escala, no transporte coletivo de passageiros, depende em sua parcela maior da adoção de políticas realistas de preço dos derivados de petróleo a nível federal e, de forma complementar, da redução dos encargos estaduais e municipais.

3.0.3 COGERAÇÃO

O mercado adotado para cogeração foi considerado o mesmo aceito como mercado efetivo. Na fase de identificação do mercado potencial o mesmo já tinha sido previamente reduzido a duas unidades industriais, com o propósito de se aproximar o mais possível da realidade.

Apesar das restrições já existentes, introduzimos dentro dos dados levantados um cronograma para incorporação desse mercado, de forma que, ao final do período considerado, cinco anos, o consumo não excederá a 80 % do valor inicialmente previsto.

As restrições foram impostas em razão de informações colhidas junto às unidades industriais, considerando regimes de operação, manutenção e levantamentos prévios de custos de produção da energia cogerada.

Os valores de incremento do mercado utilizam os mesmos índices do mercado industrial, visto que o mercado de cogeração é um submercado do setor industrial.

A introdução de um sistema de cogeração em uma unidade industrial, de imediato não possibilitará que sejam obtidos níveis operacionais elevados do sistema⁷, por esse motivo inserimos uma constante "k", para simular a melhoria operacional dos sistemas no segundo e quarto ano de funcionamento, refletindo-se em uma maior disponibilidade operacional (energia gerada), ou seja em um maior consumo de gás.

VALORES ADOTADOS	90\91	91\92	92\93	93\94	94\95
1. T. Cresc (Tca) %	4,35	-3,48	2,60	2,81	0,45
2. At. Merc (Tan) %	60,15	66,42	72,70	78,98	88,4
3. Constante (k)	---	885	0,00	885	0,00

⁷ Fator de Operação = N^o horas de operação / N^o horas do período

O cálculo do consumo foi efetuado segundo se segue:

- Ano primeiro:

$$Q_{vc} = (Q_{p2} * T_{an}) * T_{ca} \quad (3)$$

Q_{vc} = quantidade de gás vendido para cogeração em Nm^3/dia

Q_{p2} - quantidade de gás natural prevista para venda em Nm^3/d .

T_{an} = taxa de atendimento do mercado de cogeração adotado em %

T_{ca} = tx. de crescimento do segmento em % $((x / 100) + 1)$

- Segundo ano em diante:

$$Q_{vc_2} = (Q_{vc} * T_{ca}) + k$$

⋮

$$Q_{vc_n} = (Q_{vc_{(n-1)}} * T_{ca}) + k \quad (4)$$

Q_{vc_n} = quantidade de gás vendido para cogeração no ano "n" em Nm^3/dia

$Q_{vc_{n-1}}$ = quantidade de gás vendido para cogeração no ano anterior (n - 1) em Nm^3/dia

T_{ca} = idem da fórmula anterior

k = constante operacional do sistema em Nm^3/dia

3.0.4 RESIDÊNCIA

O mercado residencial adotado corresponde a 84,2 % do mercado efetivo, que por sua vez, só considerava uma parcela ínfima do mercado potencial.

A abrangência do atendimento do mercado foi considerada em sua totalidade na fatia a ser interligada à rede, ou seja, foi considerado que os 84,2 % do mercado adotado seriam ligados em sua totalidade, no primeiro ano, pois foram considerados apenas condomínios verticais que dispõem (quase todos) de rede de distribuição interna de gás canalizado.

A determinação do consumo do setor residencial foi efetuada levando em consideração o seguinte:

TAXAS ADOTADAS	90\91	91\92	92\93	93\94	94\95
1.T.Cresc(Tca) %	3,08	-1,99	2,44	2,89	3,69
2.At.Merc(Tan) %	84,2	84,2	84,2	84,2	84,2

O cálculo da evolução do mercado foi efetuado da maneira que se segue:

$$Q_{v_n} = Q_{v_{n-1}} * T_{ca} \quad (5)$$

$$Q_{v_0} = (Q_{p2} * T_{an}), \quad \text{Ano } 01.$$

$Q_{v_{n-1}}$ = quantidade de gás vendido por residência no ano anterior em Nm^3 /dia

Q_{v_n} = quantidade de gás vendido por residência Nm^3 /dia

Q_{p2} = quantidade de gás natural prevista para venda em Nm^3 /d.

T_{an} = taxa de atendimento do mercado residencial adotado em %

T_{ca} = tx. de crescimento do segmento em % ((x / 100) + 1)

3.0.5 COMÉRCIO-SERVIÇOS

O mercado adotado do setor de comércio e serviços foi considerado como um dos segmentos a ser atendidos em sua totalidade. A delimitação em um trecho reduzido do mercado propiciou que fosse considerado o atendimento de 100 % do setor.

A faixa de mercado é considerada uma das mais nobres, visto que na região da Beira Mar (Av. Presidente Kennedy), encontra-se uma faixa de população de elevada renda e boa concentração de edifícios.

O cálculo do consumo de gás foi efetuado levando em consideração os fatores pesquisados junto ao consumidor, de maneira que foi adotado pela introdução da constante "k" na fórmula utilizada.

VALORES ADOTADOS	90\91	91\92	92\93	93\94	94\95
1. T. Cresc (Tca) %	5,50	-2,73	4,07	2,89	2,44
2. At. Merc (Tan) %	70,66	70,66	70,66	70,66	70,66
3. Constante (k)	---	282,5	282,50	141,3	141,3

O cálculo do consumo foi efetuado utilizando-se as fórmulas (3) e (4), desenvolvidas para o mercado de cogeração.

3.1 Investimentos Efetuados

O tópico investimento se refere às inversões de capital efetuadas pela Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRÁS, no sistema de distribuição de gás natural em operação na RMF. O sistema existente teve duas avaliações, a avaliação patrimonial que é aquela efetivamente realizada e uma avaliação de reposição, que utiliza como hipótese a construção de uma nova rede de distribuição de gás.

A avaliação patrimonial é prevalecente, visto que os seus custos são contábeis e incorporaram o valor efetivamente pago pela obra já realizada. A atualização do valor da obra exige que seja feita a depreciação do investimento, uma vez que o mesmo foi executado no ano de 1986, e se encontra em plena operação desde então.

O custo patrimonial do sistema de transporte, processamento, e distribuição de gás natural no Estado foi colhido junto ao setor contábil da PETROBRÁS⁸ que alocou esses custos no ano de 1986, com os seguintes valores:

- Gasoduto Submarino de Transporte	US\$ 20,8 milhões
- Unidade de Processamento de Gás Natural - UPGN.....	US\$ 9,1 milhões
- Gasoduto de Distribuição na RMF, L = 60,5 km.....	US\$ 7,6 milhões
<hr/>	
- T O T A L	US\$ 37,5 milhões

Portanto, considerando uma taxa de depreciação linear, aplicada ao valor do gasoduto no período de cinco anos (janeiro de 1986 à janeiro de 1991) e à vida útil da rede de distribuição - vinte e cinco anos, o valor patrimonial atual da rede existente em Fortaleza é de US\$ 6,08 milhões, ano base de 1986.

O custo de reposição do gasoduto foi efetuado em trabalho realizado pela TECHNOPLAN/COELCE, elaborado com base nos preços de serviços de Fortaleza e produtos em base CIF - "*Cost, Insurance and Freight*", ou seja, material posto no canteiro de obras. O valor encontrado foi de US\$ 8.225.101,00 .

Efetuando-se uma depreciação linear dos investimentos obteríamos um valor US\$ 6.580.000,00 . Entretanto, para efeito de estudos resolvemos adotar o valor mais conservador, ou seja a taxa de depreciação linear adotada sobre o custo de reposição e, somente até a data em que foram efetuados os estudos para levantamentos de custos (julho de 1989)-US\$ 7,099 milhões.

⁸ A PETROBRÁS projetou um gasoduto com diâmetro de catorze polegadas (Ø = 14") e comprimento de 145 km, ligando a UPGN aos campos de produção da Fazenda Belém. O gasoduto foi orçado em US\$ 15,0 milhões, porém nunca foi executado.

A decisão de adotar o maior valor para o investimento inicial visa apenas dar maior confiabilidade aos resultados a serem alcançados na avaliação econômica e na análise de risco do empreendimento.

3.2 Metodologia Utilizada

A metodologia adotada para avaliação da rentabilidade dos investimentos fundamentou-se nas recomendações do Manual de Análise de Projetos Industriais nos Países em Desenvolvimento, coordenado pela Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE ^{1/}, além de outras fontes bibliográficas sobre avaliação e planejamento de projetos (vide referência bibliográfica).

O desenvolvimento do trabalho, em razão de sua especificidade, conduziu a uma utilização restrita do ferramental clássico disponível, de forma a facilitar sua aplicação nas diversas etapas do trabalho efetual.

As condições básicas de implantação de uma companhia estadual de gás são fundamentadas nos estudos de mercado, avaliação a custos locais da expansão da rede de gasoduto, taxas de juros exigidas no mercado nacional e internacional para esse tipo de investimento, preços de compra e venda do gás praticados no mercado nacional, vida útil típica para o empreendimento e custos de operação e manutenção, adotados de acordo com custos reais de uma companhia distribuidora de gás canalizado em operação no país.

Os valores utilizados no mercado foram adotados após cuidadosa avaliação de cada um dos cinco setores considerados, para efeito do presente trabalho, no Capítulo II e reavaliados no presente item 3.0, de maneira a se reduzir ao mínimo o intervalo de confiança utilizado para embasar as decisões de investimento.

Os custos da expansão do sistema fundamentaram-se em levantamento efetuado junto às empresas locais executoras de serviços, fornecedores de materiais e custos administrativos de empresas semelhantes.

As taxas de desconto exigidas para investimento dessa natureza, longo prazo de maturação, possuem amplo espectro. Considera-se como razoável a adoção de faixa cujo valor mínimo é de 10 e o máximo de 15 % a.a. . As condições atuais de indisponibilidade de capital no país e as dificuldades de se captar recursos externos, nos levaram a adotar a taxa intermediária de 12 % a.a. .

Os preços de compra e venda de gás natural foram também considerados de forma bastante conservadora, principalmente no tocante aos preços de compra do gás, pois utilizamos o mesmo preço praticado pela PETROBRÁS junto a Companhia de Gás de São Paulo - COMGÁS, que transporta esse gás em uma onerosa operação de transferência com cerca de 400 km de distância. Na Tabela XXXV são listados os preços adotados para o presente trabalho :

TABELA XXXV

TARIFAS DE GÁS NATURAL PRATICADAS EM SÃO PAULO PELA PETROBRÁS-COMGÁS

TARIFAS DE G.N. POR SETOR	US\$ / 1.000 Nm ³
AQUISIÇÃO À PETROBRÁS	87,2
SETOR INDUSTRIAL	130,9
SETOR RESIDENCIAL	189,9
SETOR COMERCIAL	189,9
SETOR TRANSPORTE (*)	221,7

Fonte: PETROBRÁS, COMGÁS, COELCE e TECHNOPLAN.

- Taxa de Câmbio: Ncz\$ 1,101 / US\$ (média de maio/1989)

- Preço de Aquisição é o preço de compra pago p/ COMGÁS

* - Preço computado considerando portaria DNC, que estabelece que o preço do GNC será no máximo 79 % do preço do Diesel. Dólar comercial 1US\$ = Cr\$ 230,00, em março de 1991.

A vida útil de projetos semelhantes é usualmente considerada entre 20 e 30 anos. Nos locais em que são efetuados projetos de redes de gás, costuma-se aplicar prazos de operacionalidade para sistemas de dutos de 30 anos. Em nosso trabalho, consideramos uma opção intermediária, pois optou-se por uma vida útil de 25 anos.

Os custos de Operação e Manutenção - O & M foram levantados considerando-se como referencial os custos da COMGÁS, em um sistema de distribuição de gás de refinaria, com cerca de um terço do tamanho e o dobro das vendas do sistema da RMF. Os valores foram então tomados com um multiplicador de 2,0 .

Na Tabela XXXV são listados os custos de O & M para o sistema Fortaleza.

TABELA XXXV

CUSTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO PREVISTOS
PARA O SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE GÁS NATURAL NA RMF

DISCRIMINAÇÃO DAS DESPESAS	CUSTO ESTIPULADO (US\$ / 1.000 Nm ³)
1. Pessoal Administrativo	1,00
2. Manutenção e Inspeção de Rede	0,78
3. Materiais e Serviços de Terceiros	0,80
4. Comercialização	4,59
5. Outras Despesas	0,15
T O T A L	7,32

Fonte: COELCE / COMGÁS - TECHNOPLAN, 1989

A determinação das receitas, custos e atualização monetária foram efetuadas utilizando-se do cálculo do valor atual e cálculo de recuperação de capital.

INVESTIMENTO (It)

$$Frki_t = \sum_{t=1}^n It * \left[\frac{(1+i)^n * i}{(1+i)^n - 1} \right] \quad (6)$$

onde : It - investimento no sistema em US\$ no ano "t"
 i - taxa de juro anual
 n - número de períodos em anos

DESPESAS (Cgt + C o/m_t)

$$D_k l_t = \sum_{t=1}^n (CG_t + C o/m_t) \quad (7)$$

onde : CG_t - custo da compra de gás natural em US\$ / 1.000 m³ no ano "t"
 C o/m_t - custo de operação e manutenção do sistema de distribuição de gás em US\$ / 1.000 m³ no ano "t"

RECEITA (Qgt * Pvt)

$$R_k V_t = \sum_{t=1}^n (Qg_t * Pv_t) \quad (8)$$

onde : Qg_t - quantidade de gás vendido em US\$ / 1.000 m³ no ano "t"
 Pv_t - preço de venda do gás natural em US\$ / 1.000 m³ no ano "t"

ATUALIZAÇÃO DE VALORES (NPV_t)

Os resultados do empreendimento foram quantificados considerando-se o investimento (fator de recuperação de capital), despesas (custo de compra de gás e custos de operação e manutenção do sistema) e receita (venda do gás) são sumarizados na fórmula abaixo.

$$NPV_i_t = \sum_{t=1}^n \left[\left[Frki_t + \left(R_k V_t - D_k I_t \right) \right] * \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right) \right] \quad (9)$$

Onde : NPV_t - valor atual do resultado da empresa no ano "t"

Os demais parâmetros foram definidos nas fórmulas (6), (7) e (8).

3.3 Avaliação Financeira dos Investimentos

Utilizando as premissas já explicitadas anteriormente, foram efetuadas algumas projeções tomando cada segmento de mercado "per se", ou seja, os investimentos foram considerados como impartilháveis para efeito de determinação da rentabilidade dos diversos segmentos de mercado avaliados.

O estabelecimento da premissa de alocação dos custos, que foi assumido para facilitar a avaliação de viabilidade dos segmentos do mercado, induz uma condição mais severa do que a própria realidade, pois mesmo quando se executa um ramal para o atendimento de um determinado nicho de mercado, outros segmentos que ficam próximos ao ramal do gasoduto costumam ser atendidos, ficando o ônus de amortização do investimento a ser efetuado apenas por conta de um único segmento de mercado.

O mercado industrial é um exemplo bastante claro. Apesar de reconhecermos que o sistema de gasoduto, ora em operação na RMF, poderá propiciar o atendimento parcial de todos os segmentos do mercado, a totalidade dos custos de capital decorrentes do investimento efetuado no sistema de distribuição foi alocada exclusivamente no segmento industrial.

O montante de investimentos a ser efetuado para atendimento do mercado de gás natural na RMF foi calculado de acordo com os valores encontrados na determinação do mercado efetivo, conforme Tabela XXXIII, e Lei de Diretrizes Orçamentária, aprovada pela Assembléia legislativa sob Nº 5.938/91, "Plano Plurianual de Investimento do Governo do Estado, 1992 à 1995".

Os valores previstos como necessários para a implantação e expansão da Empresa Distribuidora de Gás canalizado consideraram as restrições de mercado, investimentos necessários para atendimento de cada segmento de mercado, disposição fisiográfica e benefícios sociais esperados.

VALOR DOS INVESTIMENTOS CONSIDERADOS PARA O PRESENTE TRABALHO

(Em milhões de dólares)

Investimentos Efetuados

.Gasoduto de Distribuição em Operação.....US\$ 7,099

Investimentos Adicionais

.COMÉRCIO E SERVIÇOS.....	US\$ 0,850
.INDÚSTRIA.....	US\$ 4,215
.TRANSPORTE (inclusive 4 postos de atendimento).....	US\$ 4,235
.RESIDENCIAL.....	US\$ 2,232
.COGERAÇÃO.....	US\$ 0,780

T O T A L.....US\$ 12,312

As tabelas a seguir, utilizando a projeção da demanda prevista para o gás natural no período de 1992 a 1995, mostram os resultados dos investimentos para atendimento de segmentos específicos de mercado.

