

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
NÚCLEO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E
MEIO AMBIENTE**

Antonio Alves da Silva Marrocos Neto

**PERSPECTIVAS DO IMPACTO DA PENETRAÇÃO DO GÁS
NATURAL NO ESTADO DE RONDÔNIA**

Porto Velho
2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Antonio Alves da Silva Marrocos Neto

**PERSPECTIVAS DO IMPACTO DA PENETRAÇÃO DO GÁS
NATURAL NO ESTADO DE RONDÔNIA**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, na área de concentração Políticas Públicas e Desenvolvimento Regional, ao Núcleo de Ciências e Tecnologia da Fundação Universidade Federal de Rondônia.

Orientador: Prof. Dr. Artur de Souza Moret

Porto Velho
2006

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - CIP

621.6.028-032.31 Marrocos Neto, Antônio Alves da Silva.
M361p

Perspectivas do impacto da penetração do gás natural no estado de Rondônia / Antônio Alves da Silva Marrocos Neto. – Porto Velho, 2006.
128p.

Dissertação (Mestrado).-Universidade Federal de Rondônia, 2006. Orientação Prof. Dr. Artur de Souza Moret, Pró Reitoria de Extensão, Núcleo de Ciências e Tecnologia, UNIR.

1. Gás Natural 2. Desenvolvimento Regional 3. Gasoduto Virtual 4. Energia Elétrica I. Título II. Moret, Artur de Souza.

PERSPECTIVAS DO IMPACTO DA PENETRAÇÃO DO GÁS NATURAL NO ESTADO DE RONDÔNIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Antonio Alves da Silva Marrocos Neto

Banca Examinadora

Orientador: Prof. Dr. Artur de Souza Moret

1º Membro Titular: Prof. Dr. Sinclair Mallet
Guy Guerra

2º Membro Titular: Prof. Dr. José Manuel
C Marta

Porto Velho, ___ / ___ / _____

Este trabalho é dedicado à memória de meu pai, Alcêdo Sobral da Silva Marrocos, cidadão de Rondônia, apaixonado por tudo que dizia respeito a esta região. Entusiasta do progresso e de uma vida mais digna para os povos da Amazônia.

Agradecimentos

Ao professor doutor Artur de Souza Moret, orientador e amigo. De quem obtive sempre uma palavra capaz de tornar mais simples questões que pareciam barreiras intransponíveis.

Aos professores doutores Sinclair Mallet Guy Guerra e José Manuel C. Marta, as lições de interesse pela pesquisa e rigor científico, as orientações sábias com as quais pretenderam tornar este trabalho capaz de contribuir, de fato, para seus objetivos. Em particular para uma visão mais realista e, sem qualquer incoerência, visionária, em relação às perspectivas para esta grande região – a Amazônia.

A todo o corpo docente do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, do Núcleo de Ciências e Tecnologia da Fundação Universidade de Rondônia, pela atenção sempre solícita em dirimir dúvidas e sugerir caminhos na busca do conhecimento.

Aos companheiros da terceira turma do Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, pelas longas horas que passamos juntos, os debates acalorados e os momentos de insegurança superados, sempre, com muita vontade.

À minha família, sem o apoio da qual este texto não teria sido realizado. Em especial, ao meu filho Ronaldo, pelas muitas horas “roubadas” ao seu convívio.

Não serei o poeta de um mundo
caduco.
Também não cantarei o mundo
futuro.
Estou preso à vida e olho meus
companheiros.
Estão taciturnos mas nutrem grandes
esperanças.
[*Carlos Drummond de Andrade*]

Resumo

Esta dissertação investiga as possibilidades de utilização do gás natural pelos setores produtivos do Estado de Rondônia, além do uso como fonte de geração termelétrica, estima demandas e avalia as condições de acesso ao gás. A literatura de referência forneceu os dados sobre o estado da arte do transporte e da utilização do gás na economia mundial. Para a elaboração do estudo consideraram-se dados sócio-econômicos oficiais, processados para conhecer o contexto e a evolução do setor elétrico, cuja demanda foi motivação para o projeto do gasoduto Urucu-Porto Velho. O consumo de gás pelo parque termelétrico foi estimado com base no mercado de energia elétrica, tal como projetado pelas concessionárias de serviços elétricos locais. Para os demais setores produtivos, a estimativa foi realizada com base em informações de consumo dos energéticos em uso, obtidos junto aos usuários ou entidades representativas, combinados com dados da literatura. Os planos de ações das concessionárias e entidades reguladoras do setor elétrico, orientaram as projeções e avaliações das tendências com influência sobre o consumo de gás natural. A dispersão espacial, a pequena escala de produção e o baixo conteúdo tecnológico são características do segmento industrial local. Gasodutos virtuais poderão ampliar a região onde o gás natural será ofertado no estado. Não há perspectiva de expansão do gasoduto para o interior do estado e além fronteira. Ações planejadas são imprescindíveis para ampliar o acesso ao gás e que outros setores, além do termelétrico, possam utilizar-se do produto.

Palavras-chave.

Gás natural. Energia. Rondônia. Desenvolvimento regional. Gasoduto virtual.

Abstract

This dissertation investigates possibilities for natural gas use in the productive sectors of the State of Rondônia, beyond its use as source of thermoelectric generation, esteem demands and evaluate gas access conditions. The state of the art of gas transportation and use in the world-wide economy was attained in reference literature. Official social-economic data were used to know the context and evolution of the electric sector, whose demand was the motivation for the Urucu-Porto Velho gas-line project. The gas consumption on the thermoelectric plants was esteemed on basis of the electric energy market, such as projected by the local electric services concessionaires. The gas consumption for the productive sectors other than electrical was esteemed on the basis of the consumption of other energetic in use, gotten from users or representative entities, combined with literature data. The plans of action of the concessionaires and regulating entities of the electric sector, had guided the projections and evaluations of the trends that influence natural gas consumption. The dispersion, small scale and the low technological content are characteristic of the local industrial segment. "Virtual gas-lines" will be able to extend where the natural gas will be offered in the state. There is no perspective of the gas-line extension for the interior of the state, and beyond its border. Planned actions are essential to extend the gas access and that, other sectors than thermo electrical, can make use of the product.

Key words.

Natural gas. Energy. Rondônia. Regional development. Virtual gas-line.

Lista de Figuras

Figura 1.1	Usos Potenciais do Gás Natural	25
Figura 1.2	Cadeia de Produção da Indústria Petroquímica	32
Figura 2.1	Amazônia e Sub-regiões do PAS	50
Figura 2.2	Modelo da Indústria de Gás Natural no Brasil – Gás Nacional.	59
Figura 2.3	Competência Regulatória na Distribuição de GN no Brasil	60
Figura 2.4	Estrutura da Atividade de Distribuição de GNC	61
Figura 2.5	Diagrama Simplificado de uma UPGN	64
Figura 3.1	Sistema Elétrico de Rondônia 2006	80
Figura 6.1	Província de Urucu e Gasodutos de Manaus (em construção) e Porto Velho (planejado)	128

Lista de Gráficos

Gráfico 1.1	Consumo Mundial de Combustíveis Fósseis 1965-2005	21
Gráfico 1.2	Emissões de CO ₂ Relacionadas ao Uso de Energia, por Região	22
Gráfico 1.3	Custo de Transporte via Tecnologias GNC e GNL	28
Gráfico 1.4	Valor dos Produtos Derivados de 1 MBTU de GN	30
Gráfico 2.1	Produção e Consumo de Gás Natural no Brasil 10 ³ tep	58
Gráfico 3.1	Rondônia: Nº de Migrantes 1979-1989	65
Gráfico 3.2	Composição do Setor Industrial de Rondônia por Atividade 2003	67
Gráfico 3.3	Evolução do PIB de Rondônia 1985-2003 (Moeda: R\$ de 2003)	69
Gráfico 3.4	Evolução da Intensidade Energética: Rondônia 1994-2005	69
Gráfico 3.5	Evolução da Intensidade Energética por Classe de Consumidor 1994-2005	70
Gráfico 3.6	Participação das Fontes Energéticas na Matriz Estadual Estimada – 2005	72
Gráfico 3.7	Consumo de Derivados de Petróleo em Rondônia 2000-2005 (tep)	73
Gráfico 3.8	Evolução do Consumo Total de Eletricidade e Eventos Marcantes 1973-2005	76

Lista de Quadros

Quadro 1.1	Vantagens da Utilização de Gás Natural	32
Quadro 2.1	Síntese das Metas para as Fontes Alternativas	55
Quadro 3.1	Localidades Programadas para Interligação ao Sistema Acre- Rondônia 2007-2009	81
Quadro 3.2	Setores Industriais de Rondônia e Municípios onde Predominam	88

Lista de Tabelas

	pg
Tabela 1.1	Emissões Atmosféricas de Termelétricas 33
Tabela 1.2	Concentração Média dos Metais no Gás Natural de Urucu 33
Tabela 2.1	Participação de estados da Amazônia Legal no PIB e na População do Brasil 2001-2003 49
Tabela 2.2	Sistemas Elétricos Isolados na Amazônia Legal 2006 53
Tabela 2.3	Reservas de Gás Natural – Amazônia e Brasil – 2004 62
Tabela 2.4	Unidades de Processamento de Gás Natural – Pólo Arara (m ³ /dia) 63
Tabela 2.5	Composição do Gás Natural Seco de Urucu 63
Tabela 3.1	Indicadores Sociais de Rondônia 1970 – 1996 66
Tabela 3.2	Nº de Localidades Supridas com Energia Elétrica em Rondônia 1969-2005 74
Tabela 3.3	Localidades sob Racionamento de Energia Elétrica Rondônia 19/fev/1991..... 75
Tabela 3.4	Evolução do Mercado de Energia Elétrica 1988 – 2004 76
Tabela 3.5	Sistema Acre- Rondônia - 2006 78
Tabela 3.6	Sistema Cone Sul - 2006 78
Tabela 3.7	Sistemas Isolados de Rondônia – 2006 79
Tabela 3.8	PCH com Operação Programada até 2010 – Rondônia 81
Tabela 4.1	Projeção do Consumo e Excedente de GN no Setor Elétrico de Porto Velho – 2006-2014 95
Tabela 4.2	GNC para Geração de Eletricidade em Sistemas Isolados 95
Tabela 4.3	Consumo Estimado de GN em Substituição ao GLP - Área Urbana de Porto Velho 96
Tabela 4.4	Estimativa de Consumo de GN Substituto de GLP, no Entorno de Porto Velho 97
Tabela 4.5	Demanda Estimada de GNV pela Frota de Porto Velho e Área de Influência 98
Tabela 4.6	Consumos Estimados de GN em Porto Velho e Área do Gasoduto Virtual – 2006 99
Tabela 4.7	Preços dos Combustíveis por Milhão de BTU 100
Tabela 4.8	Geração Térmica e Economia na CCC pela Substituição de Diesel por GN 101
Tabela 4.9	Projeção da Redução na Emissão de CO ₂ pela Substituição de Diesel por GN 103

Siglário

ABEGAS	Associação Brasileira de Empresas Distribuidoras de Gás Canalizado
ABS	Acrilonitrila Butadieno Estireno
ABIPLAST	Associação Brasileira da Indústria de Plásticos
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
BACEN	Banco Central do Brasil
BMC	Bilhões de Metros Cúbicos
BTU	British Thermal Unit
Capes	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCC	Conta de Consumo de Combustível
CEAM	Companhia Energética do Amazonas
Ceron	Centrais Elétricas de Rondônia S/A
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CPT	Comissão Pastoral da Terra
CTGás	Centro de Tecnologia do Gás
EIA-DOE	Energy Information Administration – Department of Energy
EIA	Estudo de Impactos Ambientais
Eletrobrás	Centrais Elétricas Brasileiras S/A
ELN	Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A
Eletronorte	Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EUA	Estados Unidos da América do Norte
FAFEN	Fábrica de Fertilizantes Nitrogenados
Flona	Floresta Nacional
GEE	Gases do Efeito Estufa
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GN	Gás Natural
GNA	Gás Natural Adsorvido
GNC	Gás Natural Comprimido
GNL	Gás Natural Liquefeito
GNV	Gás Natural Veicular
GTL	Gas to Liquid
GTON	Grupo Técnico Operacional da Região Norte (Eletrobrás)
Guascor	Guascor do Brasil Ltda
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IEA	International Energy Agency
IMAZON	Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
кта	Mil toneladas por ano
kW	Kilowatt (mil Watts)
LT	Linha de Transmissão
MIN	Ministério da Integração Nacional

MMA	Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal
MM BTU	Milhão de BTU
MME	Ministério de Minas e Energia
MPF	Ministério Público Federal
MS	Ministério da Saúde
MW	Megawatt (um milhão de Watts)
NUAR	Núcleo Urbano de Apoio Rural
OECD	Organização Econômica para a Cooperação e o Desenvolvimento
PAS	Plano Amazônia Sustentável
PPC	Paridade de Poder de Compra
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PCI	Poder Calorífico Inferior
PCT	Pequena Central Termelétrica
PDEEE	Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica
PEAD	Polietileno Alta Densidade
PEBD	Polietileno Baixa Densidade
PEBDL	Polietileno Baixa Densidade Linear
PET	Polietileno Tereftalato
Petrobrás	Petróleo Brasileiro S/A
PIB	Produto Interno Bruto
PIE	Produtor Independente de Energia
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PP	Polipropileno
PS	Poliestireno
PVC	Policloreto de Vinila
RIMA	Relatório de Impactos Ambientais
SE	Subestação (elétrica)
SEAPES	Secretaria de Estado da Agricultura, Produção e do Desenvolvimento Econômico e Social
SEMPLA	Secretaria Municipal de Planejamento – Porto Velho
SEPLAN	Secretaria de Estado do Planejamento
SIN	Sistema Interligado Nacional
TEP	Toneladas Equivalentes de Petróleo
Termonorte	Termonorte Energia Ltda
TR	Tonelada de Refrigeração
TWh	Terawatt.hora (10^{12} Watt.hora)
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UHE	Usina Hidrelétrica
UTE	Usina Termoelétrica
Unicamp	Universidade Estadual de Campinas
UPGN	Unidade de Processamento de Gás Natural
USP	Universidade de São Paulo