TABELA XXXVI
PROJEÇÃO DO MERCADO INDUSTRIAL, VALOR ATUAL E RETORNO

A N O	92\91	93\92	94\93	95\94	96\95	VALORES MEDIOS
EVOLUCAO MERCADO I	4,35	-3,48	2,6	2,815	,445	1,346
MERCADO ATEND.EFETIV.	127620,1	132599,2	146600,6	160206,9	170723,3	147442,0
CDN GAS 10e3 m3/d	127,6201	132,5992	146,0606	160,2069	170,7233	147,4420
RECEITA US\$	6097495,	6335392,	6978555,	7654446,	8156902,	7044558,
DESPESA US\$	5824480,	5996224,	6460539,	6948482,	7311217,	6508188,
REC-DESP US\$	273015,0	339168,3	518015,7	705964,0	845684,3	536369,5
FRKI ANUAL EM US\$	1715559,	1781713,	1960560,	2148508,	2288229,	1978914,
NPVI US\$ 11.314,075	13455370	13974219	15376944	16851049	17946895	15520895
RETORNO INV. EM I	19,92594	23,51181	35,90986	48,93881	58,62450	37,18218

TABELA XXXVII
PROJEÇÃO DO MERCADO COGERAÇÃO, VALOR ATUAL E RETORNO

A N O	92\91	93\92	94\93	95\94	96\95	VALORES MEDIOS
EVOLUCAO DO MERCADO EM %	4,35	-3,48	2,6	2,815	,475	1,352
MERCADO ATEND.EFETIV.	8850,028	9427,047	9672,150	10829,42	10880,86	9931,901
CDN GAS 10e3 m3/d	8,850028	9,427047	9,672150	10,82942	10,88086	9,931901
RECEITA US\$	422841,1	450410,2	462120,8	517413,5	519871,2	474531,3
DESPESA US\$	416500,0	437171,6	445952,4	487411,3	489254,1	455257,9
REC-DESP US\$	6341,020	13238,56	16168,46	30002,19	30617,09	19273,47
FRKI ANUAL EM US\$	105791,0	112688,5	115618,4	129452,2	130067,1	118723,4
NPVI US\$ 780,000	829733,5	883831,9	906811,5	1015311,	1020134,	931164,5
RETORNO INV. EM I	6,376090	13,31178	16,25789	30,16812	30,78642	19,38006

TABELA XXXVIII

PROJEÇÃO DO MERCADO TRANSPORTE, VALOR ATUAL E RETORNO

A N O	92\91	93\92	94\93	95\94	96\95	VALORES MEDIOS
EVOLUCAO MERCADO %	3,33	-3,3	2,29	2,2275	2,4	1,3895
MERCADO ATEND. EFETIV.	30167,19	58366,68	59703,27	61033,16	62497,96	54353,65
CON GAS 10e3 m3/d	30,16719	58,36668	59,70327	61,03316	62,49796	54,35365
RECEITA US\$	2441144,	4723061,	4631219,	4938834,	5057366,	4398525,
DESPESA US\$	2435858,	4640825,	4736787,	4832267,	4937433,	4316634,
REC-DESP US\$	5286,641	82235,32	94431,77	106567,0	119933,3	81690,80
FRKI ANUAL EM US\$	545264,6	622213,3	634409,8	646545,0	659911,3	621668,8
NPVI US\$ 4.235.120	4318050,	5525089,	5716406,	5906762,	6116429,	5516547,
RETORNO DO INV. %	1,958157	30,45885	34,97624	39,47096	44,42163	30,25717

TABELA XXXIX

PROJEÇÃO DO MERCADO RESIDENCIAL, VALOR ATUAL E RETORNO

A N O	92\91	93\92	94\93	95\94	96\95	VALORES MEDIOS
EVOLUCAO MERCADO EM %	3,0825	-1,995	2,445	2,89	3,6925	2,023
MERCADO ATEND.EFETIV.	3298,64	3232,832	3311,875	3407,588	3533,413	3356,870
CON GAS 10e3 m3/d	3,29864	3,232832	3,311875	3,407588	3,533413	3,356870
RECEITA US\$	228640,3	224078,9	229557,6	236191,9	244913,2	232676,4
DESPESA US\$	398371,3	396101,5	398827,8	402129,2	406469,3	400379,8
REC-DESP US\$	-169731,	-172023,	-169270,	-165937,	-161556,	-167703,
FRKI ANUAL EM US\$	114862,1	112570,6	115323,0	118655,8	123037,2	116889,8
NPVI US\$ 2.232.104	900279,7	852907,2	904494,2	930634,1	964997,7	916782,6
RETORNO INV. EM %	-59,6399	-60,4451	-59,4780	-58,3069	-56,7874	-58,9274

TABELA XL
PROJEÇÃO DO MERCADO COMÉRCIO E SERVIÇOS, VALOR ATUAL E RETORNO

A N O	92\91	93\92	94\93	95\94	96\95	VALORES MEDIOS
EVOLUCAO MERCADO EM %	5,505	-2,73	4,075	2,89	2,445	2,437
MERCADO ATEND.EFETIV.	2106,302	2323,588	2712,286	2936,054	3152,596	2646,165
CON GAS 10e3 m3/d	2,106302	2,323588	2,712286	2,936054	3,152596	2,646165
RECEITA US\$	145995,2	161056,0	187998,0	203508,2	218517,4	183415,0
DESPESA US\$	137676,6	156008,8	180253,5	198426,9	217115,9	177896,3
REC-DESP US\$	8318,536	5047,141	7744,497	5081,344	1401,529	5518,609
FRKI ANUAL EM US\$	73343,52	80909,62	94444,48	102618,8	109776,5	92218,59
NPVI US\$ 850.000	575243,4	634585,4	740741,2	804853,7	860992,4	723283,2
RETORNO INV. EM %	12,79283	6,653014	8,932524	5,209632	1,293222	6,976244

TABELA XLI
PROJEÇÃO DO MERCADO GLOBAL, VALOR ATUAL E RETORNO

A N O	92\91	93\92	94\93	95\94	96\95	VALORES MEDIOS
EVOLUCAO DO MERCADO %	4,1235	-2,997	2,907	2,7275	1,8855	1,7293
MERCADO ATEND.EFETIV.	172042,3	205949,3	221460,2	238413,1	250788,1	217730,6
CON GAS 10e3 m3/d	172,0423	205,9493	221,4602	238,4131	250,7881	217,7306
RECEITA US\$	9336118,	11893997	12689451	13550393	14197571	12333506
DESPESA US\$	9212886,	11626331	12222360	12868716	13361489	11858356
REC-DESP US\$	123231,7	267666,0	467091,6	668676,3	836081,9	475149,5
FRKI ANUAL EM US\$ 12% a.a.	2598172,	2742606,	2942032,	3156616,	3311022,	2950090,
NPVI US\$ 19.411.299	20377822	21510641	23074764	24757781	26965806	23137863
RETORNO REFERENCIAL i=12%	4,979177	10,81505	10,87285	27,54314	33,78191	19,19842

3.4 Determinação do Ponto de Equilíbrio

A determinação do ponto de equilíbrio, ou ponto de nivelamento, ocorre quando o valor obtido com a venda do Gás - a receita, for igual ao custo total de distribuição do mesmo - a despesa. Para facilitar a avaliação do desempenho de cada segmento de mercado foram analisados cada um dos cinco segmentos de mercado, além do mercado total, de forma a proporcionar aos tomadores de decisão uma visão completa das diversas possibilidades de efetuar os investimentos.

Nas tabelas subseqüentes são mostrados os gráficos com as curvas de custos e receita, utilizando a projeção da demanda prevista para o gás natural no período de 1992 a 1995, considerando os investimentos para atendimento de segmentos específicos de mercado.