Sumário

	pg
Dedicatória	iii
Agradecimentos	iv
Epígrafe	v
Resumo	vi
Abstract	vii
Lista de Ilustrações	viii
Lista de Tabelas	ix
Siglário	x
Sumário	xii
1 Introdução	14
1.1 Antecedentes	14
1.2 Problematização	17
1.2.1 Objetivo Geral	18
1.2.2 Objetivos Específicos	18
1.3 Revisão da Literatura no Estado da Arte que Envolve o Gás Natural	19
1.3.1 A Energia e seu Significado para o Desenvolvimento	20
1.3.2 O Gás Natural	23
1.3.2.1 Transporte do Gás Natural	26
1.3.2.2 Aplicações do Gás Natural	29
1.3.2.3 Gás Natural e Meio Ambiente	33
1.4 Detalhamento do Trabalho	35
1.5 Procedimentos Metodológicos	36
2 Desenvolvimento Regional e Energia na Economia Globalizada	46
2.1 Amazônia e Rondônia	46
2.2 O Gás Natural no Brasil	57
2.3 O Gás Natural na Amazônia	62
3 Rondônia: Síntese da Recente Evolução Econômica e Energética até o Gás Natural	65
3.1 A Economia Estadual e a Questão Energética	65
3.2 O Segmento Energia Elétrica de Rondônia	74
3.3 Perspectivas de Utilização do Gás Natural em Rondônia	86
3.4 Alternativas ao Gás Natural	89
3.5 Ampliação do Acesso ao Gás Natural – Gasoduto Virtual	90
3.6 Características das Principais Atividades Demandantes de Gás Natural	91
4 Resultados da Pesquisa	94
4.1 Demanda por Gás Natural	94
4.1.1 Geração Termelétrica em Porto Velho	94
4.1.2 Geração Termelétrica em Sistemas Isolados	95
4.1.3 Uso Doméstico. Substituição de GLP em Porto Velho	96
4.1.4 Uso Doméstico. Substituição de GLP no Entorno de Porto Velho ...	96
4.1.5 Cerâmica Vermelha	97
4.1.6 Panificação	97
4.1.7 Bebidas	98
4.1.8 Transporte. Gás Natural Veicular – GNV	98

4.1.9	Quadro Resumo	99
4.2	Preços, Custos, Emissão de Gases e Indicadores de Uso do GN ...	100
4.2.1	Vida Útil da Reserva de Urucu	100
4.2.2	Preço dos Combustíveis	100
4.2.3	Custos da CCC e Economia com Gás Natural	100
4.2.4	Custo Unitário de Geração com Gás Natural	101
4.2.5	Lenha e Carvão Vegetal na Matriz Energética	102
4.2.6	Redução na Emissão de Gás Carbônico	103
5	Análise dos Resultados	104
6	Referências	112
Ap. A	Histórico do Gás Natural na Amazônia	125
Ap. B	Glossário	129

1 INTRODUÇÃO

1.1 Antecedentes

A Amazônia brasileira, Rondônia em particular, vive desde meados da década de 1970 um processo de acelerada transformação do espaço físico e social. Ações governamentais e privadas produziram uma nova dinâmica, que alterou drasticamente o uso do solo e os meios de produção (BARTHOLO Jr., BURSZTYN, 1999, p.39). O chamado “ciclo agrícola” (FIERO, [1989?], p.159) da economia rondoniense substituiu práticas extrativistas centradas na floresta natural, base de sustentação das populações tradicionais, pela extração mecanizada da madeira e implantação da agricultura e pecuária.

Essa transformação estrutural da economia rondoniense é decorrente da política de ocupação física da Amazônia, implantada a partir daquela década. Desde então, o processo colonizador transformou a economia de subsistência que persistia desde o fracasso da empreitada da Estrada de Ferro Madeira-Mamoré, em dinâmico pólo agropecuário da região norte. A extração e industrialização da madeira, a agricultura e, a pecuária leiteira e de corte e indústrias derivadas, consolidaram-se como as principais novas fontes de trabalho e renda da população.

Como uma região de fronteira agrícola em expansão, as deficiências infra-estruturais, particularmente o precário serviço de energia elétrica, resultaram em entraves às atividades da população, mormente as produtivas. No início da década de 90, as cidades do interior do estado viviam sob racionamento constante. Os “*black outs*” eram freqüentes e, localidades menores sequer dispunham de serviço elétrico mais que seis horas por dia. Notícia veiculada em órgão da imprensa diária local relatava:

Crise Energética.

População de N. Brasília quebra o posto da Ceron.

Revoltada com o intenso racionamento de energia elétrica gerado pela falta de combustível, a população de Nova Brasília: distrito de Cacoal, iniciou um quebra-quebra no posto da Centrais Elétricas de Rondônia (Ceron). [...] Cansados de esperar por uma solução, o povo decidiu invadir o posto e, após prender os mecânicos e operadores, iniciou o protesto.

(ALTO MADEIRA, 1991)

Quase dois anos depois, Amaral (1993) escrevia em órgão da imprensa nacional:

O estado próximo do século passado.

Mais de um século depois que o americano Thomas Edison projetou a primeira usina hidrelétrica, em 1882, existe um lugar no Brasil onde acompanhar novela é um privilégio, submeter-se a uma cesariana, um risco, e investir numa indústria, uma loucura. Rondônia, com 1,5 milhão de habitantes, vive em permanente crise de energia, na dependência do fornecimento de óleo diesel para as termelétricas da estatal Ceron (Centrais Elétricas de Rondônia). Com exceção da capital, 39 municípios enfrentam racionamento que muitas vezes resume a luz a seis horas no dia.

Somente a partir de 1994, quando a linha de transmissão associada à UHE Samuel foi estendida até Cacoal e, em 1996 entrou em operação a quinta e última unidade geradora de Samuel, o sistema tornou-se capaz de suprir a crescente demanda do estado com maior abrangência e confiabilidade (DOURADO, 2004).

Em 1997, a decisão de construir um gasoduto entre o Pólo Arara da Província Petrolífera de Urucu (AM) e Porto Velho (RO), para alimentar o parque de geração termelétrica (GASPETRO, 2001, cap.2), abriu perspectivas para um suprimento elétrico mais confiável e de menor custo, além de novas opções para investimentos do setor empresarial e o desenvolvimento local. A substituição do óleo diesel pelo gás natural representa redução na necessidade de importação de petróleo para produzir o diesel usado nas unidades geradoras e, nos custos da Conta de Consumo de Combustíveis (CCC), que subsidia a geração de eletricidade nos sistemas térmicos isolados.