GRÁFICO II
PONTO DE EQUILÍBRIO MERCADO INDUSTRIAL

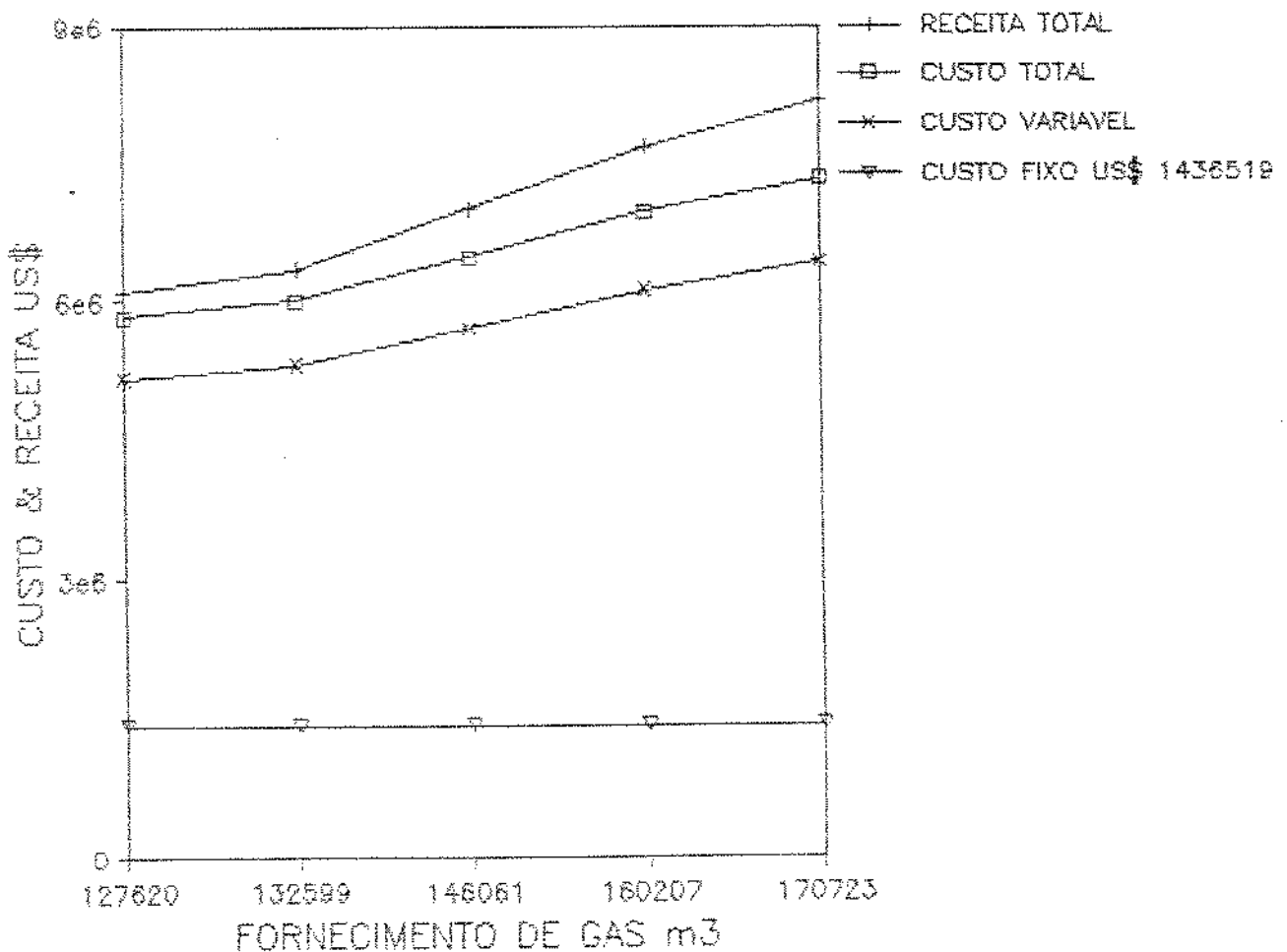


GRÁFICO III
PONTO DE EQUILÍBRIO MERCADO COGERAÇÃO

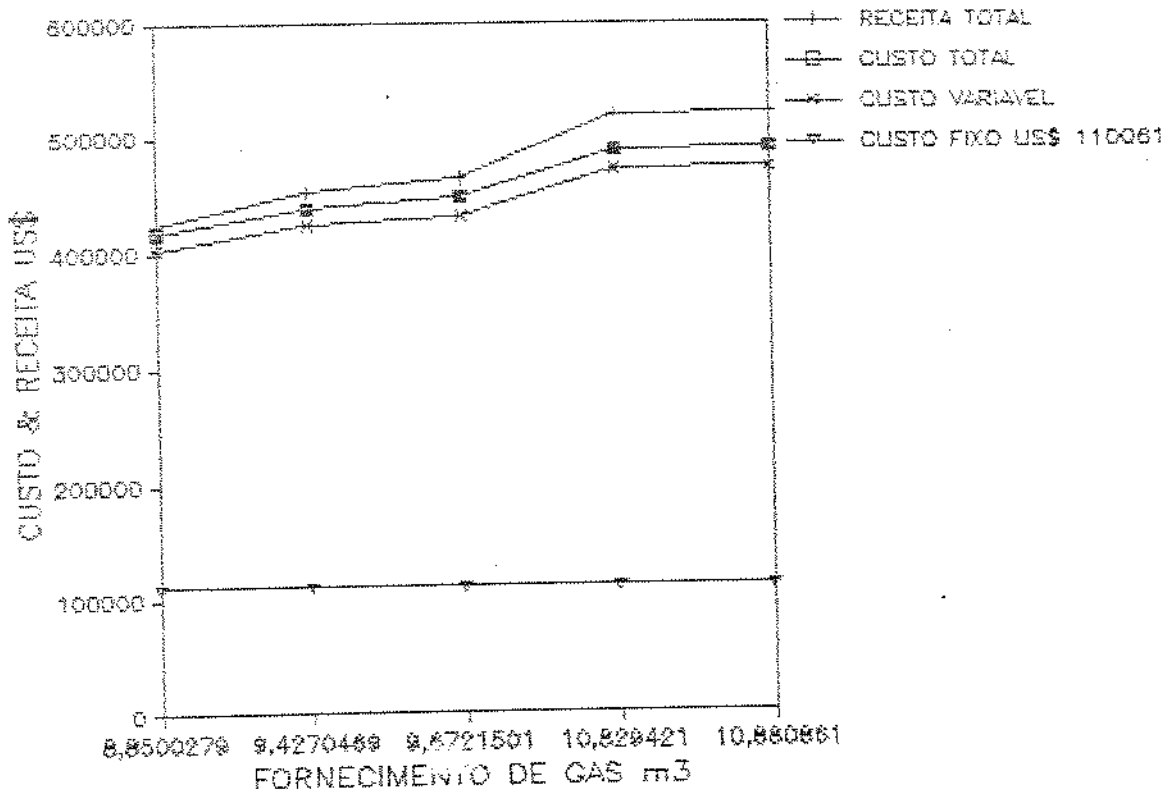


GRÁFICO IV
PONTO DE EQUILÍBRIO MERCADO TRANSPORTE

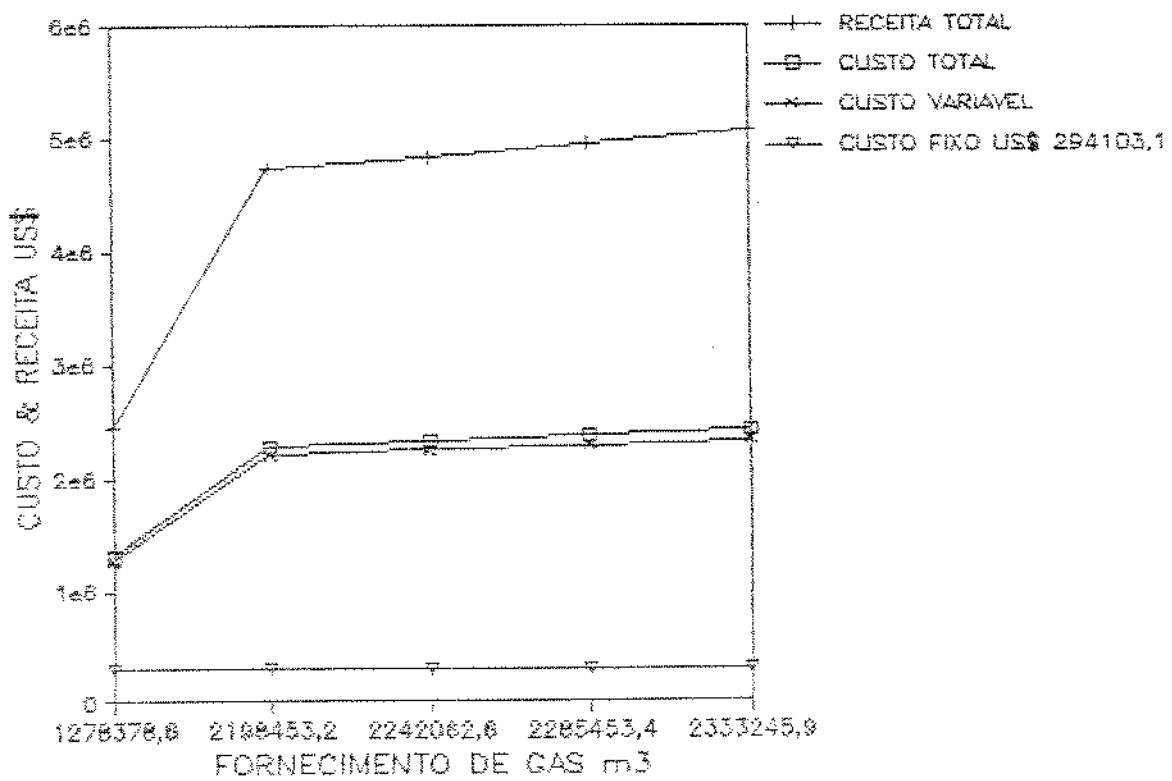


GRÁFICO V
PONTO DE EQUILÍBRIO MERCADO RESIDENCIAL

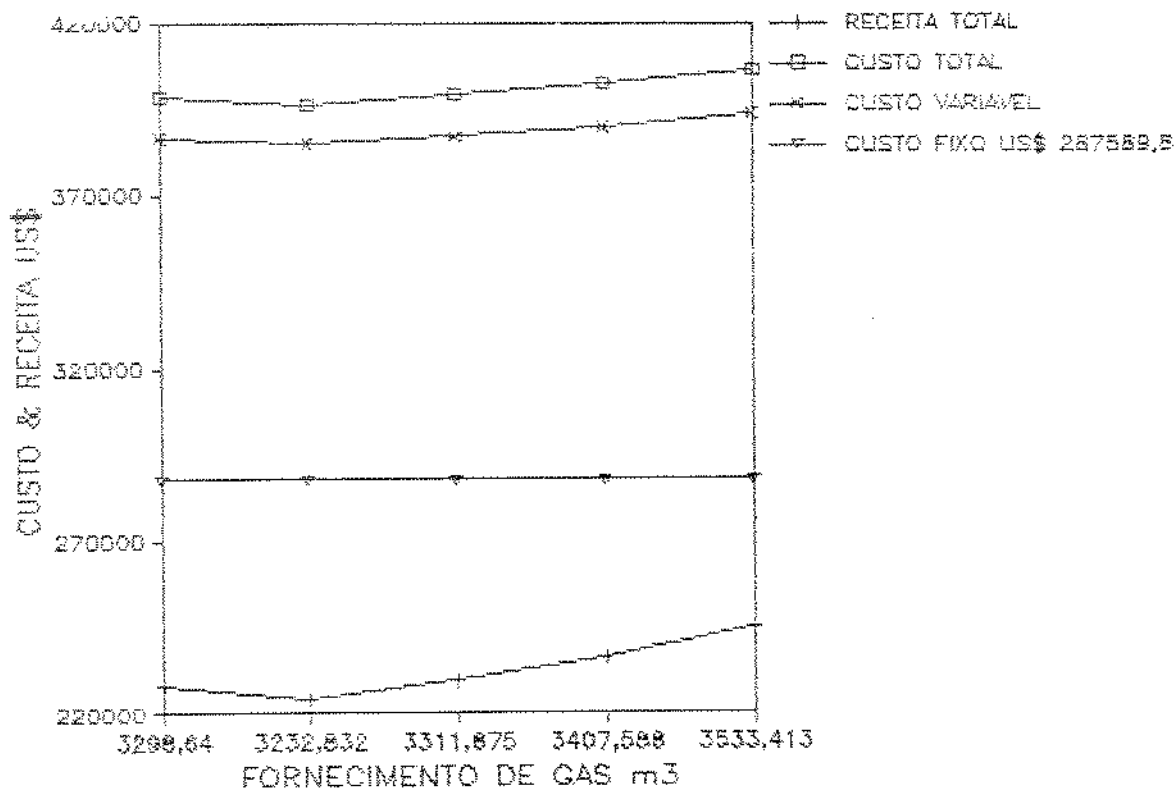


GRÁFICO VI
PONTO DE EQUILÍBRIO MERCADO COMÉRCIO E SERVIÇOS

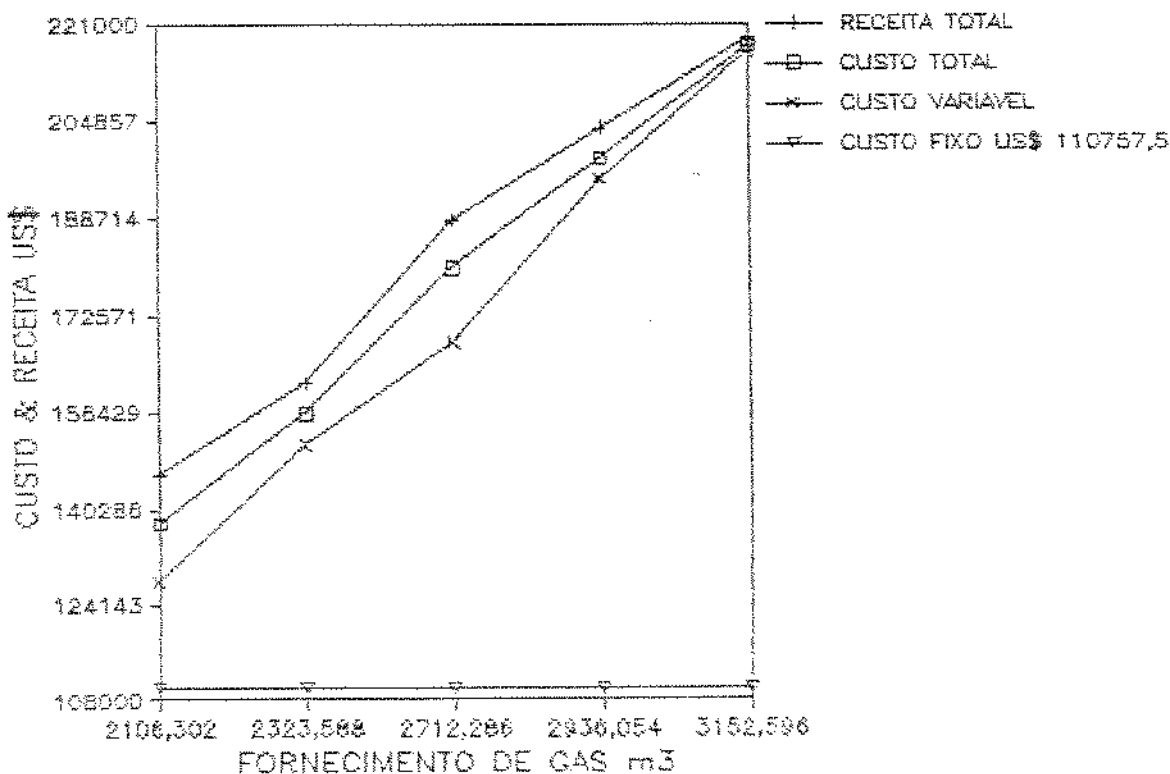
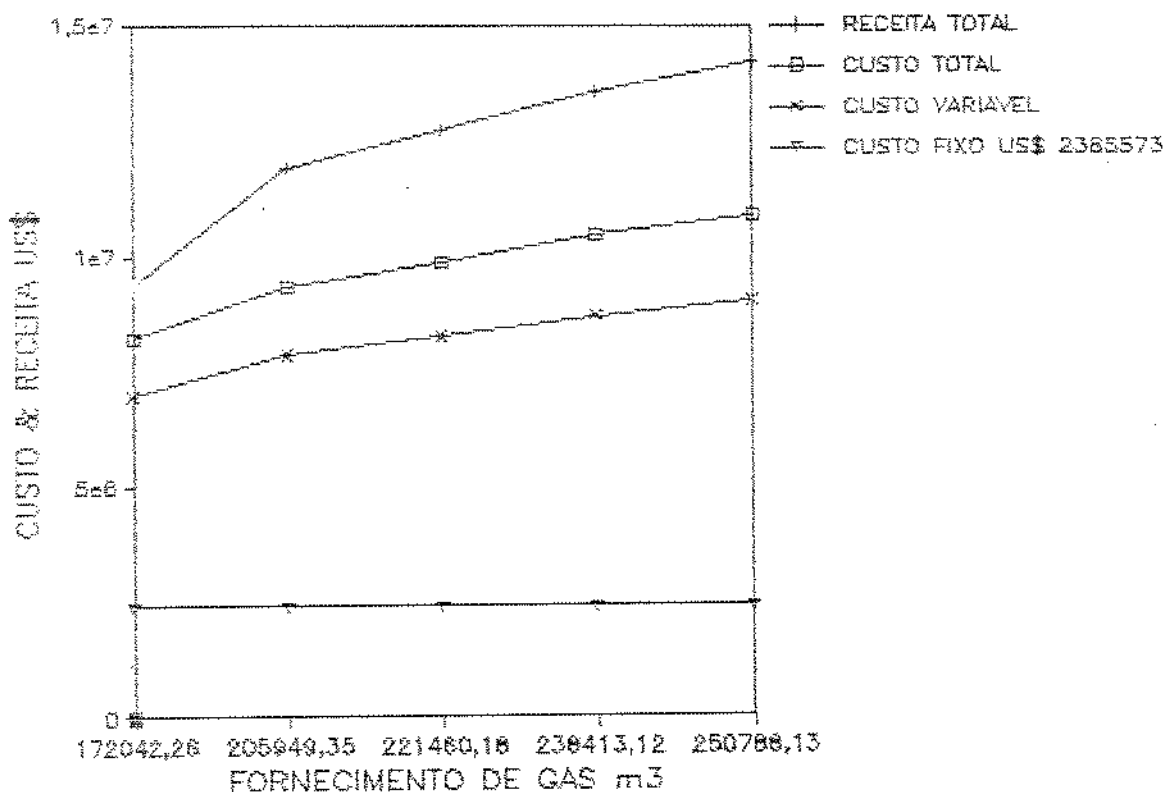


GRÁFICO VII
PONTO DE EQUILÍBRIO MERCADO GLOBAL



O segmentos da indústria, cogeração, transporte são claramente rentáveis ao longo do período projetado. O segmento residencial não apresenta nenhuma perspectiva de viabilidade no período, enquanto que o segmento comércio-serviço reduz sua rentabilidade a medida em que são incorporados mais consumidores, demonstrando que o mesmo pode ser viável se considerado apenas parcialmente. O mercado global mostra boa performance no período considerado.

3.5 Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade foi efetivada variando-se a taxa de juros dos investimentos necessários por segmento de mercado, mantendo-se imutáveis os demais parâmetros de avaliação do sistema. Para referenciar os resultados, utilizamos a taxa de 12 % a.a. , para determinação do valor mínimo de comparação, abaixo do qual os investimentos realizados não poderão permanecer por um período muito longo, pois os mesmos serão considerados gravosos sob o ponto de vista financeiro. Portanto, a justificação dos investimentos considerados sem atratividade financeira teria que se apoiar nos benefícios econômicos e/ou sociais que possam advir dos mesmos.

GRÁFICO VIII
ANÁLISE DE SENSIBILIDADE MERCADO INDUSTRIAL

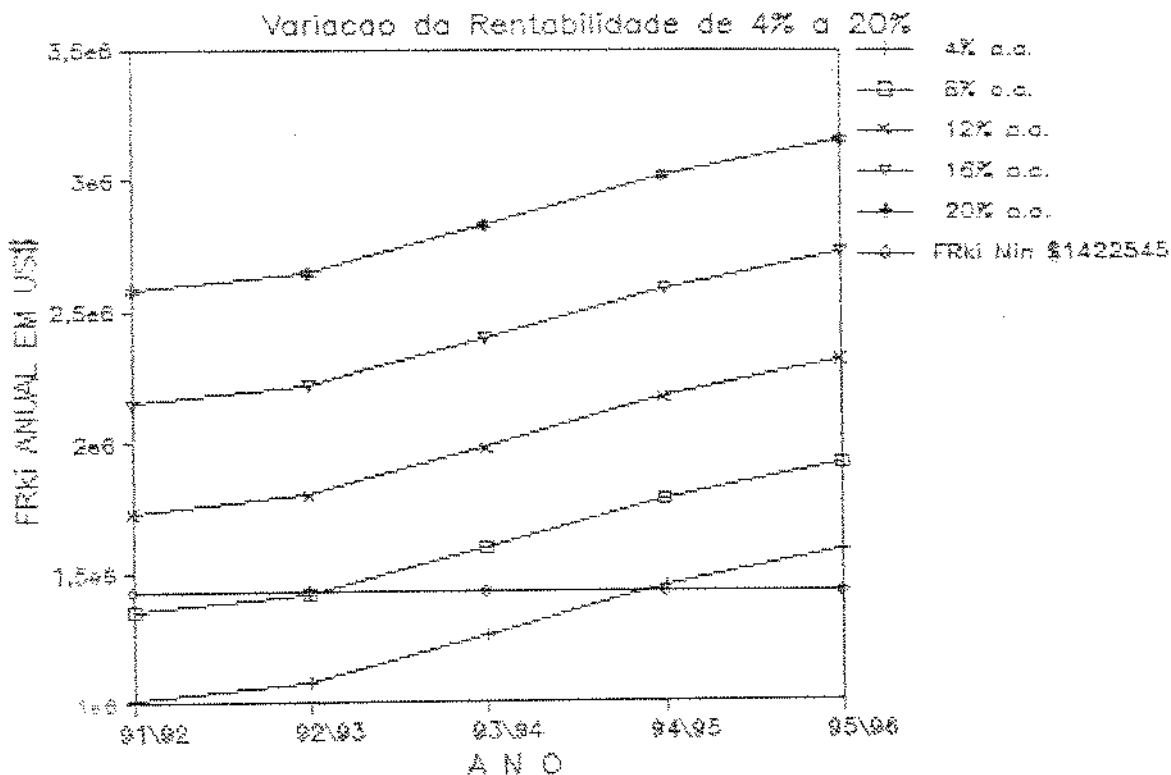


GRÁFICO IX
ANÁLISE DE SENSIBILIDADE MERCADO COGERAÇÃO

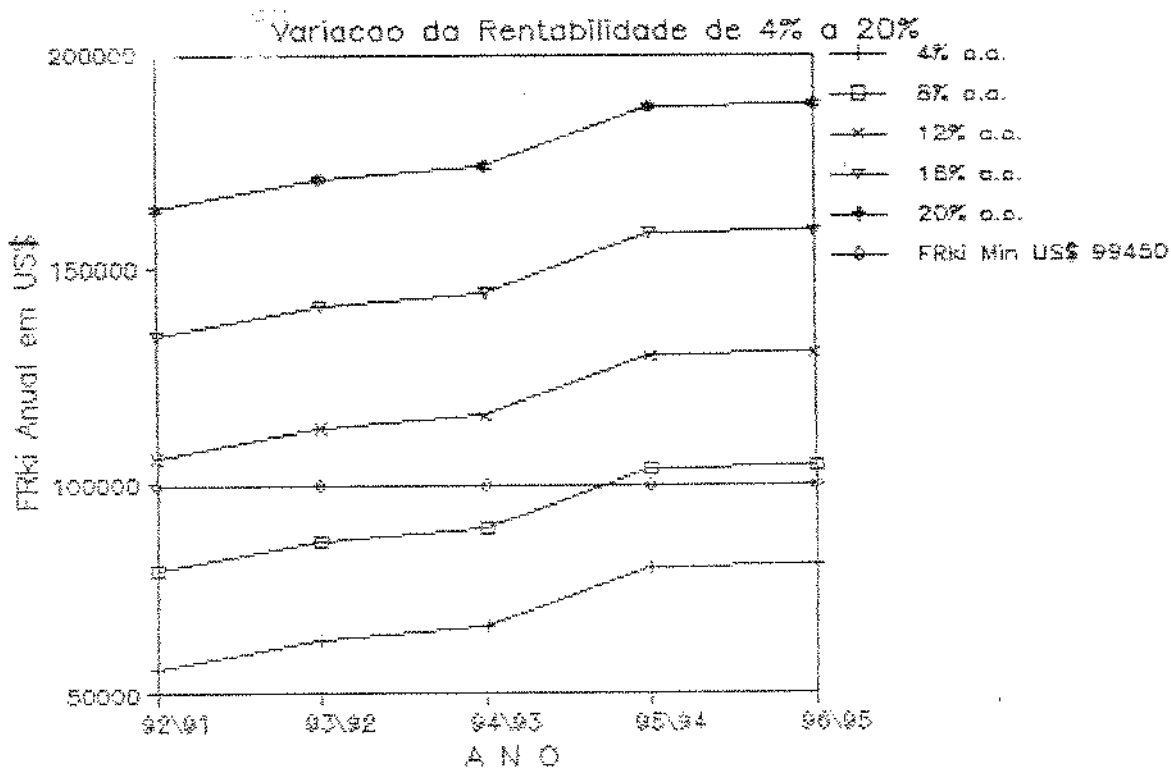


GRÁFICO X
ANÁLISE DE SENSIBILIDADE MERCADO TRANSPORTE

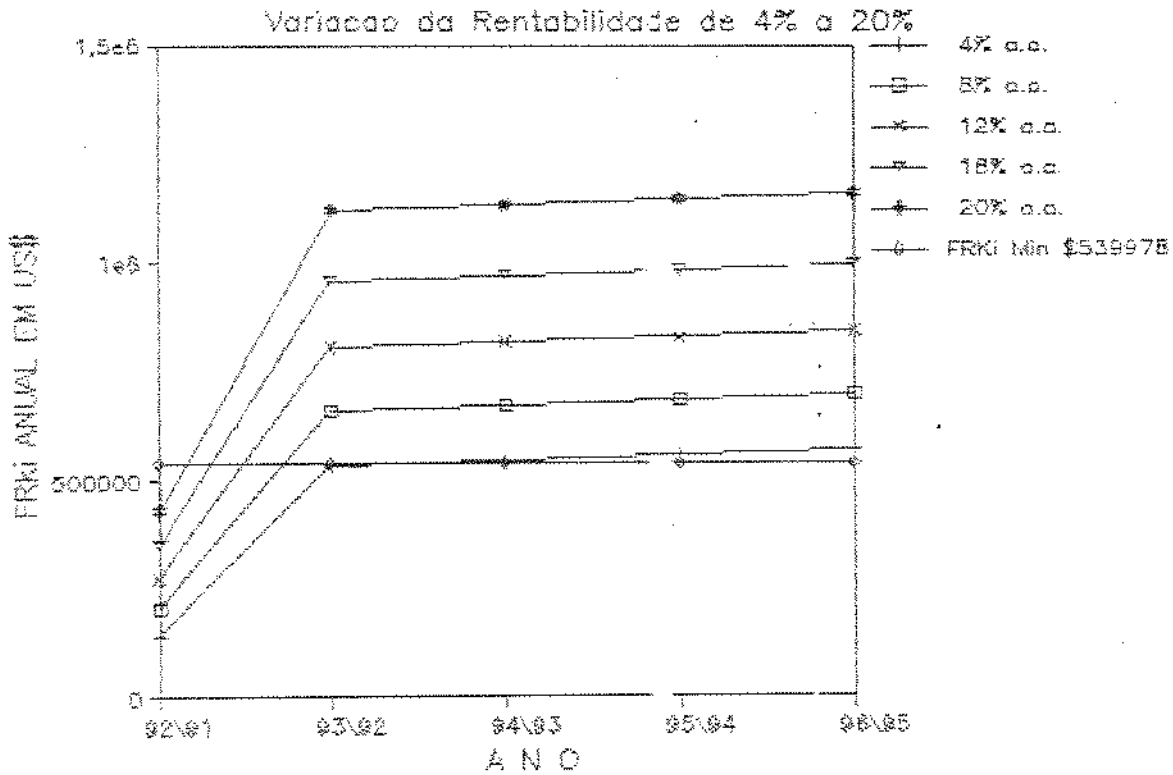


GRÁFICO XI
ANÁLISE DE SENSIBILIDADE MERCADO RESIDENCIAL

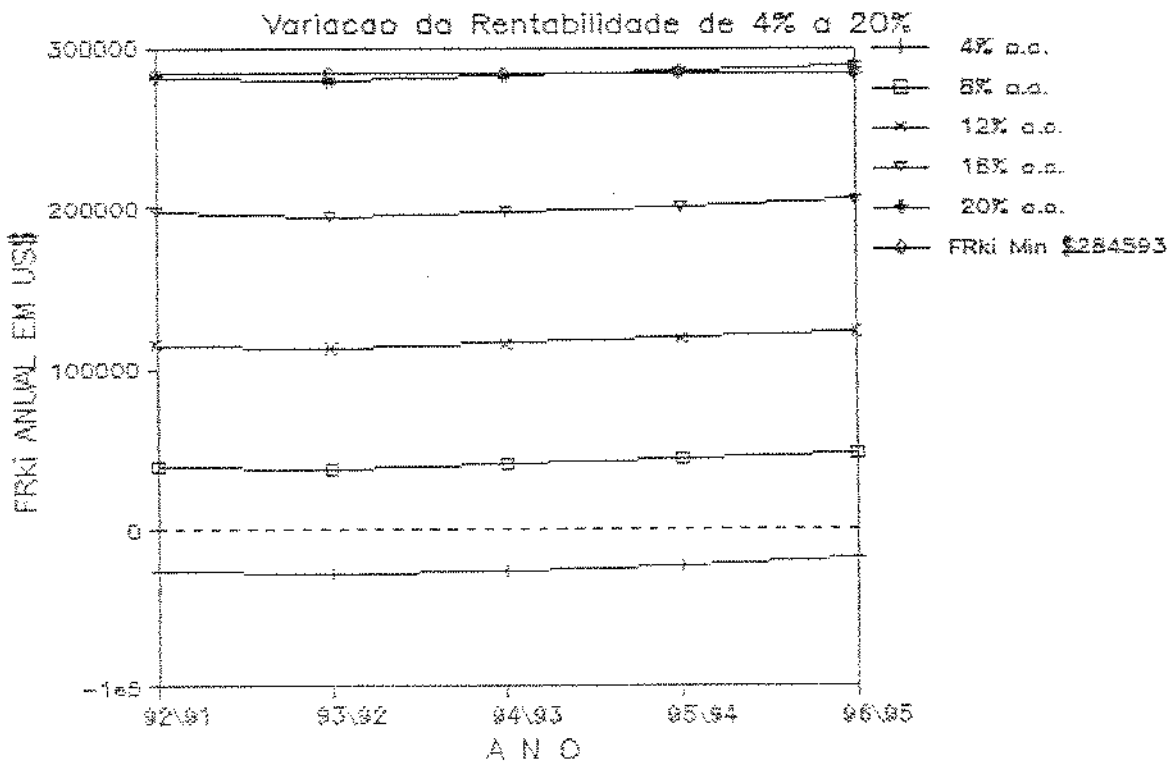


GRÁFICO XII
ANÁLISE DE SENSIBILIDADE MERCADO COMÉRCIO E SERVIÇOS

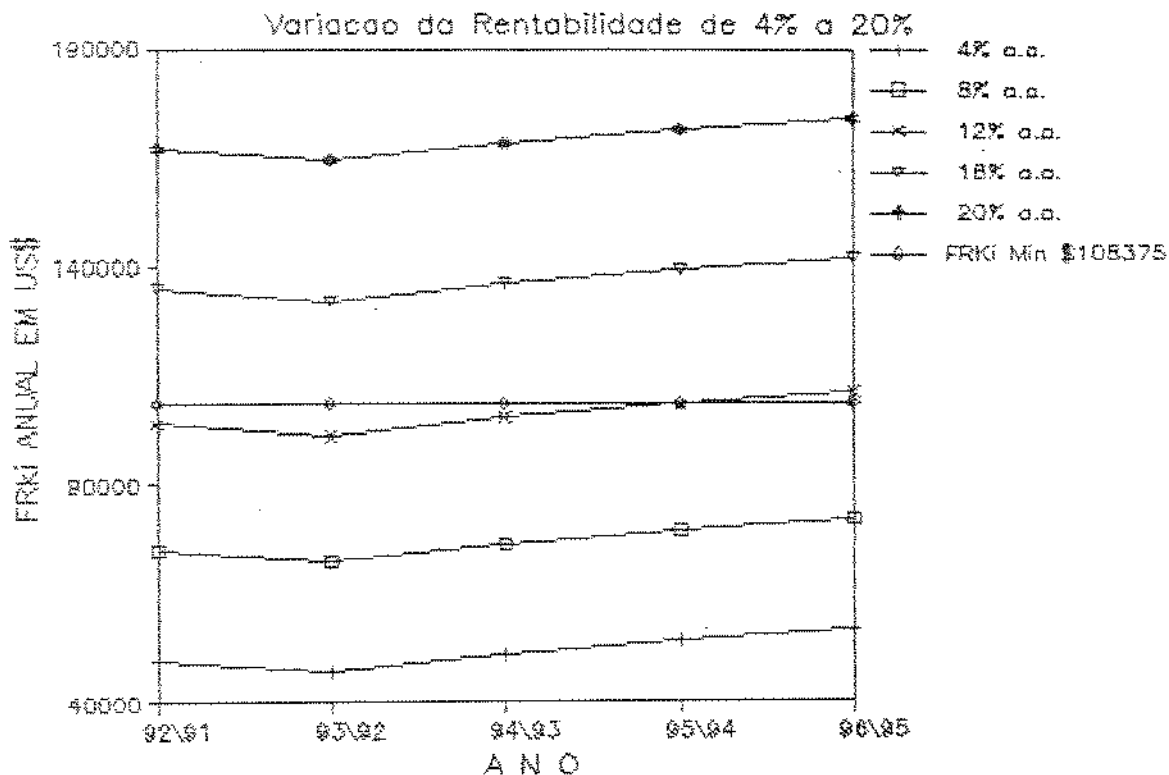
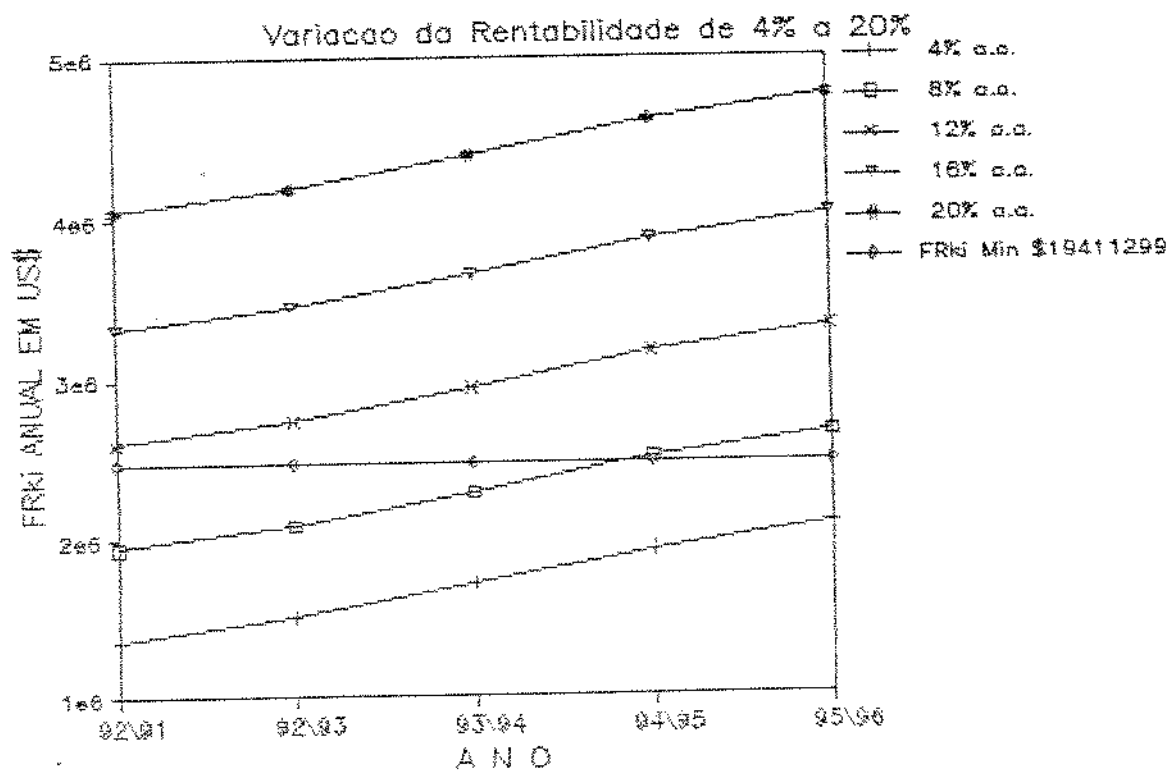


GRÁFICO XIII
ANÁLISE DE SENSIBILIDADE MERCADO TOTAL



Os segmentos indústria, cogeração e transporte, bem como o conjunto, mostram-se bastante estáveis as variações impostas, indicando um bom desempenho mesmo em situações adversas. O segmento de comércio-serviço terá poucas chances de viabilização no caso de redução de rentabilidade, e o setor residencial deficitário em todas as opções simuladas.

3.6 Avaliação Financeira.

Objetivando concluir o presente capítulo buscou-se avaliar os resultados alcançados sob o ponto de vista do investidor, bem como as decisões que seriam logicamente tomadas, "ceteris paribus", visando conciliar o atendimento do mercado e a remuneração do capital. Para determinação do mérito financeiro do empreendimento foram considerados os seguintes critérios:

- A - Valor Presente e Retorno de Capital
- B - Ponto de Equilíbrio
- C - Sensibilidade

A - Valor Presente e Retorno de Capital

A avaliação financeira projetada para o empreendimento, considerando-se apenas o NPVi (Net Present Value x Investment) e o FRKi (Fator de Recuperação de Capital x Retorno do Período), Tabelas XXXVI a XLI, visando a obtenção de uma maior rentabilidade dos investimentos por segmentos de mercado, sinaliza claramente para a concentração dos investimentos nos setores Industrial, Cogeração e, posteriormente, no setor de Transporte.

A projeção da rentabilidade dos segmentos Residencial e Comércio & Serviços induziria ao tomador de decisão a desconsiderar de imediato qualquer inversão de capital nos citados segmentos, uma vez que, a rentabilidade dos recursos é negativa na primeira opção e decrescente na segunda.

O Mercado Total não poderia ser considerado em seu conjunto, uma vez, que somente no terceiro ano os investimentos passariam a ter uma rentabilidade superior ao mínimo previsto de 12 % a.a. . Portanto, na fase inicial, o mesmo não deverá contemplar o setor Residencial e Comércio & Serviços.

B - Ponto de Equilíbrio

A análise do Ponto de Equilíbrio dos diversos segmentos do mercado vem corroborar as conclusões do item anterior onde os investimentos foram analisados sob o ponto de vista do Valor Presente e Recuperação do Capital. Entretanto, considera-se válido o exercício de se encontrar o Ponto de Equilíbrio, pela mostra visual das tendências que podem facilmente ser percebidas na análise gráfica do comportamento de cada setor.

Como exemplo, citamos o segmento de Comércio & Serviços - Gráfico VI, no qual vemos claramente a tendência da perda de equilíbrio em razão da incorporação do mercado delimitado antecipadamente, fornecendo ao tomador de decisão a informação valiosa de que o mesmo segmento de mercado, uma vez redefinido, considerando o seu tamanho, a disposição espacial e as demais restrições técnico-econômicas, poderá ser viável em parte, coisa que não aconteceria se o mesmo fosse considerado apenas em sua totalidade.

C - Sensibilidade

A Análise de Sensibilidade oferece ao gestor do empreendimento uma visão prospectiva dos investimentos a serem efetuados nos diversos setores, possibilitando identificar quais os setores que poderão ser mais afetados, em função de variações da conjuntura externa, simulada pela oscilação artificial da rentabilidade.

Verifica-se que os setores Indústria, Cogeração e Transporte, possuem considerável desempenho, mesmo quando submetidos a situações adversas (baixa taxa de retorno). Dentre os citados setores, o de Transporte foi que apresentou melhor performance, quando da simulação de variação da rentabilidade, conforme se observa no Gráfico IX, enquanto que o Residencial apresentou-se como inviável em todas as situações simuladas. Por sua vez, o Mercado Global apresentou um bom desempenho mesmo quando lhe foram imputadas taxas inferiores àquela estipulada como mínima aceitável, para remuneração dos investimentos na rede de distribuição de gás natural canalizado, na Região Metropolitana de Fortaleza.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. ORGANIZAÇÃO DE COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - OCDE. Manual de Análise de Projetos Industriais nos Países em Desenvolvimento, Volume 1 - Metodologia e Volume 2 - Estudo de Caso, Editora da Universidade de São Paulo/Editora Atlas S.A. . 1ª Edição, 2ª Tiragem, 1977, 462 p.

BIBLIOGRAFIA

2. KAPLAN, Seymour. Energy Economics - Quantitative Methods for Energy and Environmental Decisions, McGraw-Hill Book Company. 1983, 352 p.

3. BUARQUE, Cristovam. Avaliação Econômica de projetos, Editora Campus, 2ª Edição, 1ª Reimpressão. 1988, 266 p.

4. HOLANDA, Antônio Nilson C. Planejamento e Projetos, APEC Editora S.A., 3ª Edição. 1977, 402 p.

5. CONTADOR, Claudio Roberto. Avaliação Social de Projetos, Editora Atlas S.A., 2ª Edição. 1988, 316 p.

6. SERÔA da MOTA, Ronaldo. Análise de Custo-Benefício: Uma Revisão Metodológica, INPES/IPEA, Relatório Interno Nº 07. 1988, 34 p.

7. PUCCINI, et allii. Engenharia Econômica, Editora Bertrand Brasil, 20ª Edição. 1988, 265 p.

8. HIRSCHFELD, Henrique. Viabilidade Técnico-Econômica de Empreendimentos, Editora Atlas S.A.. 1987, 211 p.

CAPÍTULO IV
ANÁLISE DE RISCO

O presente capítulo fundamenta-se em considerações de caráter amplo sobre o posicionamento do investidor em relação á expectativa de renda do investimento efetuado e o risco inerente a cada investimento expresso em função da taxa de retorno projetada.

Tendo em vista o elevado grau de incerteza que envolve as decisões de investimento, em diversos setores de nossa economia, e a necessidade conflitante, a nível do governo, de se efetuarem investimentos de caráter social mantendo níveis de rentabilidade economicamente aceitáveis, optou-se por efetuar uma avaliação de risco.

A avaliação do risco possibilita determinar os planos ótimos de investimento orientando a decisão governamental de investir em uma empresa de distribuição de gás natural canalizado na Região Metropolitana de Fortaleza, de forma a incluir em seu plano de expansão investimentos de caráter social.

A definição mais popular do risco pode ser sintetizada pelo dicionarista Aurélio Buarque de Hollanda Ferreira, que define o risco como "Perigo, probabilidade ou possibilidade de perigo, (jurídica) possibilidade de perda ou de responsabilidade pelo dano, ...". Neste trabalho procurou-se uma interpretação mais analítica para a definição do que seja o risco.

Segundo FRANCIS ^{1/}, o risco total para qualquer investimento, pode ser mensurado como a variação da taxa de retorno da inversão efetuada, que poderá ser positiva ou negativa, quando comparada a expectativa de renda prevista pelo investidor. O mesmo se compõe de duas partes - Risco Sistemático e Risco Não Sistemático. A composição do risco foi definida da seguinte forma:

A. Fontes Sistemáticas de Risco

- . taxa de retorno ou de risco;
- . poder de compra ou risco de compra;
- . mercado ou risco de mercado;
- . risco médio financeiro (cíclico); e,
- . risco médio operacional (cíclico).

B. Fontes Não Sistemática de Risco

- . risco médio financeiro (não cíclico);
- . risco médio operacional (não cíclico);
- . risco gerencial; e,
- . risco industrial.

A taxa de retorno foi definida pelo autor como:

$$r_t = \frac{i_t + (P_{t+1} - P_t)}{P_t} \quad (10)$$

r_t - taxa de retorno;

i_t - renda esperada;

P_{t+1} - preço de mercado do ativo no instante "t"; e,

P_t - preço do ativo no instante no instante inicial do período "t".

Ou então :

$$r_t = \frac{\text{renda esperada} + \text{ganhos ou perda de capital}}{\text{preço de compra}} \quad (10)$$

4. Considerações Teóricas Sobre o Modelo

A escolha de um plano de investimento na teoria econômica convencional é baseada no pressuposto que existe um perfeito conhecimento do comportamento futuro do mercado, preços, custos e outros, que permitem ao investidor maximizar seus lucros, conforme discutido no Capítulo III - Análise Financeira do Empreendimento.

Na realidade, as decisões são tomadas sobre um certo nível de incerteza, caracterizado por condicionantes que nem sempre seguem padrões econômicos consagrados tais como: função de demanda inelástica aos preços, variação dos preços relativos de produtos e oscilação dos preços reais dos produtos ao longo do tempo ^{2/}.

O investidor que atua na área do gás natural e que deseja operar com uma margem de segurança maior não poderá, em nossa realidade, tomar decisões com segurança utilizando a análise financeira clássica, pois a mesma baseia-se no perfeito conhecimento das condições gerais em que o investimento foi realizado e de sua manutenção ao longo do tempo.

Os pressupostos mencionados tornam os resultados da análise financeira clássica de duvidosa utilidade para um tomador de decisão que deseje trabalhar com uma margem conhecida de risco, decorrente da necessidade de se incluir investimentos em fatias de mercados sujeito a um grau maior de incerteza, mas de grande interesse social, preservando a saúde financeira do empreendimento como um todo.

O risco torna-se então uma variável importante no processo de decisão do investidor, tendo em vista o clima de incertesa e as condições adversas em que o investidor é obrigado a decidir ^{3/}. Considera-se que o investidor desenvolva seu raciocínio segundo a teoria de Bayes, via atribuição de valores relevantes às preferências do investidor e suas estimativas de probabilidade.

Desta forma, a habilidade do investidor de estimar probabilidades e sua atitude em relação ao risco, poderá conduzi-lo a preferir uma posição mais elevada na sua fronteira Renda-Risco. Por outro lado, investidores menos hábeis ou com menor propensão ao risco, como ocorre em geral com os pequenos investidores, atuam em faixas inferiores em sua curva de utilidade, optando pela segurança em detrimento à maiores expectativas de renda, que implicam também em maiores riscos.

Análise do Método

A questão básica da determinação da expectativa de renda não representa maior problema, visto que a análise clássica possui métodos consagrados para avaliação da mesma. Entretanto, apenas a teoria de risco permite uma mensuração do grau incerteza contido em uma determinada decisão, quando a mesma é tomada sob condições adversas.

Algumas formas de avaliação de risco são utilizadas procurando preencher a lacuna dos tratamentos convencionais, FRANCIS ^{1/} elencou alguns métodos, que utilizando um ferramental estatístico simples aliado às informações financeiras convencionais, procuram determinar o risco envolvido quando o investimento é dirigido para uma determinada cesta de ações, em relação à expectativa de renda do investidor. Os métodos analisados, quase que exclusivamente, foram destinados aos investidores que atuam no mercado de ações, tendo portanto restrições de uso para outros fins.

A avaliação de risco efetuada neste trabalho foi fundamentada na teoria do portfólio e em diversos trabalhos ligados ao planejamento agrícola, que utilizam a análise de risco para a determinação das opções de investimento (plantio) e a determinação do risco que envolve cada uma delas, além da escolha do plano ótimo de investimento (produção).

Algumas técnicas de programação matemática estão sendo utilizadas para avaliar a eficiência do investidor, permitindo uma abordagem ampla das condições reais em que ocorre a alocação dos investimentos.

A programação linear é a mais utilizada, embora sofra severas críticas em função dos pressupostos em que se fundamenta, que é via de regra a maximização dos lucros, sujeito apenas às limitações dos recursos disponíveis, indiferente ao risco inerente a cada atividade, comportamento que sabemos ser na prática irreal, pois na realidade o investidor é quase sempre avesso ao risco.

Como forma de incluir o risco em sua análise, foi desenvolvida a programação MOTAD - Minimization of the Total Absolute Deviations, por WAGNER e HAZELL ^{4/}, ambos pesquisadores da área agrícola, que aperfeiçoando o método de programação linear, passaram a contemplar a minimização dos desvios absolutos totais de distribuição dos retornos líquidos da média amostral. Esse método tem sido bastante utilizado, por exigir um procedimento computacional menos complexo que a programação quadrática, evitando-se por consequência o uso da programação não-linear ^{3/}.

A principal limitação do MOTAD, é que o mesmo tem que satisfazer simultaneamente as seguintes condições ^{2/}:

- Os retornos das atividades possuem distribuição normal ou que a função de utilidade do investidor é quadrática;
- Os coeficientes de correlação entre os retornos da atividade tendem para zero; e,
- O tamanho da amostra tem que ser grande.

Outros métodos também tem sido utilizados para tentar incorporar a avaliação do risco, sendo o mais conhecidos os estudos de probabilidade denominado -"safety first", modelos que utilizam a teoria dos jogos, critério de restrição do risco marginal etc. Embora exista uma gama de outros modelos que procuram incorporar a avaliação do risco, quase todos possuem muitas restrições ao seu uso, tanto de caráter prático como de natureza conceitual.

A programação quadrática foi a primeira técnica a levar em conta o risco de forma explícita, considerando as restrições como determinísticas e o risco relacionado com os retornos líquidos dos investimentos, com a observância de que as estatísticas (média, variância e covariância), sejam estimadas a partir dos dados históricos e, que os retornos líquidos tenham uma distribuição multivariada normal.

A programação quadrática fornecerá a indicação correta, desde que obedeça o seguinte:

- a. o investidor seja avesso ao risco; e,
- b. a função utilidade esperada seja função somente da média e da variância, ou se as distribuições da amostra forem regulares, de modo que os retornos líquidos totais sejam completamente especificados pela média da renda (E) e da variância da distribuição renda (V) - o risco $\frac{5}{}$.

Apesar das restrições para utilização da programação quadrática, optou-se pelo presente método por ser o mais pragmático para o estudo de caso, pois utilizando-se os dados históricos (simulados no presente estudo) para obtenção das estimativas dos retornos líquidos dos investimentos, existe uma subestimação das variâncias e covariâncias pois são utilizadas as suas médias. DILLON $\frac{5}{}$, afirma que todos os meios disponíveis devem ser utilizados para levantamento dos dados necessários, utilizando-se inclusive da teoria Bayesiana para julgamento subjetivo das informações.

Curvas de Indiferença

O comportamento do investidor em relação ao risco tem resposta diferente para diversos indivíduos que tenham que tomar sob as mesmas condições, uma decisão sobre os valores a serem investidos, bem como a alocação desses valores entre as diversas possibilidades existentes, refletindo a experiência vivida, audácia, timidez, incertezas ou até indiferença frente ao quadro de incerteza em que o indivíduo é obrigado a decidir.

Como já mencionado anteriormente, a doutrina de Bayes, que atribui valores relevantes às preferências pessoais dos tomadores de decisão, quando combinada com a habilidade de alguns em estimar suas probabilidades de chances, pode contribuir para obtenção de uma maior expectativa de renda. A considerar que as preferências pessoais são importante base para a tomada de decisão sob risco, a eficiência da escolha será aumentada quando forem pré-estabelecidos critérios que sirvam de referência.

A definição de comportamento padronizado foi efetuada por TOBIN ^{6/}, em três tipos básicos de comportamento em relação ao risco:

a. avessos ao risco, como os indivíduos que considerando duas oportunidades de investimento com a mesma expectativa de renda optam por aquela de menor risco;

b. indiferentes ao risco, como os indivíduos que diante de duas oportunidades de investimento com a mesma expectativa de renda e de riscos diferentes não fazem distinção; e,

c. propensos ao risco, como os indivíduos que diante de duas oportunidades de investimento, com a mesma expectativa de renda preferem a mais arriscada.