O projeto, que prevê a participação majoritária de investidores privados, compreende o transporte de gás de Urucu por gasodutos até Porto Velho (RO) e Manaus (AM), numa extensão de 700 km; a adaptação de usinas termelétricas existentes e a construção da linha de transmissão Porto Velho-Rio Branco, com 500 km. Calcula-se uma economia de R\$ 200 milhões por ano, uma vez que a geração ficará em torno de US\$ 40/MWh, enquanto o custo médio atual da energia na região é de US\$ 100/MWh (BRASIL, 1998b).

O anúncio da construção do gasoduto Urucu-Porto Velho provocou reações na sociedade local. Setores preocupados com a intensidade dos impactos negativos sobre o meio ambiente e a vida social, em particular das populações tradicionais – seringueiros, extrativistas, indígenas – que vivem na floresta, na zona de influência do gasoduto, mobilizaram-se para debater a obra. O documento final do quinto

seminário sobre o tema, promovido pela Comissão Pastoral da Terra - AM (CPT, 2002), afirma:

Repudiamos a construção dos grandes projetos de infra-estrutura, de mineração e energéticos na Bacia Amazônia e convocamos toda a sociedade a juntar-se na luta pelo direito à vida, em especial, das populações tradicionais – ribeirinhos, extrativistas, pescadores e indígenas, com ênfase ao usufruto da água, da terra e da qualidade de vida.

O segmento empresarial, através da Federação das Indústrias, ao traçar um perfil socioeconômico do estado, argumenta (FIERO, 2003, p.96):

Outro fator importante de modificação e redução de custos, inclusive com importações nacionais de petróleo, e com profundas implicações sobre a matriz energética do estado, será a construção do gasoduto Urucu-Porto Velho, previsto para janeiro de 2006, que disponibilizará 2,3 milhões de m³/dia de gás natural.

Há, certamente, preconceitos e desmedidas justificativas de todas as partes, porém, a repercussão da questão deixa evidente a importância do empreendimento para os habitantes da região. O gás natural é, como se sabe, um produto de uso versátil - como combustível tem aplicações nos mais diversos processos. Como matéria-prima ou insumo, em importantes ramos da indústria química – e sua próxima disponibilidade pode-se constituir em um fator de desenvolvimento regional. Ao mesmo tempo, suscita o debate em torno do desmatamento da Amazônia, argumentando-se com a abertura de trilhas e clareiras na mata, possibilitando a penetração em áreas virgens e, da interferência com o modo de vida das populações que tradicionalmente vivem da floresta.

A realização deste trabalho reflete o interesse do autor em contribuir para a análise das possibilidades de desenvolvimento do estado. Por outro lado, é condição para o aperfeiçoamento profissional, permitindo ampliar habilidade na área de pesquisa e análise científica, especificamente na área de planejamento do setor energético. Contribui, ademais, para o conhecimento da questão energética no estado, tema sobre o qual poucos estudos acadêmicos foram realizados, particularmente relacionados ao gás natural no tocante ao Estado de Rondônia. Visa assim, preencher uma lacuna nessa área do conhecimento.

1.2 Problematização

O fluxo de energia é condição *sine qua non* para a manutenção dos processos produtivos e evolução das sociedades humanas, embora sua simples disponibilidade **não** conduza necessariamente ao desenvolvimento econômico e social. No dizer de McCurdy *apud* Rifkin (2003, p.39): “o grau de civilização de qualquer época, comunidade ou grupo de comunidades se mede pela habilidade em utilizar a energia para o processo ou as necessidades humanas”. Marta (2001, p.1), analisando a “energia como elemento de desenvolvimento” diz:

A energia e principalmente a eletricidade têm sido apresentadas à população de regiões emergentes como pano de fundo para algumas justificativas aos processos incompletos ou insuperados, das etapas históricas necessárias à promoção do desenvolvimento. Isoladamente, como se sabe, é incapaz de promover a transformação da sociedade, podendo em conjunto com outros elementos gerar o crescimento de uma região. Apresenta-se, assim, nas diversas fases do processo de crescimento e desenvolvimento, sempre permeando por outros fatores essenciais a constituição dos processos em tela.

Durante os vinte anos iniciais do ciclo agrícola, o suprimento de eletricidade no estado foi insuficiente e de má qualidade. Essa condição somente pôde ser superada através da geração de alto custo, com base em óleo diesel. A opção do gás natural como fonte primária significa a substituição do óleo diesel, produto caro e importado – em 2005, o país importou 2.371.306 m³, despendendo US\$ 1.019.636.016 FOB (ANP, 2005a), ou, R\$ 30,58 por milhão de BTU, ao dólar médio de 2,63 R\$/US\$ (BACEN, 2006) - por outro de origem nacional, a R\$ 8,00 por milhão de BTU¹, obtido em local próximo ao mercado consumidor, a preço muito inferior e, que apresenta vantagens tanto no aspecto tecnológico como no ambiental.

Ao lado da geração de energia elétrica a menor custo por BTU, o gás poderá ter outras utilizações. O gasoduto de Urucu é capaz de suprir o parque gerador do sistema AC-RO, suporta a expansão do mercado (ver Tab 4.1, p.94), e dispõe de um excedente que poderá ser utilizado pelo consumidor doméstico, comercial e industrial. A economia local tem base primária e o processo de industrialização é ainda embrionário, sendo o parque industrial disperso, de pequena escala e baixo conteúdo tecnológico (FIERO, 2003, p.236). Fatores que constituem barreiras à

¹ Preço do gás natural, em Manaus - 8 R\$/MM BTU - informado pela Petrobrás, em audiência pública da Subcomissão da Amazônia da Câmara dos Deputados (ANDRADE, 2006).

penetração do gás, e que se somam a outros, que se manifestam em mercados nos quais não há tradição de uso de combustíveis gasosos. São barreiras econômicas (custos de exploração e transporte), tecnológicas (inexistência de eletrodomésticos a gás; processos industriais de baixo consumo calórico), logísticas (sistema de distribuição ineficiente) e, culturais (desconhecimento do produto; construções projetadas sem considerações quanto ao uso do gás e a eficiência energética). Os concorrentes, combustíveis tradicionais que o gás deverá substituir, têm uso amplamente dominado pela população e, alguns deles, preço inferior. Suas redes de distribuição estão estabelecidas, com mecanismos de acesso conhecidos e aceitos.

A demanda do parque termelétrico de Porto Velho levou à proposta de construção do gasoduto de Urucu, disponibilizando futuramente o produto no mercado local, quando estiver concluído. O que ensejou esta pesquisa, para avaliar as possibilidades de penetração do gás na economia local, baseada na execução do projeto do gasoduto Urucu – Porto Velho. Buscamos então esclarecer a questão: **além do parque termelétrico, em que extensão poderá o gás ser empregado pela economia local, onde o processo de industrialização encontra-se em estágio inicial, de modo a contribuir para o seu desenvolvimento?**

1.2.1 Objetivo Geral

Identificar no espaço físico e econômico do estado de Rondônia as atividades econômicas locais potencialmente consumidoras de gás natural, suas demandas e os principais fatores positivos e negativos à penetração do gás.