A definição anteriormente explicitada foi fundamentada nos seguintes conceitos de utilidade:

I. admite que o investidor tenha uma escala de preferência entre a renda esperada (E) e o nível de risco (V), podendo ser representada por um conjunto de curvas de indiferença;

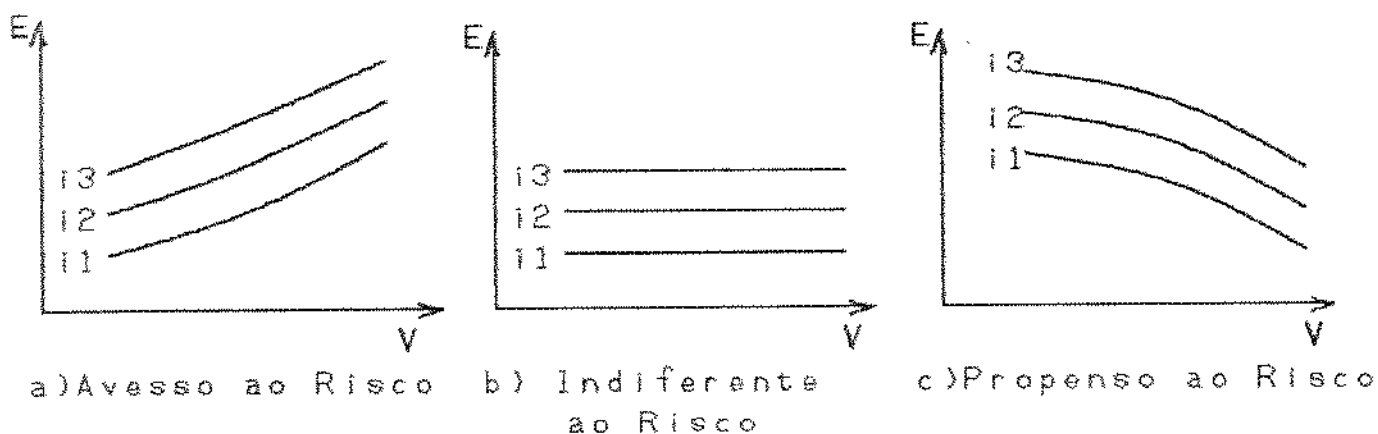
II. o investidor obtém o mesmo nível de satisfação para todas as combinações de renda esperada e risco (E, V) que estejam sobre uma mesma curva de indiferença;

III. os pontos de maior utilidade são sempre os preferidos em relação àqueles de utilidade menor; e,

IV. para um mesmo nível de risco, o investidor prefere sempre o de maior retorno esperado.

O Gráfico XIV mostra a seguir os comportamentos padrões dos investidores em relação a expectativa de renda e do risco.

GRÁFICO XIV
FAMÍLIAS DE CURVAS DE INDIFERENÇAS ENTRE
RENDA ESPERADA (E) E RISCO (V)



Fronteira de Eficiência e Dominância

MARCOWITZ ^{2/} definiu a ordenação dos planos de investimento possíveis, em relação à renda esperada e variância, de maneira tal que para cada nível de renda haja uma variância mínima, podendo-se obter o conjunto de planos de máxima eficiência. O conjunto de pontos representando os planos de máxima eficiência é chamado "Fronteira de Eficiência" ou "Lugar de Eficiência". As restrições apresentadas nessa fronteira são as seguintes:

I. a fronteira constitui o limite superior, sendo impossível se obter uma solução acima dela utilizando os mesmos parâmetros e os mesmos recursos disponíveis; e,

II. a fronteira é estritamente côncava.

As condições de validade da fronteira foram definidas por JOHNSON ^{8/} da forma que segue:

- a primeira condição é satisfeita quando os rendimentos das atividades alternativas tiverem médias e variâncias finitas; e,

- a segunda condição será satisfeita quando a matriz de variância-covariância dos rendimentos líquidos das atividades for positiva definida.

O conceito de dominância, segundo FRANCIS ^{1/}, considera que somente os planos de investimentos contendo médias e variâncias que correspondem a pontos localizados na "fronteira de eficiência" podem se constituir escolha potencial para o investidor. Qualquer outro plano, cuja renda esperada e variância forem dados por um ponto abaixo da fronteira, estará dominado por um outro plano alternativo com a mesma variância, mas com uma renda esperada mais alta, ou com a mesma renda esperada e uma variância menor.

O princípio da dominância foi definido como:

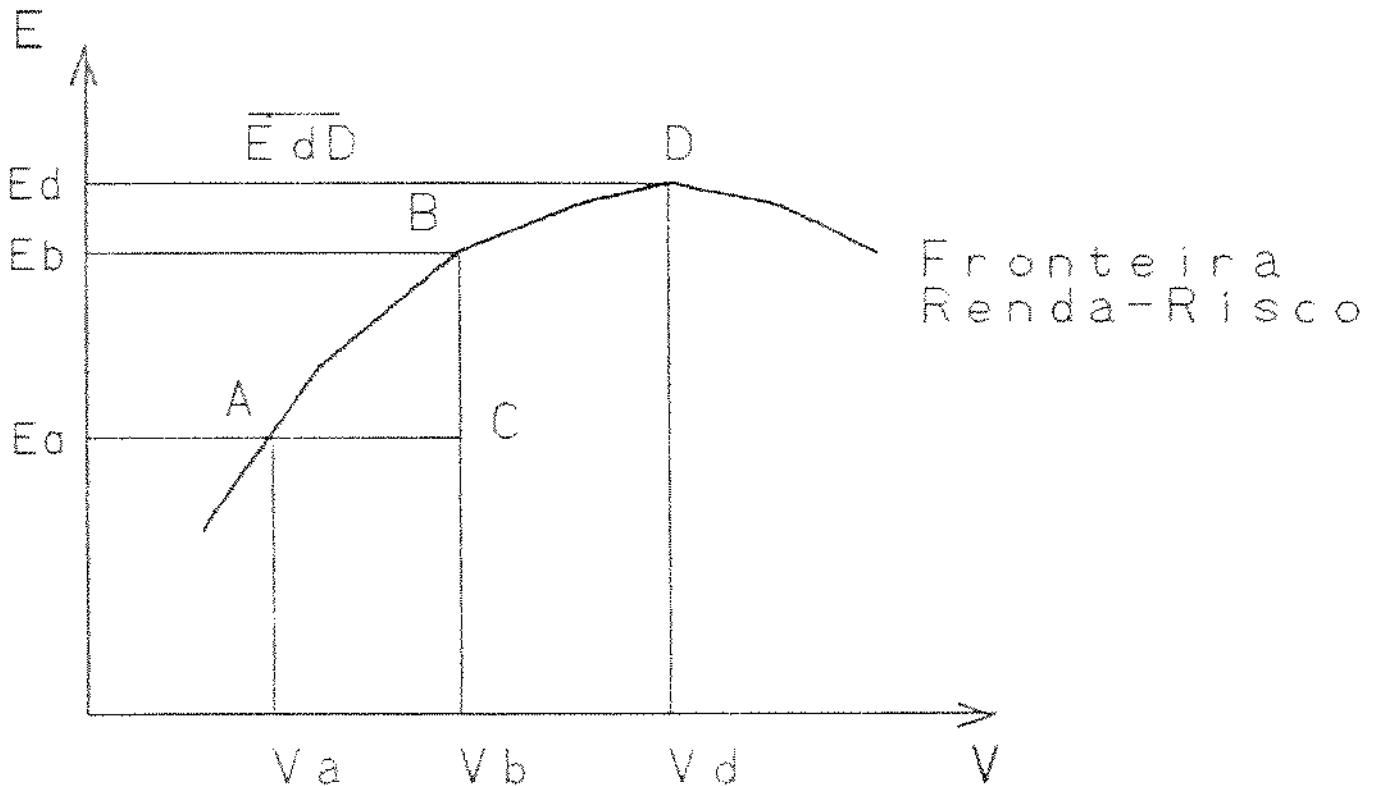
- entre todos os investimentos, com qualquer expectativa de renda haverá uma com a menor parcela de risco, sendo a mais desejável; e,

- entre todos os investimentos possíveis dada uma classe de risco, haverá uma com a maior expectativa de renda, sendo a mais desejável.

No Gráfico XV é mostrada uma fronteira renda risco, onde se identifica o ponto C como dominado, enquanto que os pontos A, B e D, formam a fronteira "Renda (E) x Risco (V)". O ponto D, localizado na parte superior da fronteira, representa o resultado obtido quando o investidor despreza qualquer cautela em relação ao risco e, considera apenas a maximização do lucro, caracterizando-o como um investidor neutro em relação ao risco. A curva de iso-utilidade deste investidor seria o segmento horizontal $\overline{E_d D}$, que tangencia a fronteira de eficiência no ponto D.

GRÁFICO XV

FRONTEIRA DE EFICIÊNCIA E - V ; e DOMINÂNCIA
RENDA ESPERADA (E) x RISCO (V OU S)



Função Utilidade

Admitindo-se que o investidor considerará os resultados de seus investimentos de maneira probabilística, de forma que os retornos dos investimentos possuam uma distribuição de probabilidades e, que o mesmo definirá suas preferências entre os diferentes planos de investimentos tomando por base somente o valor esperado de renda (E) e a respectiva variância (V) da renda associada a cada plano. BARROSO ^{9/}, assumiu que as preferências da função utilidade esperada são determinadas da seguinte forma:

$$U (R) = R + \beta R^2, \quad \text{onde } (R) \text{ representa a renda.}$$

Aplicando-se o operador de esperança (E), obtemos:

$$E [U (R)] = E (R + \beta R^2)$$

$$E [U (R)] = E (R) + \beta E (R^2)$$

$$E [U (R)] = E (R) + \beta [E (R^2) + V (R)]$$

Portanto, para uma função utilidade quadrática a utilidade esperada será obtida em função da média da renda E (R) e da variância da distribuição da renda V (R) ou seja:

$$U = f (E, V) \quad (11)$$

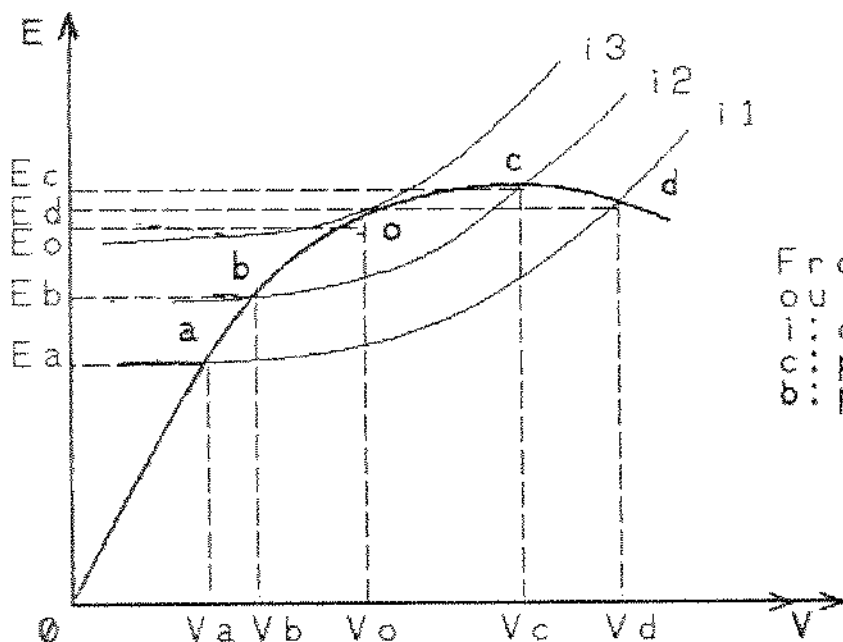
Desde que as curvas de indiferença ou iso-utilidade sejam convexas com coeficiente angular positivo, níveis crescente de renda esperada são acompanhados de níveis mais alto de risco, ^{3/}.

Outras condições necessárias para garantir o comportamento das curvas de iso-utilidades foram as analisadas por JOHNSON ^{8/}, de maneira a assegurar ao investidor um elenco de propriedades dedutíveis do Gráfico XVI, conforme segue:

- a. rendas esperadas mais altas são preferíveis às rendas esperadas mais baixas, "*Ceteris Paribus*";
- b. uma pequena variância (pequeno risco) é preferível a uma variância mais alta para um dado nível de renda esperada; e,
- c. existe uma taxa marginal decrescente de substituição entre a renda esperada e sua variância.

As pré-condições impostas anteriormente asseguram que os valores assumidos para os coeficientes angulares das curvas de indiferença são positivos (condições " a e b ") e, que as curvas de iso-utilidades são convexas (condição "c")¹⁰. TOBIN ^{6/} afirma que essas condições prevalecerão desde que a função utilidade da renda seja, simultaneamente, quadrática e convexa.

GRÁFICO XVI
FRONTEIRA DE EFICIÊNCIA ou RENDA - RISCO



Front. eficiencia
ou Renda-Risco
i: curva iso-utilidade
c: plano max. lucro (PL)
b: plano ótimo

10

Os pressupostos assumidos acima significam em termos MATEMÁTICOS, que $\frac{\partial U}{\partial E} > 0$ (1); $\frac{\partial U}{\partial V} < 0$ (2); e que: $\frac{dE}{dV} > 0$ (3) e $\frac{d^2E}{d^2V} > 0$ (4)

logo, se a derivada parcial da função utilidade (U) em relação a renda (E) e ao risco (V), for sempre maior e menor que zero, respectivamente, (satisfeitas as condições "1 e 2") a derivada primeira e segunda de "E" em relação a "V", também será maior que zero (condição "3 e 4" satisfeitas). Para o investidor, isto significa que sua decisão recairá sempre sobre um plano com uma maior taxa de risco (V) somente se, a expectativa de renda for também mais elevada (E), de forma que a aceitação de maiores valores de (V) esteja condicionada a valores crescentes de (E).

4.1 Modelos Matemáticos

A decisão de se efetuar uma análise do risco inerente aos investimentos efetuados em uma empresa de distribuição de gás canalizado, para operar na Região Metropolitana de Fortaleza, decorre da tentativa de melhor instrumentar o investidor para a tomada de decisão, de forma que o mesmo possa efetuar a melhor opção sobre os investimentos a serem realizados nos diversos segmentos de mercado, considerando inclusive, o risco decorrente de aplicar parte desses recursos em mercados sociais (onde os investimentos não tenham necessariamente as melhores condições de retorno), preservando no conjunto, uma rentabilidade aceitável - vide Capítulo III.

Para consecução do objetivo acima proposto, foram elaboradas além da análise financeira convencional - Valor Presente, Fator de Recuperação de Capital, Determinação do Ponto de Equilíbrio e Análise de Sensibilidade, uma avaliação de risco, utilizando técnicas de programação não-linear, com o auxílio da programação linear.

4.1.1 Modelo Principal - Programação Quadrática

O modelo principal para a resolução do problema tem como uma de suas características básicas uma função objetivo não-linear e suas restrições lineares. A sua resolução pode ser efetuada utilizando alguns algoritmos já consagrados para este tipo de problema.

O problema que nos propomos resolver é uma versão do problema clássico de portfólio, no qual a partir de uma determinada série histórica de rentabilidade de um conjunto de ativos a serem adquiridos, o investidor determina qual a sua expectativa de retorno (que deverá, obrigatoriamente, estar dentro dos limites de factibilidade do portfólio), de forma que, através da aplicação de um algoritmo de resolução seja determinado os níveis de investimento ótimo para cada ativo, obtendo-se a minimização do risco ou a maximização da utilidade.

Os procedimentos mais utilizados para a resolução numérica de um problema de programação quadrática são:

- .multiplicadores de Lagrange;
- .método do gradiente;
- .método de Newton;
- .método Karush-Kuhn-Tucker;
- .método simplex de Wolf;
- .método de complementaridade de Lemke; e,
- .método do gradiente reduzido, modelo local quase-Newton.

O problema geral de portfólio foi formulado alternativamente como expressão da função utilidade, segundo BISERRA ^{2/}, como:

$$U = \sum_{i=1}^n C_i X_i + \rho \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j \sigma_{ij} \right] \quad (12)$$

Sujeita às restrições de recursos, onde C_i , X_i e σ_{ij} são definidos da mesma maneira que na fórmula (13b) e o parâmetro " ρ "¹¹ indica o grau de aversão ao risco por parte do investidor.

¹¹ O parâmetro ρ mede a grau de aversão ao risco do investidor, tendo como principal benefício a obtenção direta do plano ótimo de investimento. Em compensação a escolha de ρ é efetuada de forma aleatória.

FRANCIS ^{1/}, usando outra maneira, apresentou o problema geral, através da análise de variância, no qual o problema foi enunciado como expressão do risco (variância - V), conforme segue:

$$V = \sum_{i=1}^n X_i^2 \sigma_{ii} + \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j \sigma_{ij} \right] \quad (13a)$$

Para $i \neq j$

A mesma fórmula também pode ser apresentada de maneira mais compacta como:

$$V = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j \sigma_{ij} \quad (13b)$$

Sujeita as restrições X_i e σ_{ij} , definidas de acordo com o que se segue, a formulação do problema possui assim um grande valor prático por dispensar o investidor de ter que estipular qualquer valor aleatório inicial.

Onde:

X_i - nível da i-ésima fração do portfólio.

X_j - nível da j-ésima fração do portfólio.

σ_{ij} - covariância do retorno, entre o i-ésimo e o j-ésimo investimento quando $i \neq j$ e, a variância quando $i=j$.

ρ - parâmetro que expressa o grau de aversão ao risco por parte do investidor.

C_i - retorno esperado do i-ésimo investimento.

O modelo geral utilizado para resolução do problema foi o seguinte:

$$\text{Otimizar} \quad Z(x) = c'x + x'Qx \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \text{Sujeito a:} \quad Ax &\geq b \\ x &\geq 0 \end{aligned}$$

Onde:

$Z(x)$ ¹² - é uma função convexa se "Q" é positiva definida;
 - é uma função côncava se "Q" é negativa definida;

c' - é o vetor coluna ($n \times 1$) dos coeficientes dos termos lineares;

x' - é o vetor coluna ($n \times 1$) das variáveis de decisão;

Q - é uma matriz de forma quadrática ($n \times n$);

A - é a matriz de restrição do modelo ($m \times n$);

b - é o vetor dos termos independentes ($m \times 1$).

No presente estudo de caso a função $Z(x)$ só poderá assumir um único mínimo, pois a matriz "Q" é, por definição, positiva definida. O modelo de programação será não viável se for pré-determinado um valor de renda muito elevado como referencial.

¹² Se considerarmos que a região viável para a solução da matriz Q ($Ax \geq 0$ e $x \geq 0$), então para Q positiva definida e Q negativa definida, a função $Z(x)$ assumirá na região viável, um valor mínimo e máximo, respectivamente. A variância (V) é o produto de $X'QX$ e, a renda esperada é determinada por $C'X$.