1.2.2 Objetivos Específicos

Estimar o potencial de consumo de gás natural em substituição aos combustíveis atualmente em uso, nos setores de atividades demandantes;

Investigar tecnologias de transporte alternativas ao gasoduto, capazes de ampliar a distribuição, contribuindo para a formação de um mercado regional do gás;

Investigar possibilidade de suprimento do gás aos sistemas termelétrico isolados, com o objetivo de ancorar sistemas que ampliem sua distribuição;

Avaliar condicionantes conjunturais ao acesso e utilização de gás natural em Rondônia.

1.3 REVISÃO DA LITERATURA NO ESTADO DA ARTE QUE ENVOLVE O GÁS NATURAL

O objetivo da revisão literária é identificar as principais tecnologias de transporte e distribuição, além dos usos que tem sido dado ao gás natural, nas economias em que o insumo se tornou fonte de energia e base para obtenção de outros produtos úteis, pela indústria química e demais. Conhecer as formas como o gás natural é tornado disponível aos agentes econômicos, para emprego em processos de conversão energética ou de transformação química, e as aplicações que são dadas ao produto, de modo a poder estimar seu uso local.

O estágio atual desse recorte do setor de gás natural foi levantado através de buscas nas mais recentes publicações sobre o tema. Documentos, anuários, relatórios estatísticos e estudos, elaborados por instituições como a Energy Information Administration – EIA-EUA, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Agência Nacional de Petróleo – ANP, International Energy Agency – IEA, Ministério de Minas e Energia – MME e entidades a ele vinculadas - Petrobrás, Eletrobrás e EPE – forneceram dados relativos à produção, consumo e tendências no uso dos energéticos, particularmente o gás natural, em nível global e no país. Na literatura especializada na questão energética, foram buscados os mais recentes entendimentos sobre o uso da energia, repercussões sobre o meio ambiente e seus reflexos sobre a vida política e econômica dos povos.

Sobre a atualidade brasileira, nos assuntos relacionados ao tema e correlatos, constituíram fontes as teses e dissertações acadêmicas disponíveis nos acervos eletrônicos da UFRJ, USP, UFSC, Unicamp e CAPES (Periódicos Capes). Do mesmo modo, artigos científicos publicados em periódicos impressos ou acessados através da Internet. Neste caso, nas bases referenciais de organizações voltadas para a produção, pesquisa, distribuição e disseminação de informações sobre o gás natural, entre elas, a ABEGÁS, o CTGás, RedeGasEnergia. A legislação específica foi consultada basicamente através do sítio da ANP, na Internet.

Essa pesquisa trouxe o conhecimento da evolução, atualidade e tendências para as atividades de prospecção, exploração, transporte e tecnologias de distribuição do gás natural no mundo, no Brasil e, em particular, na Amazônia. Também, das barreiras e perspectivas para a expansão da infra-estrutura de distribuição do gás e utilização final pelos diversos setores da economia. Deixou

evidentes as alternativas de usos do gás nos setores de atividade humana, e as fortes implicações diplomáticas e políticas no nível internacional. Assim como o contexto nacional, onde evoluem as políticas, públicas e privadas, de desenvolvimento da indústria do gás natural.

1.3.1 A Energia e seu Significado para o Desenvolvimento

Ao longo da história, conquistas e invenções como o fogo, a roda, as velas de navegação, as alavancas e as máquinas complexas, permitiram aproveitar as forças naturais, multiplicando a energia disponível utilizável. A humanidade usou-as para superar obstáculos e alcançar padrões de vida mais confortáveis e abundantes.

Na Europa do século XVIII, a 1ª Revolução Industrial e a Revolução Francesa marcaram o início da Era Moderna, quando as transformações nos modos de produção e nas relações sociais modificaram o modo de vida das sociedades. A associação do fator tecnológico ao capital resultou, não somente na multiplicação da capacidade produtiva, mas na superação do feudalismo e surgimento do modo capitalista de produção. Desde então a indústria tornou-se o principal motor do desenvolvimento econômico das nações. Diz o Manifesto do Partido Comunista:

A descoberta da América, a circunavegação da África ofereceram à burguesia em ascenso um novo campo de ação. Os mercados da Índia e da China, a colonização da América, o comércio colonial, o incremento dos meios de troca e, em geral, das mercadorias imprimiram um impulso, desconhecido até então, ao comércio, à indústria, à navegação, e, por conseguinte, desenvolveram rapidamente o elemento revolucionário da sociedade feudal em decomposição.

[.....]

Todavia, os mercados ampliavam-se cada vez mais: a procura de mercadorias aumentava sempre. A própria manufatura tornou-se insuficiente; então, o vapor e a maquinaria revolucionaram a produção industrial. A grande indústria moderna suplantou a manufatura; a média burguesia manufatureira cedeu lugar aos milionários da indústria, aos chefes de verdadeiros exércitos industriais, aos burgueses modernos (MARX e ENGELS, [196-], p.23)

Por cerca de 150 anos, as máquinas a vapor – usando carvão mineral - e as ferrovias foram os instrumentos e símbolos do progresso. Até que, no início do século XX, a evolução das técnicas de destilação e a invenção dos motores de combustão interna, fizeram com que o petróleo e seus derivados passassem a dominar o mercado mundial de energia e, transformaram o automóvel, as rodovias e o avião em símbolos da sociedade industrial. O consumo de fósseis segue uma

curva ascendente, tendo alcançado mais de 9 milhões de toneladas equivalentes de petróleo em 2005. O Gráfico 1.1 mostra a trajetória dos últimos quarenta anos.

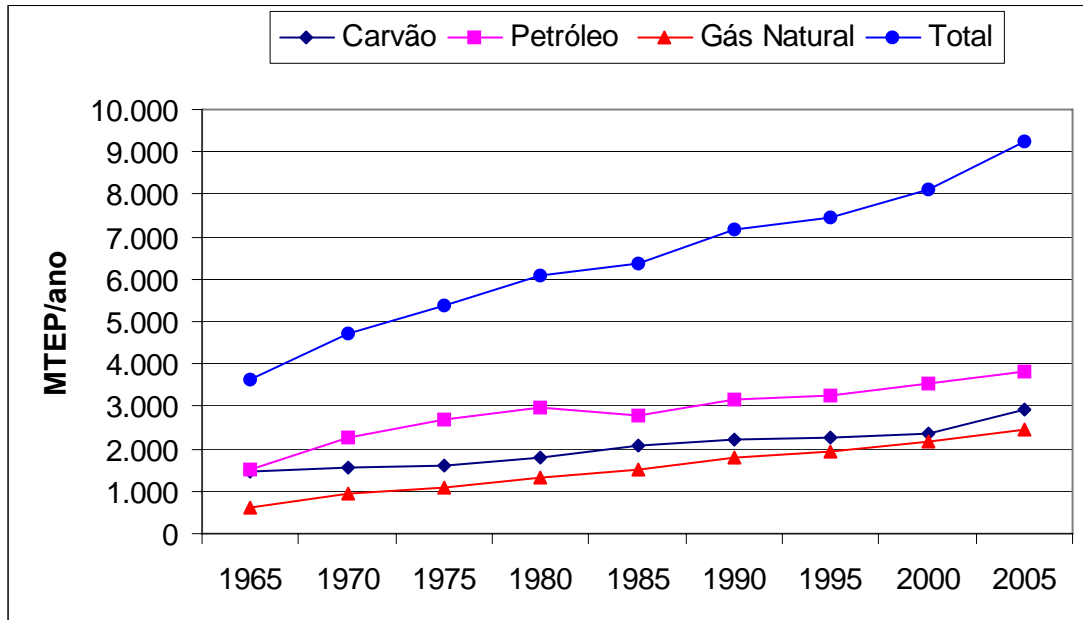


Gráfico 1.1 Consumo Mundial de Combustíveis Fósseis 1965-2005
Fonte: (BP, 2006)