A formulação adotada para resolução do modelo de programação quadrática, foi elaborada segundo premissas teóricas abordadas no item 4 do presente Capítulo, utilizando os dados de mercado da Região Metropolitana de Fortaleza, bem como os resultados obtidos na análise financeira dos investimentos - Capítulo III. A formulação do modelo foi efetuada da seguinte maneira:

Notação Genérica -

$$\text{Min } Z(x) = x'Qx \quad (15a)$$

$$\text{Sujeito a: } Ax \geq b$$

$$x \geq 0$$

Notação Padrão -

$$\text{Min } Z = \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_{ij} x_i x_j \right] \quad (15b)$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n C_j x_j = L_e \quad \therefore \quad (0 \leq L_e \leq L_{em})$$

$$\sum_{j=1}^n A_{ij} x_j \geq b_i \quad \therefore \quad (i = 1, 2, 3, \dots, m)$$

$$x_j \geq 0 \quad \therefore \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n)$$

Onde:

- Z - variância da renda total;
- x_j - nível do i-ésimo investimento;
- C_j - retorno líquido esperado do j-ésimo investimento;
- σ_{ij} - covariância do retorno, entre o i-ésimo e o j-ésimo investimento quando $i \neq j$ e, a variância quando $i = j$;
- A_{ij} - necessidades técnicas do j-ésimo investimento pela i-ésima restrição;
- b_i - i-ésima restrição;
- n - número de investimentos;
- m - número de restrições; e,
- L_e - representa os níveis de renda escolhidos, podendo variar de zero ao valor máximo da renda - L_{em} ¹³

A resolução do modelo quadrático está vinculada ao fato de que esse modelo obedeça as condições estabelecidas por KKT - Karush-Kuhn-Tucker^{10/}.

No presente estudo foi estabelecido que a matriz Q (n x n) de variância-covariância, será positiva definida, o que implica que a função seja estritamente convexa, sendo também verdadeiras as seguintes condições^{11/}:

- Função Estritamente Convexa

$$\frac{d^2 f (x_1, x_2, \dots, x_n)}{d^2 x_j} > 0 \quad (\text{ caso genérico })$$

$$\therefore (j = 1, 2, \dots, n)$$

¹³ Se variarmos o valor de L_e de "zero" a L_{em} , geraremos uma série de planos que juntos formam uma fronteira de eficiência entre a Renda (E) e o Risco (V ou S).

- A Matriz do Hessiano - Q (n x n)

$$\text{Det}(Q) = \begin{vmatrix} \frac{\delta^2 f(x_1, x_2, \dots, x_n)}{\delta x_1^2} & \dots & \frac{\delta^2 f(x_1, x_2, \dots, x_n)}{\delta x_1 \delta x_2 \dots \delta x_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\delta^2 f(x_1, x_2, \dots, x_n)}{\delta x_1 \delta x_2 \dots \delta x_n} & \dots & \frac{\delta^2 f(\dots, x_{n-2}, x_{n-1}, x_n)}{\delta x_n^2} \end{vmatrix} > 0$$

4.1.2 Modelo Auxiliar - Programação Linear

A utilização de um modelo linear de programação visa identificar, dentro das restrições impostas ao mesmo, qual a expectativa máxima de renda que se poderia obter do empreendimento sem levar em consideração o risco.

O problema de programação linear consiste na minimização ou maximização de uma função linear, uma "função objetivo", sujeita a restrições lineares - de recursos, mercado etc, formuladas através de inequações e/ou equações do tipo - maior ou igual, menor ou igual ou igual. A resolução do problema de programação linear está também condicionada a outras restrições específicas, tais como: proporcionalidade, divisibilidade e aditividade, ^{12/}.

- Notação Genérica

$$\text{Max } Z (x) = C x$$

Sujeito a:

$$A x = b$$

$$x \geq 0$$

Onde:

- C - vetor linha (1 x n);
- x - vetor coluna (n x 1) das variáveis de decisão;
- A - Matriz (m x n) dos coeficientes técnicos; e,
- b - vetor coluna (m x 1) do lado direito das restrições, $b \geq 0$.

- Notação Padrão

$$\text{Max } Z = \sum_{j=1}^n C_j x_j$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n A_{ij} x_j \leq b_i \quad \therefore \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$x_j \geq 0 \quad \therefore \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

Onde:

- Z - renda a ser maximizada;
- C_j - constante de renda do j-ésimo investimento;
- x_j - nível do j-ésimo investimento;
- A_{ij} - necessidade técnicas do j-ésimo investimento pela i-ésima restrição; e,
- b_i - constante de restrição do i-ésimo recurso.

4.2 Matriz de Variância-Covariância

A estruturação da matriz foi efetuada sobre os resultados encontrados através da projeção de mercado, Capítulo III, Tabelas XXXVI a XLI, onde foram calculados os retornos dos investimentos para os segmentos da indústria, cogeração, transporte, residência e Comércio-Serviço.

Os rendimentos foram calculados utilizando-se o valor presente dos investimentos, considerando como referência uma taxa de juro de 12% a.a. e uma vida útil da instalação de 25 anos. Foram utilizados os rendimentos anualizados por segmentos de mercado, na forma de percentual, para construção da matriz de variância-covariância.

No presente trabalho os principais riscos do empreendimento decorreram da variação do mercado ou seja, da redução de consumo das unidades atendidas e/ou atraso no cronograma de absorção de novos consumidores. Outro risco real é a variação dos preços relativos entre energéticos, que considerou-se como produzindo o mesmo efeito de atraso no cumprimento do cronograma de absorção de novos consumidores, ou seja, redução da rentabilidade.

O risco decorrente da flutuação da margem de comercialização da distribuidora ocorre em razão da ampliação do preço de suprimento (gás fornecido pela PETROBRÁS) sem o respectivo repasse nos mesmos níveis ao consumidor. Esse tipo de risco não foi simulado no presente trabalho por falta de dados.

Na ausência de uma série histórica real, os dados foram simulados artificialmente conforme explicitado no Capítulo II - item 2.3.4 . Por esse motivo, reconhece-se a limitação da presente avaliação de risco. Entretanto, para empreendimentos já consolidados, com séries de dados históricos , os resultados da aplicação deste modelo fornecerão ao investidor valiosas informações sobre os níveis de risco a serem assumidos quando o mesmo tomar sua decisão.

TABELA XLII

MATRIZ DE VARIÂNCIA - COVARIÂNCIA DA RENTABILIDADE
DOS SEGMENTOS DE MERCADO DA CIA. DE GÁS CANALIZADO

	Transp.	Indústria	Cogeração	Residência	Comérc-Serviço
Transporte	221,70	183,93	122,58	-50,46	10,74
Indústria	183,93	223,90	139,11	-49,35	17,65
Cogeração	122,58	139,11	92,41	-32,73	10,33
Residência	-50,46	-49,35	-32,73	14,64	-3,63
Comérc-Serv	10,74	17,65	10,33	-3,63	1,64

OBSERVAÇÃO: para aplicação do modelo a matriz de rentabilidade sofreu modificações em seus coeficientes técnicos, tendo em vista obedecer a condição de ser positiva definida.

4.3 Restrições Impostas ao Modelo

A operacionalização do modelo adotado foi efetivada através do uso dos dados de mercado do Capítulo II e, das mesmas condições de investimento utilizadas para análise financeira do empreendimento, vide Capítulo III.

A utilização dos critérios previamente estabelecidos para análise financeira, calcados na realidade efetiva do mercado, na previsão orçamentária do Estado e na disposição política do Governo, emprestam significativa credibilidade às informações que deram suporte a elaboração do modelo utilizado para análise do risco, uma vez que o mesmo foi construído de maneira a se aproximar o máximo possível das condições existentes.

Entre as restrições impostas ao modelo não consideramos o suprimento de gás natural como uma delas, em razão de nos últimos dez anos a PETROBRÁS ter fornecido inúmeras informações oficiais sobre o horizonte de fornecimento e quantidades disponíveis de gás, não se confirmando nenhuma delas, pois todas as informações foram subestimadas, fato que transformou nosso Estado em recordista de queima de gás por vários anos e impediu a formação de um mercado mais expressivo.

4.3.1 Capacidade de Investimento

A capacidade de investimento da futura empresa de distribuição de gás natural do Estado foi previamente definida quando foram aprovadas as dotações orçamentárias para constituição da citada companhia, inseridas no "Plano Plurianual de Investimento do Governo do Estado, 1992 a 1995".

O montante dos investimentos necessários foram levantados no Capítulo III, item 3.3 e apontam para uma necessidade de investimento no período considerado, de acordo com a incorporação de novos mercados.

Os requisitos de capital foram orçados em US\$ 7, 099 milhões para ressarcimento dos investimentos feitos pela PETROBRÁS na rede urbana de gasoduto já existente e, em US\$ 12,312 milhões nos investimentos adicionais necessários para incorporação dos novos consumidores, perfazendo um total de US\$ 19,411 milhões.

Embora os requisitos de inversão sejam maiores que a previsão orçamentária do Estado, 19,411 contra 14,200 milhões de dólares, existe manifesto interesse da PETROBRÁS DISTRIBUIDORA S.A. - PETROBRÁS \overline{BR} e de outras empresas privadas, em se associarem com o Estado para montagem de uma companhia distribuidora de gás canalizado, tornando essa aparente contradição irrelevante.

4.3.2 Mercado

O mercado na RMF foi levantado através de pesquisa própria - vide Capítulos II e III, constituindo-se em uma das maiores restrições o seu reduzido porte e pulverização, principalmente no setor residencial, que alia essas desvantagens ao baixo consumo por unidade.

O mercado adotado para determinação dos investimentos foi levantado no Capítulo III, Tabela XXXIII, tendo sido obtido através da utilização de critérios bastante conservadores.

Outrossim, esclarecemos que os mesmos dados estão sendo utilizados para compor o mercado regional de gás natural, trabalho que está sendo elaborado pelo Ministério da Infra-Estrutura, PETROBRÁS e Estados.

4.3.3 Outras Restrições

Dentro do presente item procurou-se enquadrar o mercado e, posteriormente o modelo, a todos os condicionantes conhecidos, desde que fossem mantidos os parâmetros básicos que viabilizaram o caráter empresarial e a função social do empreendimento.

A definição das prioridades empresariais terá que necessariamente, contemplar as determinações legais, os aspectos políticos, estratégias de desenvolvimento e as questões ambientais.

Legislação - As constituições Federal e Estadual, através dos Arts. 25 e 21, respectivamente, atribuíram aos Estados a responsabilidade pela distribuição do gás natural canalizado. A nível do Governo Federal, existe uma regulamentação específica para a utilização do gás natural. Pode-se citar a portaria Nº 1.061 de 08 de agosto de 1986, do Ministério das Minas e Energia, que estabelece prioridades para a utilização e determina responsabilidades para o transporte e distribuição do gás natural. Essa portaria foi uma tentativa de estabelecer diretrizes para o setor de gás natural canalizado.

Recentemente, o Governo Federal, através do Ministério da Infra-Estrutura, baixou a portaria Nº 222 um 04 de outubro de 1991, liberando a utilização do gás natural para táxis e vinculando o seu uso a igual proporção em veículos de transporte coletivo urbano (substituição de Diesel).

A nível de Estado, estão sendo apreciadas na câmara estadual matérias sobre a utilização do gás natural, dentre as quais citamos o projeto de lei aprovado em 01 de agosto de 1991, que incentiva a utilização de gás natural nos ônibus urbanos que circulam na RMF.

Política - A ausência de uma política, a nível Federal e Estadual, para utilização do gás natural, dificulta as decisões a serem tomadas pelos técnicos do setor, obrigando-os a serem extremamente cautelosos quanto as proposições de investimento no setor.

A nível Federal, o Presidente da República determinou a criação da Comissão do Gás Natural em 18 de julho de 1991, com a finalidade de propor, no prazo de seis (06) meses, uma política para utilização do gás natural no país.

A nível Estadual, com a criação do Conselho Estadual de Energia - CONEEN em 14 de outubro de 1991, espera-se que o mesmo se manifeste no sentido de estabelecer uma política específica para o gás natural no Estado.

Estratégia - A inserção do gás natural na matriz energética brasileira, possui implicações que transcendem a simples substituição de um energético por outro.

As transformações que ora se processam na economia mundial e, principalmente, na internacionalização do aparelho produtivo e por consequência, os requisitos do binômio "produtividade versus qualidade", induzem ao consumo crescente de energéticos que propiciem ganhos de eficiência (melhoria do rendimento) e de qualidade (utilização de energéticos com menor concentração de impurezas).

Outro fato importante é a diversificação das fontes de suprimento, pois a importação de petróleo da instável região do golfo pérsico poderá impor sérios danos à economia nacional/local, decorrente da interrupção súbita do fornecimento ou da elevação de preço do petróleo importado daquela região.

No âmbito do Estado, o gás natural surge como uma das principais alternativas para substituição da lenha e derivados, além de se poder utilizá-lo como vetor de desenvolvimento para segmentos específicos do aparelho produtivo local.

4.4 Aplicação dos Modelos

Procurou-se efetuar uma aplicação dos modelos, de forma a fornecer uma visão mais ampla do espectro de rendimentos possíveis de serem alcançados, bem como dos riscos envolvidos, considerando as condições em que os investimentos serão efetuados. Para tentar melhor posicionar o investidor, foram elaboradas três hipóteses:

- 1ª - sem considerar qualquer limitação quanto aos investimentos e mercado;
- 2ª - considerando como limitação apenas o mercado; e,
- 3ª - considerando todas as limitações mencionadas no item 4.3 do presente Capítulo.

A tradução das restrições foi efetuada em termos de investimento no período considerado, 1992 a 1996, da seguinte forma:

Investimento total US\$ 19,411 milhões; consumo 252.978 m³/dia

	Valor em milhões US\$	Consumo de Gás m ³ /dia
- industrial (*).....	11,314	170.723
- cogeração.....	0,780	13.073
- transporte.....	4,235	62.497
- residencial.....	2,232	3.533
- comércio-serviço....	0,850	3.152
T O T A L	19,411	252.978

* - gasoduto existente mais investimento complementar na expansão

. Investimento equivalente em percentual, período de 1992 a 1996

	Equivalência em %
- industrial	58,4
- cogeração.....	4,0
- transporte.....	21,8
- residencial.....	11,5
- comércio-serviço.....	4,3
T O T A L	100,0

. Investimentos máximos e mínimos

	Mínimo em %	Máximo em %
- industrial	10,0 (1)	79,6 (*)
- cogeração.....	2,7 (2)	5,4 (*)
- transporte.....	10,0 (3)	29,8 (*)
- residencial.....	2,8 (4)	15,7 (*)
- comércio-serviço....	2,9 (5)	5,9 (*)

* - Valor máximo que pode ser absorvido pelo mercado;

1 - investimentos já efetuados, expansão mínima e outros;

2 - atendimento de um consumidor;

3 - atendimento dos ônibus que circulam pelo centro da cidade nos corredores de tráfego mais adensados;

4 - atendimento da área prevista somente na parte frontal, Av. Beira Mar e proximidades, locais de maior adensamento e verticalização; e,

5 - minimização do problema ambiental e assegurar sua viabilização pelo atendimento dos 10 maiores consumidores.

A resolução dos modelos de programação quadrática e linear exigiram a utilização de equipamentos de informática, uma vez que o processamento manual dos dados inviabilizariam a solução dos mesmos pelos métodos propostos. Em razão de não ser possível utilizar a infra-estrutura (equipamentos de processamento de dados) da UNICAMP, foi utilizado um micro-computador de propriedade pessoal com as seguintes características:

- 01 - Micro-computador tipo PC/XT, com
 - . processador 8088; clock - 12 MHz
 - . 1.024 kByte de memória RAM
 - . 30.000 kBytes de memória ROM - disco rígido
 - . coprocessador aritmético 8087 - 1

- 01 - Impressora Matricial
 - . velocidade 180 cps
 - . capacidade 80 colunas

Os programas que foram utilizados estão implantados no citado micro-computador. A seguir são listados os programas utilizados, bem como sua origem:

UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas

- . Redator científico de texto
ChiWriter - The Scientific/Multifont Word Processor, versão - 3.02

- . Algoritmo de resolução de programação não-linear e outros
GAMS - General Algebraic Modeling System, versão - 2.05¹⁴

¹⁴ A linguagem GAMS utiliza o algoritmo MINOS versão 5.2, desenvolvido por Murtag & Saunders, que utiliza o método do gradiente reduzido com modelo local quase-Newton, para resolução de problemas não-lineares.

- . Planilha Eletrônica
SuperCalc3 e SuperCalc4, versões 1.00 e 2.00, respectivamente

- . Gráficoador científico
GRAPHER - versão 1.05

- . Resolutor matemático
PC - MATLAB, versão 2.02

UFC - Universidade Federal do Ceará

- . Algoritmo de resolução de programação não-linear
School of Industrial Engineering, Purdue University¹⁵

- . Algoritmo de resolução de programação linear e outros
LINDO - Linear Interactive and Discrete Optimizer¹⁶

Aplicação dos Modelos. Nas seções 4.4.1, 4.4.2 e 4.4.3, são mostrados os resultados de aplicação dos modelos nas três hipóteses:

- 1ª Hipótese, sem restrições, Tabela XLIII e Gráfico XVII.
- 2ª Hipótese, com restrição superior, Tabela XLIV e Gráfico XVIII.
- 3ª Hipótese, com restrição superior e inferior, Tabela XLV e Gráfico XIX.

¹⁵ O algoritmo utilizado foi publicado no "Association for Computing Machinery, Inc", volume 15; Nº 9 - setembro/1972, em linguagem FORTRAN. O mesmo foi fornecido pelo DEMA - Departamento de Estatística e Matemática Aplicada da Universidade Federal do Ceará e, também é chamado de "Algoritmo de Complementaridade de Lemke", sua solução baseia-se no método do simplex. A implementação do algoritmo de Lemke nos planos de investimentos submetidos a restrições, vide Tabelas XXXVIII e XXXIX, apresentou instabilidade quando foram impostas condições próximas aos limites máximos, determinados pelo modelo auxiliar de programação linear.

¹⁶ O sistema LINDO utiliza o método do simplex para resolução de problemas de programação linear, inteira e não-linear (quadrática).

4.4.1 Modelo Sem Restrições

A inexistência de restrições serve para definir a fronteira de eficiência para um investimento não sujeito a nenhuma limitação real.