O ritmo de exploração dos recursos naturais na era industrial acelerou-se a tal ponto, que o debate sobre a capacidade de sobrevivência do planeta tornou-se uma das questões candentes da atualidade, daí concluirmos com Branco (2004, p.17,18) que, “embora a quantidade de energia disponível em uma comunidade ou país esteja diretamente relacionada com seu grau de civilização ou desenvolvimento, ela é apenas um parâmetro”, portanto, outros devem ser considerados.

O consumo dos combustíveis fósseis – carvão mineral, xisto, hulha, petróleo, gás natural – e a resultante emissão de gases tóxicos, em particular o gás carbônico (CO₂), têm suscitado intenso debate científico e político. Estudos da IEA prevêm emissões de 38 bilhões de toneladas de CO₂ no ano 2030, cerca de 13 bilhões acima do nível atual (IEA, 2003, p. 13), como mostrado no gráfico 1.2. As reservas finitas, o consumo crescente e os efeitos sobre o ambiente, o clima em particular, são indicadores da não sustentabilidade ambiental de seus usos nos níveis atualmente praticados. O que reforça a importância do avanço nas pesquisas em busca da viabilização técnico-econômica de fontes alternativas de energia, ao mesmo tempo renováveis e não contribuintes para o aquecimento global.

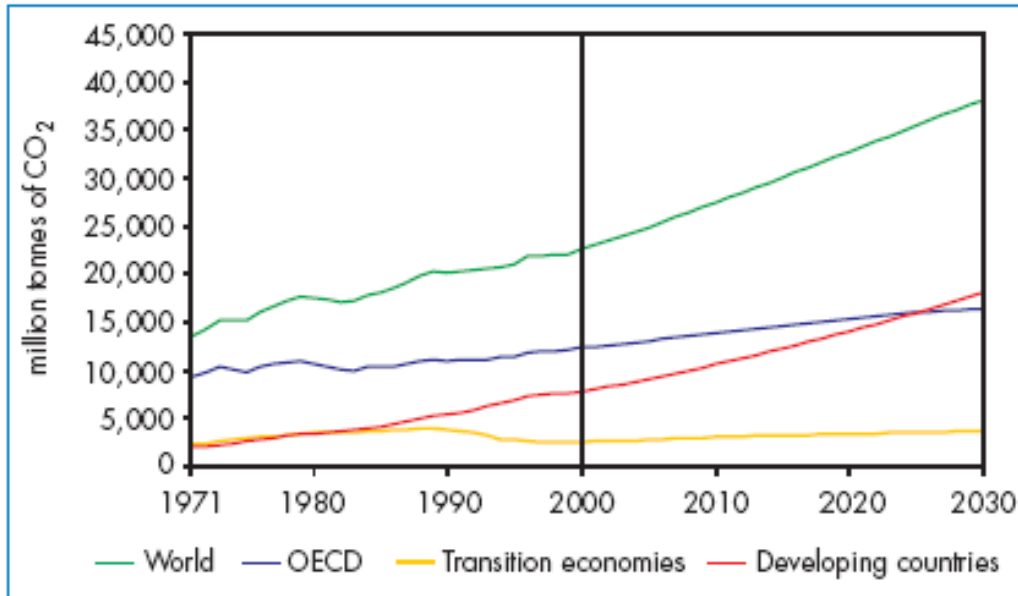


Gráfico 1.2 Emissões de CO₂ Relacionadas ao uso de Energia, por Região.

Fonte: (IEA, 2003)

Por outro lado, os combustíveis fósseis tornaram-se a tal modo importantes para a moderna sociedade industrial, que esta não existiria sem eles. São indispensáveis ao sistema de transporte global, ao acionamento de máquinas, à produção de eletricidade, às comunicações e à reprodução dos meios de produção. Produtos indispensáveis à vida contemporânea são derivados do petróleo, como os tecidos sintéticos, embalagens, medicamentos, fertilizantes, tintas, plásticos, equipamentos médico-cirúrgicos.

Na área doméstica, as aplicações do gás natural são variadas, embora representem parcela menor de seu uso. Como observa Santos (2001, p.140), os mercados residencial e comercial dos países mais desenvolvidos (e, frios) do hemisfério norte (EUA, Canadá, Europa, Japão), e outros como Argentina e Chile, são muito importantes, pois a demanda por aquecimento é um grande vetor de consumo. Nas regiões tropicais, especialmente nas zonas de clima equatorial, nova concepção arquitetônica poderia adequar residências e prédios comerciais às mesmas necessidades de climatização daqueles países, aqui considerando seu resfriamento no período de três a seis meses do ano, quando o clima alcança temperaturas que superam os índices de mínimo conforto térmico.

Apesar das grandes e continuadas crises associadas ao petróleo, inclusive conflitos bélicos, essa indústria tornou-se o maior negócio do mundo, movimentando anualmente entre dois e cinco trilhões de dólares (RIFKIN, 2003, p.77), de 3 a 8 vezes o PIB do Brasil. Nos anos recentes, a instabilidade política do Oriente Médio,

onde estão localizadas quase 58% das reservas provadas mundiais de petróleo, elevou o preço do barril no mercado *spot* de 38,22 (jul.2004) para 73,63 dólares (jul.2006) numa elevação de 92,6% (EIA, 2006c). Nas quatro últimas décadas ocorreram quatro “choques do petróleo”, quando o suprimento mundial foi reduzido e os preços do óleo cru no mercado apresentaram fortes elevações. Em todos, conflitos armados foram as causas imediatas, ou resultaram do uso do petróleo como arma política.

O primeiro choque, em outubro de 1973, veio após a Guerra do Yom Kippur, quando os países árabes produtores decretaram bloqueio no fornecimento de petróleo às nações ocidentais vistas como aliadas de Israel. O preço do barril passou de oito para trinta e oito dólares. Em 1979/1980, como decorrência da revolução islâmica no Irã e, da guerra Irã-Iraque que se seguiu entre 1980 e 1988, a redução da oferta provocou elevação do preço do barril para US\$ 80,00 (valor atualizado) (VARGAS e ALVIM, 2006). Posteriormente, a invasão do Kuwait pelo Iraque em 1990 e, a conseqüente Guerra do Golfo, elevou o preço do barril de petróleo a US\$ 40. O quarto choque seguiu-se aos atentados terroristas de 11 de setembro de 2001 e às invasões do Afeganistão e Iraque. O barril de petróleo alcançou o recorde histórico de US\$ 74,41 em jul.2006 (EIA, 2006c), aumentando as margens e lucros dos controladores dos poços e campos petrolíferos. Essa instabilidade e elevação de preços beneficiam as demais fontes primárias de energia: fóssil, como o gás natural, ou as renováveis, como a biomassa, eólica, solar. Com vantagens ambientais na substituição por qualquer destas fontes.