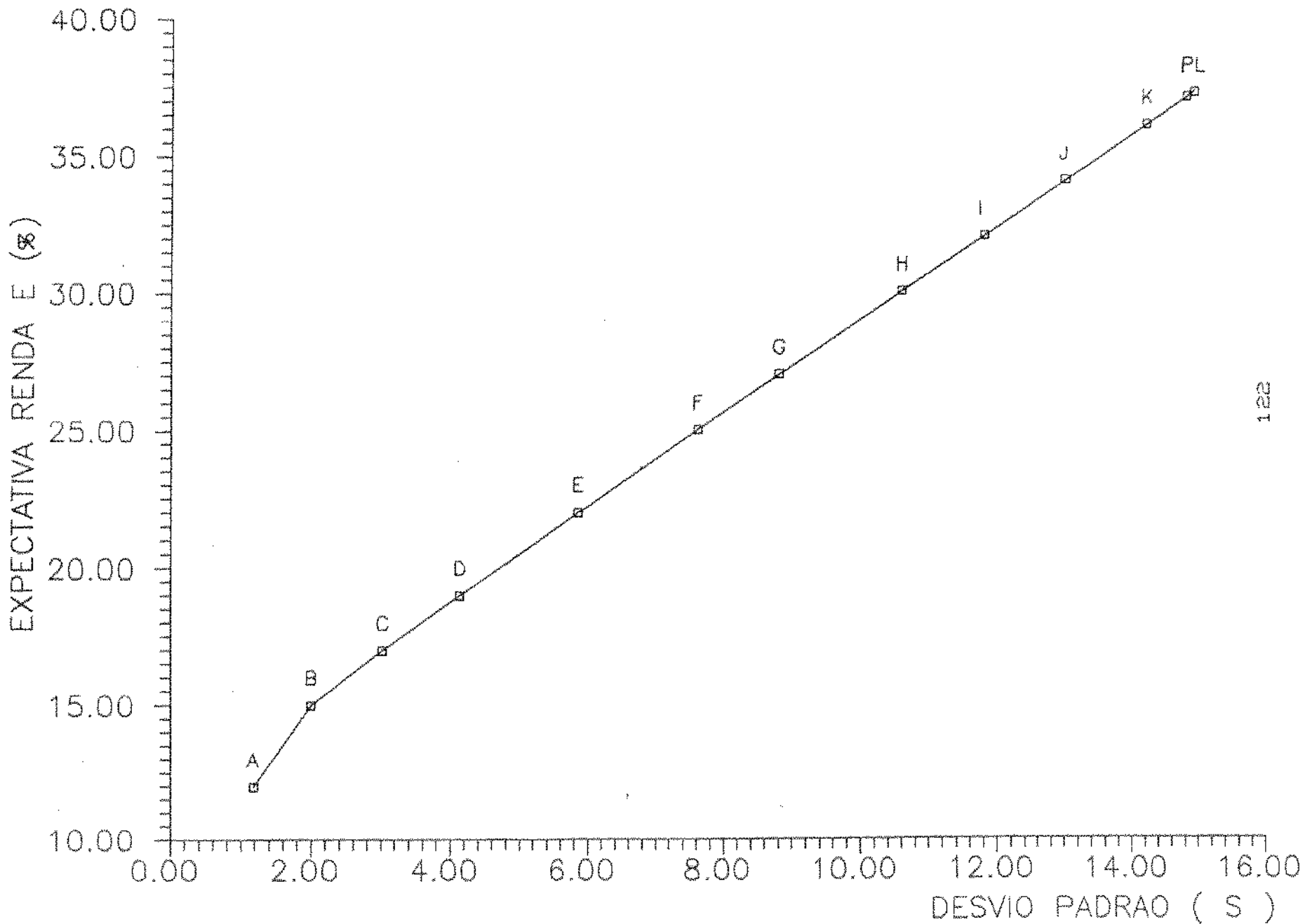
TABELA XLIII
 PLANOS ÓTIMOS DE INVESTIMENTOS PARA EXPANSÃO DA CIA. ESTADUAL DE GÁS
 - SEM RESTRIÇÕES -

DESCRIMIN	UNIDADE	SOLUÇÃO DA PROGRAMAÇÃO QUADRÁTICA												SOLUÇÃO
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	PROGRAMA LINEAR
MÉTODO GRADIENTE REDUZIDO C/ MOD. LOCAL QUASE-NEWTON, ALGORITMO "MINDS"														LINDO
EXP.RENDA	%	12	15	17	19	22	25	27	30	32	34	36	37	37,1
VARIANCIA	---	1,4	4,037	9,184	17,123	34,408	58,346	78,002	113,033	140,084	170,094	203,062	220,665	223,7
DESV.PADR	---	1,183216	2,009229	3,030512	4,137995	5,865833	7,638455	8,831874	10,63170	11,83571	13,04201	14,24998	14,85480	14,957
COEF.VARI	%	9,860133	13,39486	17,82654	21,77892	26,66288	30,55382	32,71064	35,43899	36,98659	38,35885	39,58328	40,14810	40,229
SEG.MERCADO	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
TRANSPOR	%	9,91	7,12	3,9	,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INDUSTRI	%	5,944	21,08	30,2	39,3	49,7	59,7	66,3	76,2	82,8	89,5	96,1	99,4	100
COGERACA	%	7,408	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RESIDENC	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COM-SERV	%	76,738	71,8	65,9	60,1	50,3	40,3	33,7	23,8	17,2	10,5	3,9	,6	
MÉTODO SIMPLEX, ALGORITMO DE COMPLEMENTARIDADE DE "LEMKE"														LINDO
EXP.RENDA	%	12	15	17	19	22	25	27	30	32	34	36	37	37,1
VARIANCIA	---	1,4	4,04	9,186	17,1261	34,4097	58,3485	78,0045	113,0371	140,0898	170,1005	203,0695	220,6644	223,7
DESV.PADR	---	1,183216	2,009975	3,030841	4,138369	5,865978	7,638619	8,832016	10,63189	11,83595	13,04226	14,25025	14,85478	14,957
COEF.VARI	%	9,860133	13,39983	17,82848	21,78089	26,66354	30,55448	32,71117	35,43964	36,98736	38,35958	39,58402	40,14805	40,229
SEG.MERCADO	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
TRANSPOR	%	9,91	7,171	3,9	,62	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INDUSTRI	%	5,944	21,026	30,17	39,32	49,735	59,67	66,292	76,227	82,847	89,47	96,095	99,406	100
COGERACA	%	7,408	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RESIDENC	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COM-SERV	%	76,738	71,803	65,93	60,06	50,265	40,33	33,708	23,773	17,153	10,53	3,905	,594	

FONTE - Valores computados do texto.

FRONTEIRA RENDA x RISCO - PLANO DE INVESTIMENTO OTIMO DE EXPANSAO
CIA. ESTADUAL DE GAS : SEM RESTRICAO.

GRÁFICO XVII



4.4.2 Modelo Com Restrição Superior

O presente modelo incorpora como limitação, apenas o mercado, desconsiderando todas as demais restrições existentes na prática.

TABELA XLIV
 PLANOS ÓTIMOS DE INVESTIMENTOS PARA EXPANSÃO DA CIA. ESTADUAL DE GÁS
 - COM RESTRIÇÃO SUPERIOR -

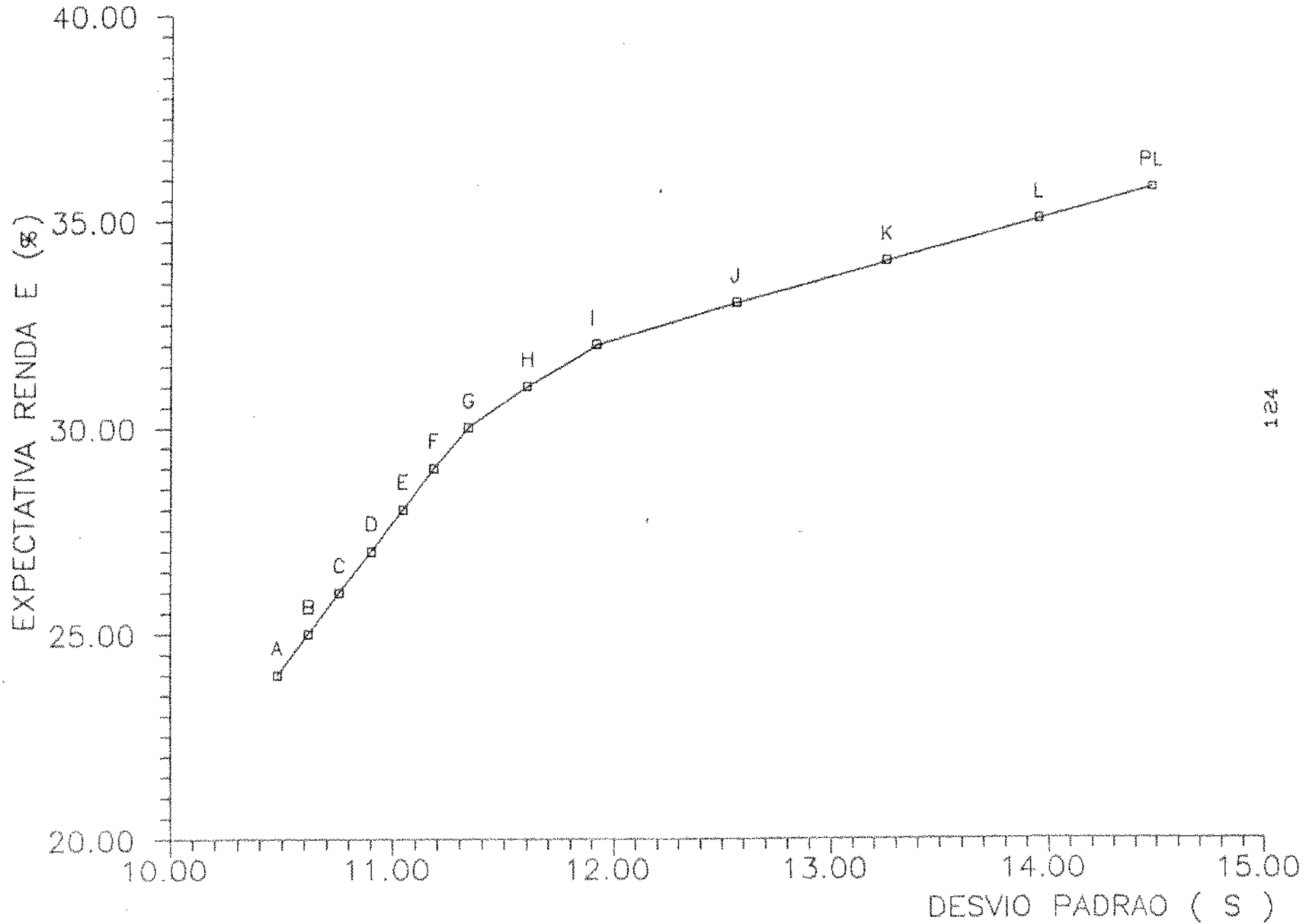
DESCRIMIN UNIDADE	SOLUCAO DA PROGRAMACAO QUADRATICA												SOLUCAO	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	LINEAR	
METODO GRADIENTE REDUZIDO C/ MOD. LOCAL QUASE-NEWTON, ALGORITIMO *MINOS*													LINDO	
EXP. RENDA	%	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	35,77
VARIANCIA	---	109,8642	112,8526	115,8811	118,9497	122,0584	125,2072	128,71	134,906	142,4311	158,2296	176,1291	195,2732	210,0187
DESV. PADR	---	10,48161	10,62321	10,76481	10,90641	11,04800	11,18960	11,34504	11,61466	11,93445	12,57893	13,27136	13,97402	14,49202
CDEF. VARI	%	43,67339	42,49284	41,40311	40,39410	39,45716	38,58484	37,81681	37,46729	37,29516	38,11798	39,03342	39,92577	40,51446
SES. MERCADO	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
TRANSPOR	%	26,2	26,5	26,7	27,1	27,3	27,6	21,3	9,8	6,3	8,5	12,8	17,1	20,4
INDUSTRI	%	46,8	47,6	48,4	49,1	49,9	50,7	57,6	70,2	78	79,6	79,6	79,6	79,6
COGERACA	%	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	4,3	0	0	0	0	0
RESIDENC	%	5,9	4,8	3,8	2,7	1,7	,6	0	0	0	0	0	0	0
COM-SERV	%	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	11,9	7,6	3,3	0
METODO SIMPLEX, ALGORITIMO DE COMPLEMENTARIDADE DE *LENKE*													LINDO	
EXP. RENDA	%	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	35,77
VARIANCIA	---	109,8618	112,8505	115,8784	118,9471	112,0556	125,2039	128,7081	134,9041	142,4303	(*)	(*)	(*)	210,0187
DESV. PADR	---	10,48150	10,62311	10,76468	10,90629	10,58563	11,18945	11,34496	11,61482	11,93442	--	--	--	14,49202
CDEF. VARI	%	43,67291	42,49245	41,40263	40,39366	37,80583	38,58433	37,81653	37,46717	37,29505	--	--	--	40,51446
SES. MERCADO	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	--	--	--	100
TRANSPOR	%	26,221	26,494	26,766	27,039	27,311	27,583	21,337	9,824	6,334	--	--	--	20,4
INDUSTRI	%	46,786	47,573	48,361	49,149	49,937	50,725	57,563	70,217	77,966	--	--	--	79,6
COGERACA	%	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	4,259	0	--	--	--	0
RESIDENC	%	5,893	4,833	3,773	2,712	1,652	,592	0	0	0	--	--	--	0
COM-SERV	%	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	--	--	--	0

* - O problema nao tem solucao complementar

FRONTEIRA RENDA x RISCO - PLANO INVESTIMENTO OTIMO DE EXPANSAO
COMPANHIA ESTADUAL DE GAS : COM RESTRICAO SUPERIOR

CAPÍTULO IV - Análise de Risco

GRÁFICO XVIII



4.4.3 Modelo Com Restrição Superior e Inferior

O presente modelo incorporou todas as restrições utilizadas para análise financeira do empreendimento, sendo portanto considerado como a fronteira de eficiência mais realista.

TABELA XLV

PLANOS ÓTIMOS DE INVESTIMENTOS PARA EXPANSÃO DA CIA. ESTADUAL DE GÁS -
- CCM RESTRIÇÃO SUPERIOR E INFERIOR -

DESCRIMIN	UNIDADE	SOLUCAO DA PROGRAMACAO QUADRATICA										SOLUCAO
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	PROGRAMAC LINEAR
METODO GRADIENTE REDUZIDO C/ MODELO LOCAL QUASE-NEWTON, ALGORITIMO "MINOS"												LINDO
EXP.RENDA	%	24,5	25	26	27	28	29	30	31	32	32,2	32,3
VARIANCIA	---	111,422	112,9031	115,9041	119,0004	124,2827	134,8794	149,3017	164,4634	180,9094	184,6751	189,6422
DESV.PADR	---	10,55566	10,62559	10,76588	10,90873	11,14822	11,61376	12,21891	12,82433	13,45026	13,58952	13,77106
CDEF.VARI	%	43,08433	42,50235	41,40722	40,40271	39,81505	40,04745	40,72969	41,36880	42,03205	42,20348	42,63487
SEB.MERCADO	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
TRANSPOR	%	23,3	23,9	25	24,4	10	10	10	10	11	11,8	12
INDUSTRI	%	50	50	50	51,6	66	70,4	73,7	77	79,6	79,6	79,6
COGERACA	%	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
RESIDENC	%	5,6	5	3,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
CCM-SERV	%	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	14	10,7	7,4	3,6	3	2,8
METODO SIMPLEX,ALGORITMO DE COPLEMENTARIDADE DE "LEMKE"												LINDO
EXP.RENDA	%	24,5	25	26	27	28	29	30	31	32	32,2	32,3
VARIANCIA	---	111,419	112,901	115,9015	118,9982	124,2819	(*)	(**)	(**)	(**)	(*)	189,6422
DESV.PADR	---	10,55552	10,62549	10,76576	10,90863	11,14818	--	--	--	--	--	13,77106
CDEF.VARI	%	43,08375	42,50195	41,40675	40,40233	39,81493	--	--	--	--	--	42,63487
SEB.MERCADO	%	100	100	100	100	100	--	--	--	--	--	100
TRANSPOR	%	23,319	22,998	25	24,416	10	--	--	--	--	--	12
INDUSTRI	%	50,001	50,002	50,001	51,584	66,012	--	--	--	--	--	79,6
COGERACA	%	5,4	5,4	5,4	5,4	5,388	--	--	--	--	--	2,7
RESIDENC	%	5,58	5,9	3,899	2,9	2,9	--	--	--	--	--	2,9
CCM-SERV	%	15,7	15,7	15,7	15,7	15,7	--	--	--	--	--	2,8

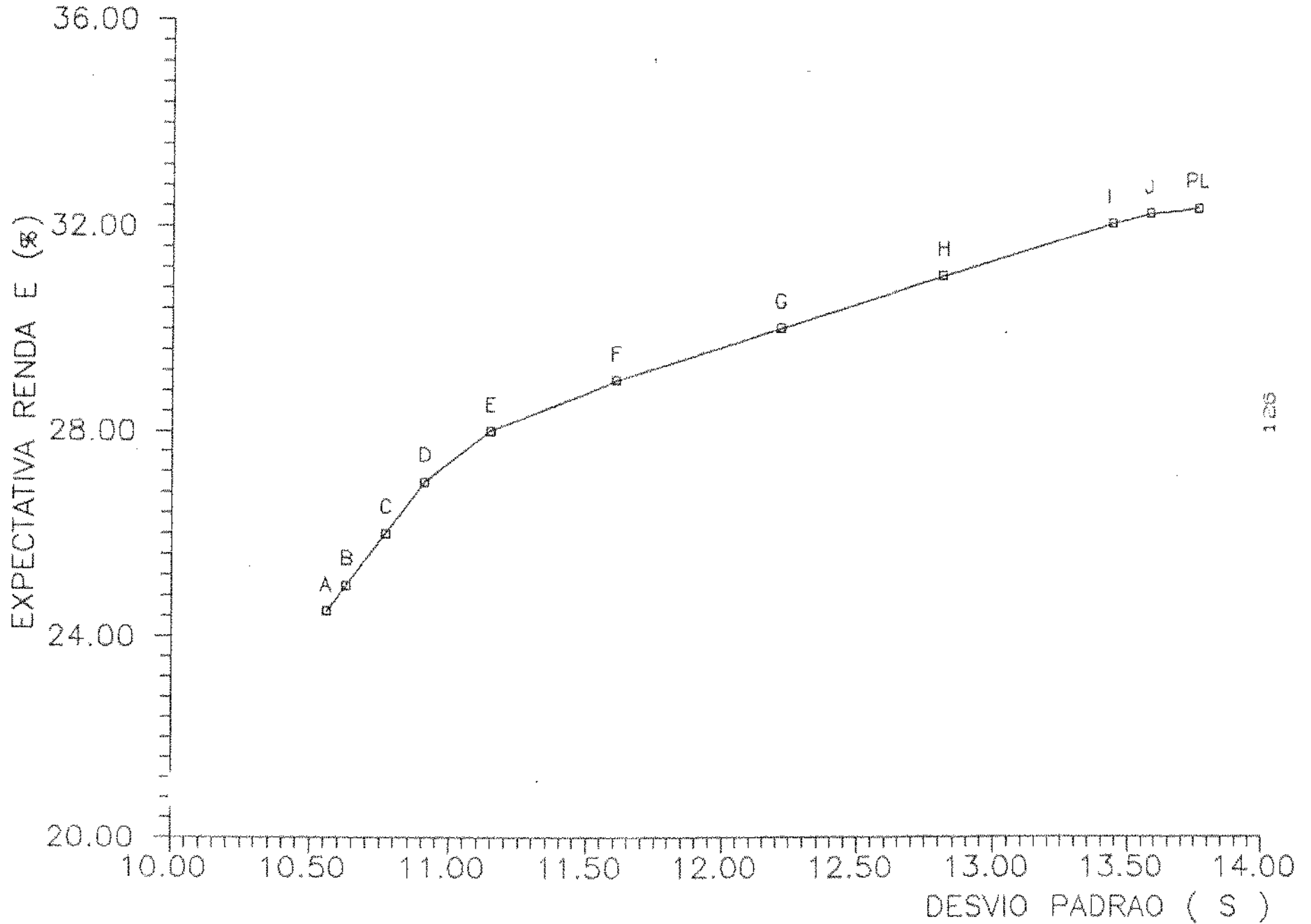
* - O problema nao tem solucao complementar

** - A solucao do problema violou alguma(s) restricao(oes)

FONTE - Dados computados do texto.

FRONTEIRA RENDA x RISCO - PLANO DE INVESTIMENTO OTIMO DE EXPANSÃO
CIA. ESTADUAL DE GAS: COM RESTRIÇÃO SUPERIOR E INFERIOR

GRÁFICO XIX



4.5 Análise dos Planos Eficientes

A matriz de variância-covariância tomou como base os resultados obtidos através do cálculo de rentabilidade percentual (valor presente) para cada segmento de mercado.

Dentre as covariâncias obtidas das rentabilidades dos diversos segmentos de mercado, algumas são negativas, significando que o risco entre os segmentos é pouco correlacionado (caso do setor residencial que é fortemente deficitário).

O "Coeficiente de Variação"¹³ acaba refletindo a existência de valores negativos entre as covariâncias, através de uma grande amplitude de valores, principalmente no caso da fronteira de eficiência sem restrição.

No presente estudo de caso, a fronteira de eficiência composta pelos planos de investimento que não se submetem a qualquer restrição serve de referência para identificação dos limites máximos e mínimos teóricos, dos níveis de rentabilidade possíveis, bem como os respectivos riscos decorrentes, conforme indicado na Tabela XLIII e Gráfico XVII.

O levantamento dos planos de investimentos que compõem a fronteira de eficiência com restrição superior de mercado possibilita ao investidor uma visão mais realista das expectativas de renda e de seus respectivos riscos. A restrição imposta aos modelos estreita a faixa de viabilidade onde se efetua a análise de risco, uma vez que o limite inferior, determinado pelo primeiro plano ótimo de investimento possui elevadas expectativas de renda 24 % e de risco (desvio padrão) 10,48. Os limites superiores da fronteira também sofreram uma redução para 35 % na expectativa de renda e para 13,97 no risco (desvio padrão), vide Tabela XLIV e Gráfico XVIII.

¹³ "Coeficiente de Variação" $C = \frac{S \text{ ou } V}{E} \times 100$ onde: S - desvio padrão;

V - variância; e, E - expectativa de renda.

Os planos de investimento elaborados sob uma ótica realística, sofrendo restrições superiores (mercado, capacidade de investimento e outras) e inferiores (legislação, necessidade social/ambiental e outras), induziram a novos patamares mínimos de expectativa de renda e do risco, um pouco maiores que os planos submetidos apenas as restrições superiores, expectativa de renda 24,5 % e risco 10,55 (desvio padrão). Os limites máximos dos planos também foram restringidos aos seguintes valores: expectativa de renda 32,2 % ; e, risco 13,77 (desvio padrão). Como a fronteira de eficiência é formada pelo conjunto de planos de investimento, os reflexos sobre a mesma foram os mesmos comentados para os planos, na Tabela XLV e Gráfico XIX.

4.6 Determinação do Plano Ótimo

A escolha do plano ótimo de investimento deverá ser efetuada entre o conjunto de planos que compõem a fronteira de eficiência, submetida a limites mínimos e máximos, impostos pela necessidade de se buscar adequação do modelo à realidade local. Aceitando-se a citada premissa, o investidor estará automaticamente reduzindo o seu espectro decisório aos limites mostrados na Tabela XLV e, visualizados no Gráfico XIX.

O desconhecimento do coeficiente de aversão ao risco¹⁴, bem como a impossibilidade de determinação do mesmo pela ausência de dados históricos, induz que a escolha do plano ótimo de investimento seja calcada essencialmente sobre a teoria de Bayies, em que prevalecem as preferências do investidor e suas respectivas estimativas probabilísticas.

¹⁴ O coeficiente de aversão ao risco pode ser calculado de forma aproximada, comparando-se a inclinação da fronteira de eficiência "E contra V ou S" (Renda versus Risco), $\frac{-b}{(1 + 2bE)}$, com a inclinação da curva de iso-utilidade, associada com a função Utilidade $U = E + b (E^2 + V \text{ ou } S)$ onde: U - expectativa de utilidade; V - variância; S - desvio padrão; E - renda; e, b - coeficiente de aversão ao risco, BISEIRA - .

Portanto, considerando que o investidor típico seja avesso ao risco mas que deseja maximizar a sua função utilidade e, que existe uma preferência explícita pelos investimentos de cunho social e ambiental a exemplo do setor de transporte, foi escolhido como plano ótimo o ponto "D" da Tabela XLV, com as seguintes características:

PLANO ÓTIMO

PONTO "D" DA TABELA XLV, VISUALIZADO NO GRÁFICO XIX,

COM OS SEGUINTE VALORES:

.ESPECTATIVA DE RENDA (E)	27,00 %
.VARIÂNCIA (V).....	119,00
.DESVIO PADRÃO (S).....	10,90
.COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (Cv).....	40,40 %

PLANO ÓTIMO

DISTRIBUIÇÃO DOS INVESTIMENTOS POR SEGMENTO DE MERCADO

DISCRIMINAÇÃO	EM %
.TRANSPORTE	24,4
.INDÚSTRIA	51,6
.COGERAÇÃO	5,4
.RESIDENCIAL	2,9
.COMÉRCIO - SERVIÇOS	15,7
.T O T A L	100,0

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. FRANCIS, Jack Clark. Investments - Analysis and Management. Editora McGraw - Hill Book Company, New York. Segunda edição, 1976 ,693 p.
2. BISERRA, José Valdeci. Uncertainty and Decision Analysis on Large Sharecropped in Northeast Brazil. Tese de Doutorado pela The Ohio State University, 1980, 232 p.
3. SILVA, José Ribeiro. Planejamento Agrícola sob Condições de Risco para Pequenas Propriedades da Zona Semi-Árida dos Sertões do Estado do Ceará. Tese de Mestrado pela Universidade Federal do Ceará, 1988, 79 p.
4. BREGALDA, , P. F. , OLIVEIRA, A. F. & BORNESTEIN, C.T. . Introdução a Programação Linear. Editora Campus, 1981, 259 p.
5. DILLON, J. L. . An Expositore Review of Berncollian Decision Theory. R. Marketing of Agricultural Economics, 53, 1971.
6. TOBIN, J. . Liquidity Preference as Behaviour Towards Risk. Review of Economics Studies, 25, 1958.
7. MARKOWITZ, H. . Portfolio Selection. Journal of Finance, 7, 1952.
8. JOHNSON, A. W. . Sharecroppers of the Sertão: Economics and Dependence on a Brazilian Plantation. Stanford University Press, 1971.
9. BARROSO, L. V. . Atitudes dos produtores de Abacaxi em Relação ao Risco - Estado da Paraíba. Tese de Mestrado pela Universidade Federal do Ceará, 1985, 75 p.
10. HILLIER, Frederick S. & LIEBERMAN, Gerald J. . Introduction to Operations Research. Editora Holden - Day, Inc., California. Quarta Edição, 1989, 805 p.
11. BAZARAA, Mokhtar S. & JARVIS, John J. . Linear Programming and Network Flows. Editora John Willey & Sons, Georgia. Primeira Edição, 1977, 565 p.

BIBLIOGRAFIA

12. WAGNER, Harvey M. . Pesquisa Operacional . Editora Prentice/Hall do Brasil, segunda edição, 1986, 851 p.

13. MAHEY, Philippe . Programação Não-Linear - Introdução à Teoria e aos Métodos. Editora Campus, 1977, 237 p.

14. OLIVEIRA, Alberto P. e RESENDE, Heber Viana. A Teoria de Decisão Ótima de Investimentos em Projetos Industriais - Evidências e Falácias dos Métodos de Avaliação e Seleção dos Projetos. Boletim Técnico da PETROBRÁS, RJ, 33 (2) : 149 - 163, Abril/Junho 1990.

15. BRONSON, Richard. Pesquisa Operacional. Coleção Schaum, Editora McGraw-Hill, 1985, 318 p.

16. HADLEY, G. .Programação Linear. Editora Guanabara Dois. 1982,460 p.

17. CEREDA, Ronaldo L. D. e MALDONALDO, José Carlos. Introdução ao FORTRAN 77 para Computadores. Editora McGraw-HILL. 1987, 211 p.

18. HEIL, Maximilian Emil. Linguagem de Programação Estruturada - FORTRAN 77. Editora McGraw-Hill. 1986, 511 p.

19. RAVINDRAN, Arunachalam. A Computer Routine for Quadratic and Linear Programming Problems. Association for Computing Machinery, Inc., communications Nº 09, Sept/1972, Vol. Nº 15.

20. SCHARGE, Linus. Linear, Integer and Quadratic Programming - LINDO, User's Manual. The Scientific Press, 3ª Edição, 1987, 96 p.

21. ChiWriter, User's Manual. H. Software Design Corp. 1988, 206 p.

22. BROOKE et alli. General Algebraic Modeling System - GAMS, User's Guide(The World Bank). The Scientific Press, 1988, 289 p.

CAPÍTULO V

CONCLUSÃO

5. Impacto Sócio-Econômico

A utilização intensiva do gás natural na RMF produzirá reflexo direto em diversos setores da economia local, principalmente naqueles segmentos que utilizarão gás em substituição à lenha e carvão vegetal, derivados de petróleo e, em alguns usos específicos a eletricidade.

A excelência do combustível, aliada à economia propiciada pelo seu uso, permite aos usuários, via de regra, numa sensível economia nos processos produtivos através de uma maior eficiência da combustão, em razão da maior facilidade de regulação e controle das operações, o que implica em uma minimização dos custos de manutenção e operação.

Os resultados propiciados pela utilização do gás natural junto aos setores industrial, transportes e comércio/serviços são nitidamente positivos, em razão da melhoria da produtividade. Esses ganhos em qualidade e quantidade, previstos para os usuários do gás, deverão favorecer sua rápida consolidação como um dos melhores energéticos disponíveis no mercado.

Devido à produção de gás ser efetuada no próprio Estado, a disseminação do seu uso permitirá a internalização dos recursos oriundos/investidos na atividade gaseífera, uma vez que a produção, transporte e consumo ocorrerá dentro das fronteiras geográficas do mesmo. Sob os aspectos de arrecadação de impostos e do balanço externo de pagamentos, o uso do gás ensejará um acréscimo da arrecadação, ao mesmo tempo em que se reduzirão as importações dos energéticos substituídos, que à exceção dos derivados da biomassa são importados.

A criação de uma companhia estadual de gás canalizado em si não melhorará a oferta de emprego, pois uma companhia com essa finalidade gerará um nível irrisório de empregos diretos. Entretanto, as atividades decorrentes do processo de distribuição possuem considerável capacidade de absorção de mão-de-obra, principalmente na prestação de serviços ligados diretamente ao uso do gás.

5.1 Impacto Ambiental

Um dos principais problemas ambientais com que a humanidade se defronta atualmente é a poluição atmosférica causada pela queima de combustíveis de origem orgânica, cuja combustão produz uma série extensa de contaminantes, que variam de acordo com a composição química do combustível utilizado e do processo de queima.

Dentre os poluentes emitidos destacam-se os óxidos de carbono, CO e CO₂, óxidos de nitrogênio NO_x, óxidos de enxofre SO_x e fuligem¹⁹.

O monóxido de carbono, CO, é altamente tóxico e o dióxido de carbono CO₂ é considerado o maior responsável pelo "efeito estufa". Os óxidos de nitrogênio, NO_x, sob condições específicas, formam ácido nítrico, que por sua vez, em combinação com compostos orgânicos voláteis (hidrocarbonetos) e a luz do sol, formam outros compostos entre os quais o ozônio, O₃, que é danoso à fauna e flora.

Os óxidos de enxofre, SO_x, em reação com os componentes normais da atmosfera, formam ácido sulfúrico, que sob a forma de chuva ácida, destrói a fertilidade dos solos, contamina os recursos hídricos e causa severos danos às edificações e monumentos.

A fuligem é a fumaça são liberadas quando a queima dos compostos orgânicos ocorre de forma incompleta, propiciando a aglomeração, entre si, das cadeias de carbono que, por sua vez se aglutinam com outros resíduos (hidrocarbonetos não queimados, metais pesados etc).

As maiores fontes poluidoras da atmosfera nos grandes aglomerados urbanos-industriais são os gases de descarga dos veículos automotores, os gases produzidos pelas atividades industriais e a geração termelétrica.

O balanço energético do Estado mostra que a lenha e o carvão vegetal são responsáveis por cerca de um terço da energia consumida. Por outro lado, sabe-se que não existem plantios de florestas destinadas à produção de energia e que foram identificadas em algumas micro-regiões do Estado extensas áreas em processo de desertificação.

¹⁹ Gás Natural e a Indústria. Confederação Nacional da Indústria, CNI/COASE, Coleção José Ermírio de Moraes, 1989, 99p.

A crítica situação da cobertura vegetal remanescente é ciclicamente agravada por fenômenos climáticos adversos, caracterizados por longas estiagens, pelo crescimento demográfico e, conseqüentemente, pelo acentuado desmatamento para fins energéticos e incorporação de novas áreas de plantio.

O gás natural é o energético que menos polui o ambiente. Essa afirmativa é válida para toda a cadeia de produção, transporte, estocagem e queima. Em linhas gerais, as principais características do gás são as seguintes:

- . produção - dispensa torres não interferindo na paisagem
- . transporte - geralmente por gasodutos subterrâneos ou navios metaneiros, que não provocam catástrofes marítimas
- . estocagem - quase sempre efetuada em cavidades subterrâneas ou em zonas portuárias
- . queima - emissão mínima dos poluentes relacionados abaixo
 - óxidos de carbono (CO e CO₂) - bastante inferior a qualquer outro combustível orgânico
 - óxido de enxofre (SO_x) - inexistente na maioria das jazidas produtoras, inclusive nas do Ceará
 - óxido de nitrogênio (NO_x) - inferior aos níveis emitidos por qualquer outro composto orgânico²⁰
 - fuligem e fumaça - praticamente inexistente.

Em razão dos motivos apontados acima, entre outros, o gás natural está sendo apontado como o combustível do século XXI por permitir o desenvolvimento sustentável.

19

Os institutos de pesquisa dos países desenvolvidos já conseguiram aperfeiçoar queimadores que reduzem a menos de 10% a emissão de NOx

- .. queimador de gás convencional - 36 g/GJ
- .. queimador de gás otimizado - 3 g/GJ
- .. queimador de óleo combustível - 50 g/GJ

5.2 Mercado

Os dados levantados em pesquisa própria da Companhia Energética do Ceará - COELCE sobre o mercado de gás na Região Metropolitana de Fortaleza - RMF compreenderam os setores da indústria, cogeração (em indústrias), comércio-serviços, transporte e residencial.

Os resultados mostraram um mercado com dimensões reduzidas, guardando uma correlação com a economia da RMF, quando comparado com os grandes mercados de gás da Bahia, Rio de Janeiro e São Paulo. Entretanto, a homogeneidade dos segmentos pesquisados e suas características fisiográficas garantem a rentabilidade dos investimentos, à exceção do setor residencial.

Analisando cada um dos segmentos, obtém-se sua síntese conforme segue:

- . indústria - não existem grandes consumidores, ficando o mercado distribuído em um número relativamente grande de indústrias; entretanto, esse mercado mostra-se bastante promissor;
- . cogeração - mercado derivado do industrial, foi levantado de forma extremamente conservadora, sendo de pequeno porte, porém com boas perspectivas de evolução;
- . comércio-serviços - considerado para efeito de pesquisa amostral apenas em sua parte mais promissora e, mesmo assim para ser atendido com certa prudência;
- . transporte - possui boas perspectivas de se tornar o melhor segmento após o industrial, além de ser o que proporciona um retorno social mais imediato; e,
- . residencial - é o mercado com maior potencial teórico, entretanto de difícil atendimento, face ao baixo consumo por economia e dispersão física. Para efeito de pesquisa considerou-se apenas zonas de acentuada verticalização.

5.3 Rentabilidade do Investimento

A rentabilidade do empreendimento foi analisada utilizando-se o ferramental clássico disponível, de forma a fornecer ao investidor meios de avaliação dos resultados financeiros previstos para atendimento do mercado.

Conforme visto no Capítulo III, o investidor possui um empreendimento bastante sólido para investir. Sob o ponto de vista estritamente financeiro o tomador de decisão, para obter uma melhor rentabilidade, terá que efetuar a seleção das opções disponíveis, onde se excluíram os segmentos residencial e comércio-serviços.

Para avaliar a rentabilidade da distribuição de gás natural na RMF, utilizou-se as seguintes análises: valor presente e taxa interna de retorno de capital, ponto de equilíbrio e análise de sensibilidade.

O cálculo do valor presente e retorno de capital apontaram os segmentos da indústria, cogeração e transporte como viáveis, sendo descartados os setores residencial e comércio-serviços.

A determinação do ponto de equilíbrio confirmou a avaliação feita no parágrafo anterior, mostrando que se houver um redimensionamento do setor de comércio-serviços, o mesmo passa a ser plenamente rentável.

A análise de sensibilidade mostrou que os setores da indústria, cogeração e transporte, mesmo quando submetidos artificialmente a uma redução de rentabilidade, mostraram um bom desempenho, com destaque para o segmento de transporte.

Em todas as avaliações efetuadas, considerando o mercado como um todo, os resultados foram positivos para o conjunto, embora deva se levar em conta que a melhor rentabilidade do empreendimento não será alcançada caso o investidor não utilize outros critérios para delimitar qual a fração ideal de cada mercado a ser atendido inicialmente.

Pela ótica do investidor institucional (o Governo), o empreendimento deverá contemplar além do retorno financeiro os aspectos estratégicos e sociais do mercado, admitindo-se que a rentabilidade inicial do empreendimento poderá ser um pouco menor, pela incorporação dos segmentos menos rentáveis no curto prazo, mas que em prazo maior proporcionarão uma base de mercado mais sólida, além de consolidar junto a população em geral a imagem do energético gás natural.

5.4 Avaliação do Risco

A análise do risco do empreendimento tornou-se necessária em face das condições específicas do investidor institucional, ou seja, de o governo prover o atendimento dos segmentos sociais do mercado, mantendo o caráter empresarial do investimento através de níveis de rentabilidade economicamente aceitáveis.

A busca de uma solução para conciliar a conflituosa situação de atender componentes sociais e, ao mesmo tempo, preservar a saúde financeira do empreendimento, agravada pelo elevado grau de incerteza em que os investidores operam no país, fez com que se buscasse uma alternativa aos parâmetros convencionais de análise.

Outra forte razão para se efetuar uma avaliação do risco é a histórica e grave situação de penúria que vive a população do Estado, uma vez que qualquer investimento efetuado pelo mesmo em infraestrutura deslocará recursos destinados à área social tais como: educação e saúde.

Portanto, tornou-se imperiosa a adoção de medidas que contemplassem as necessidades sociais do mercado, preservassem a rentabilidade do investimento, assegurando ao mesmo tempo, uma alocação ótima dos recursos disponíveis.

A avaliação do risco do investimento, foi efetuada construindo-se três hipóteses:

primeira hipótese: considerou que não existiam restrições aos investimentos em qualquer nível - legal, metodológico, recursos financeiros e políticos;

segunda hipótese: considerou como restrição apenas o mercado, assumindo que não haveria restrição de qualquer outra ordem; e,

terceira hipótese: levou em consideração as restrições identificadas na realidade em que se insere o mercado. Foram considerados como restrições o mercado, os recursos financeiros, aspectos legais, aspectos técnicos e econômicos da rede de distribuição, necessidade sociais e o fator político.

A resolução do problema sob o ponto de vista de risco foi efetuada através da utilização de um modelo de programação quadrática, utilizando um modelo auxiliar de programação linear, de maneira a se obter fronteiras de eficiência - Renda x Risco, composta por planos ótimos de investimentos, construídas sobre as três hipóteses adotadas.

A inserção da análise de risco, no caso da Região Metropolitana de Fortaleza, facilitará a incorporação dos segmentos sociais do mercado, minimizando os riscos de perda do equilíbrio financeiro do empreendimento ao mesmo tempo em que colocará à disposição do investidor, planos de investimento ótimos para cada nível de renda desejado, com os seus respectivos riscos envolvidos.