1.3.2 O Gás Natural

Gás natural é “todo hidrocarboneto ou mistura de hidrocarbonetos que permanece em estado gasoso ou dissolvido no óleo nas condições originais do reservatório, e que se mantenha no estado gasoso nas condições atmosféricas normais” (ANP, 2004). É constituído basicamente de metano, etano, propano e, em proporções menores, por outros hidrocarbonetos de maior peso molecular. Apresenta baixos teores de contaminantes como nitrogênio, dióxido de carbono, água e compostos de enxofre, ocorrendo ainda gases nobres como hélio e argônio. Pode ser encontrado em poços onde predomina o petróleo, quando é chamado “gás associado”, ou em formações onde é predominante – então chamado “gás não

associado”. Sua composição pode, portanto, variar com a origem. É um combustível menos poluente que os demais fósseis e de fácil controle de combustão, e vem aumentando sua participação no mercado de energia (IEA, 2003, p.7).

Só recentemente, já na segunda metade do século XX (SANTOS, 2002, p.193), como resultado do desenvolvimento das tecnologias de prospecção, exploração, transporte e, de materiais e processos industriais, além dos muitos problemas de ordem política e econômica que a indústria do petróleo e seus derivados vêm enfrentando, o gás natural tornou-se uma opção importante no mercado internacional de energia. As grandes distâncias das principais reservas gasíferas aos centros de consumo dificultam o acesso e elevam os custos de exploração², o que tem reforçado características oligopolistas do segmento, principalmente no transporte e na distribuição, resultando em intervenções de entidades reguladoras em todas as regiões do mundo.

No caso da indústria de gás natural, a atividade de transporte é o principal alvo de regulação, pois este segmento apresenta várias características de monopólio natural. Sendo a rede de transporte um ativo indivisível que requer um elevado montante de investimentos e usufrui dos benefícios da economia de integração, a construção de diversos gasodutos paralelos é economicamente ineficiente. (CECCHI, 2001, p.21).

O gás natural pode ser transportado nos estados gasoso ou líquido. No estado gasoso, o gás é conduzido desde as áreas produtoras até as regiões de consumo é feito por meio de gasodutos - tubulações extensas nas quais o gás é impelido por meio de compressores de grande potência e capacidade, ou de grandes navios-tanque. No estado líquido, por meio de “metaneiros”, embarcações especiais construídas para transporte marítimo de gás natural liquefeito – GNL. Em distâncias menores empregam-se os gasodutos e as tecnologias do gás natural comprimido – GNC, gás natural adsorvido - GNA, ou GNL, segundo critérios de economicidade.

O gás natural tem aplicação como combustível em processos de baixas temperaturas, como a cocção e aquecimento doméstico ou secagem de alimentos. Médias temperaturas para produção de vapor e eletricidade, na indústria alimentícia e outras. E, altas temperaturas, nas indústrias de refino de petróleo, química, vidro, cimento, metalurgia e cerâmicas. Outros processos agregam mais valor ao gás, necessitando porém de investimentos maiores. Sua transformação em gás de

² Tirar proveito econômico de (determinada área), sobretudo quanto aos recursos naturais (FERREIRA, 1999).

síntese (mistura de hidrogênio e óxidos de carbono) possibilita a obtenção de gasolina sintética, nafta, óleos lubrificantes, diesel e parafina, entre vários outros. A base da moderna indústria química orgânica é a chamada gasoquímica – produção de petroquímicos a partir de gás natural – que requer investimentos de grande magnitude e valoriza ainda mais o insumo. A tecnologia conduz a produtos diversos, de maior valor agregado e grande consumo, ditos de:

- 1ª geração – principalmente ácido cianídrico e clorados;
- 2ª geração – metanol, amônia, álcoois oxo, acrilatos, acetaldeídos, etileno glicol, fosfogeno, acetato de vinila;
- 3ª geração – produtos com origem nos dois grupos anteriores.

A gama de aplicações do gás natural na indústria pode ser acompanhada na Figura 1.1.

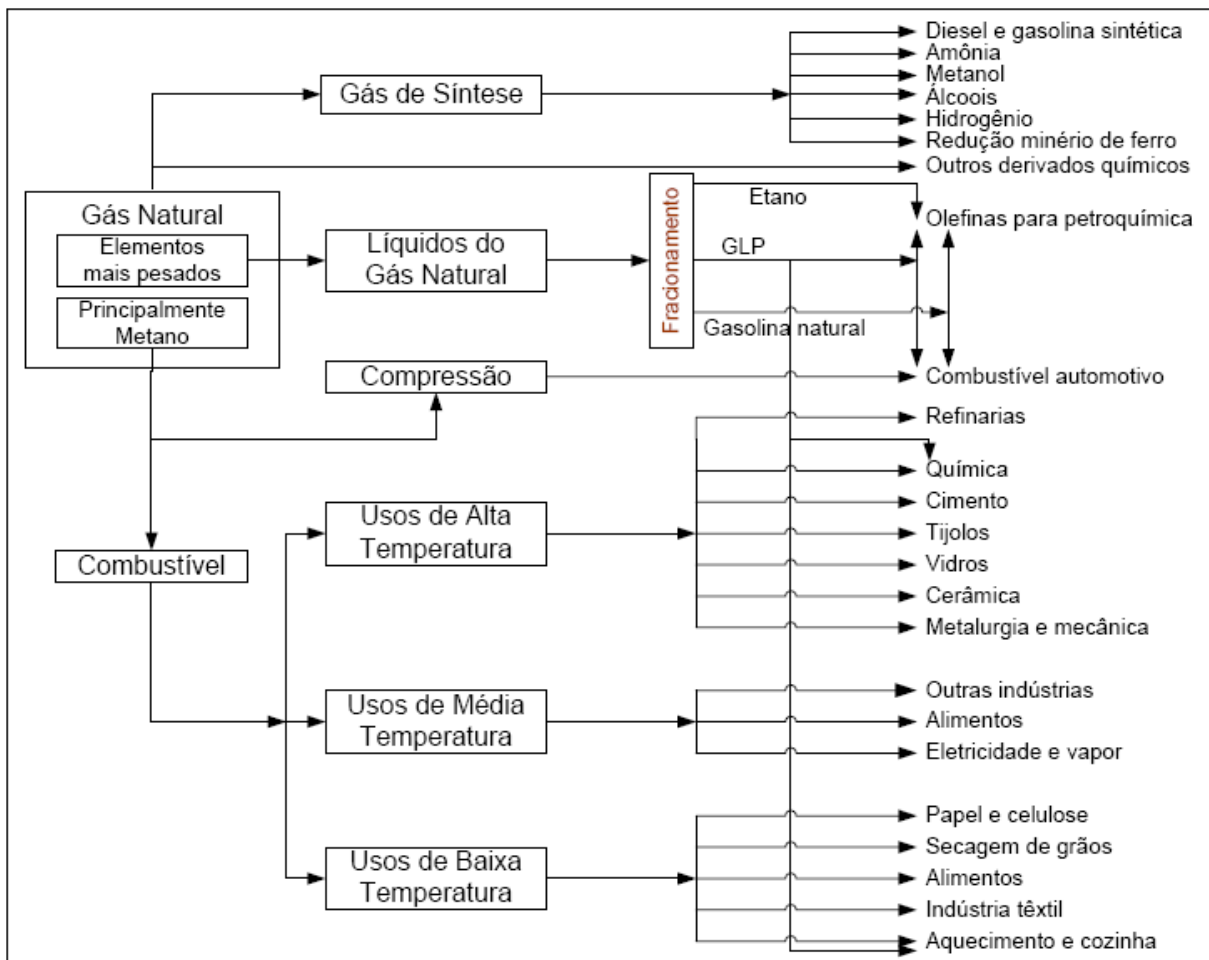


Figura 1.1 Usos Potenciais do Gás Natural.

Fonte: (SANTOS, 2002)

1.3.2.1 Transporte do Gás Natural

De um modo geral, assim como o petróleo, as ocorrências de gás natural têm sido localizadas distante dos grandes centros consumidores, dificultando e encarecendo sua oferta devido à estrutura de transporte e distribuição necessários. Exemplo é a situação que temos no Brasil, onde o gás natural ocorre principalmente em estruturas *offshore*, na plataforma continental, em lâminas d'água de grande profundidade – 500 a 3.000m - (MARCUSO, 2006), ou na floresta Amazônica.

As tubulações de transporte constituem sistemas de transmissão em alta pressão, gasodutos que carregam gás natural das áreas produtoras para áreas de consumo. Ou, em baixa pressão, através dos quais companhias de distribuição locais entregam o gás em residências e escritórios. Gasodutos podem ser obras terrestres, como o de 4.000 km que liga a Rússia (Urais) à Alemanha, transportando 200 milhões de m³/dia; o Gasbol, com 3.150 km, ligando Santa Cruz de la Sierra (Bolívia) a Porto Alegre e dimensionado para 30 milhões de m³/dia. Podendo ser obras mistas, como o gasoduto que leva gás natural da Argélia para Portugal, cruzando o canal da Mancha sob o Estreito de Gibraltar (ERSE, 2006). Nos gasodutos o gás é comprimido a 100 (150) bar, sendo recomprimido quando a pressão cai a 30 (40) bar. As estações de compressão distam 150 a 600 km uma da outra (CTGAS, 2006). No gasoduto Urucu-Porto Velho, uma estação no Pólo Arara e outra no cruzamento com a Rodovia Transamazônica, BR230-km 352,2, controladas de modo que a pressão manométrica mínima a montante do *city-gate* será de 50 bar (GASPETRO, 2001). Nas redes de distribuição urbanas operam a 5 (6) bar nos ramais principais e, de 0,02 a 0,03 bar (15 a 30 cm de coluna d'água) nas unidades de consumo. No Brasil, os diversos gasodutos em operação totalizam cerca de 2.500 km de extensão.

Os navios metaneiros são usados no transporte intercontinental ou de grandes distâncias, conduzindo gás natural comprimido – GNC, ou gás natural liquefeito – GNL. As tecnologias GNC e GNL são empregadas para transporte de curta e média distância – até 250 km - nos modais rodoviário e ferroviário.

A tecnologia do GNC consiste na compressão do gás natural em recipientes metálicos móveis, a pressões de até 250 bar. Os recipientes podem ser de grande capacidade como nos navios-tanque para transporte marítimo, ou cilindros de pequeno volume, transportados por carretas ou vagões ferroviários. Nesse nível de

pressão o volume do gás é reduzido aproximadamente 270 vezes, para uma densidade de 175 kg/m^3 (GASNET, 2006). Possibilita a distribuição do gás até regiões onde a relação custo de implantação-demanda não recomenda a construção de linha-tronco de gasoduto. As estações de compressão localizam-se nas proximidades dos *city gates*, onde os cilindros são carregados. Nos pontos de consumo, o gás é descomprimido até os níveis de pressão da aplicação, sendo ainda possível utilizar-se a energia de expansão.

A tecnologia GNL consiste no resfriamento do gás natural até sua liquefação, o que ocorre na temperatura de 162°C negativos (111 K) à pressão atmosférica, (variando entre -165°C e -155°C , dependendo da composição do gás) (GASNET, 2006). Quando liquefeito, o volume do gás contrai cerca de 600 vezes e sua densidade alcança 435 kg/m^3 , o que reduz os custos do transporte. Em menores distâncias e quantidades, o GNL pode ser transportado em caminhões-tanque especiais, por via rodoviária. O conteúdo térmico dos combustíveis, em volume, favorece o transporte de líquidos. A relação volumétrica entre óleo diesel, gás natural liquefeito e gás natural é de, aproximadamente, 1:1,5:1.000, para o mesmo conteúdo térmico: 1 litro de diesel equivale a 1,5 litros de GNL e 1.000 L de GN (1 m^3 a 1 bar) (EIA, 2006b).

As tecnologias GNC e GNL são empregadas para ampliar o alcance dos sistemas de transporte de gás natural por gasoduto, criando sistemas de distribuição que antecipam a formação de mercados de gás natural possam vir a justificar posteriormente a extensão dos gasodutos. A escolha entre um o outro sistema é resultado de uma análise econômica que envolve custos de instalações de unidades de processamento, equipamentos de transporte, volumes, vazões e distâncias entre os pontos de origem e de consumo do produto.

Os sistemas GNC para transporte terrestre receberam no Brasil a denominação de “gasoduto virtual”. Não são projetados para competir com os gasodutos, mas para transportar gás até onde os elevados custos de implantação de um gasoduto não se justificam economicamente, pela pequena vazão. Consistem, basicamente, de:

- Posto de compressão (ou de distribuição), onde o gás recebido do gasoduto é comprimido até cerca de 250 bar e armazenado em recipientes metálicos (cilindros);

- Veículos de transporte – semi-reboques adaptados, caminhões especialmente projetados – que conduzem os recipientes pressurizados até os pontos de descarga;
- Pontos de descarga, para onde os recipientes são transferidos e descomprimidos até a pressão de utilização, entre 2 e 30 bar, para consumo.

Na comparação entre as duas tecnologias, os custos de transporte terrestre de GNC crescem de modo mais acentuado que os de GNL, em função da distância aos centros de distribuição. A maior densidade do GNL, resultando no transporte de maior quantidade de energia por unidade de volume é uma das razões de sua vantagem competitiva. O Gráfico 1.3 compara os custos de transporte de GNC e GNL, em função da distância, para um mesmo volume.

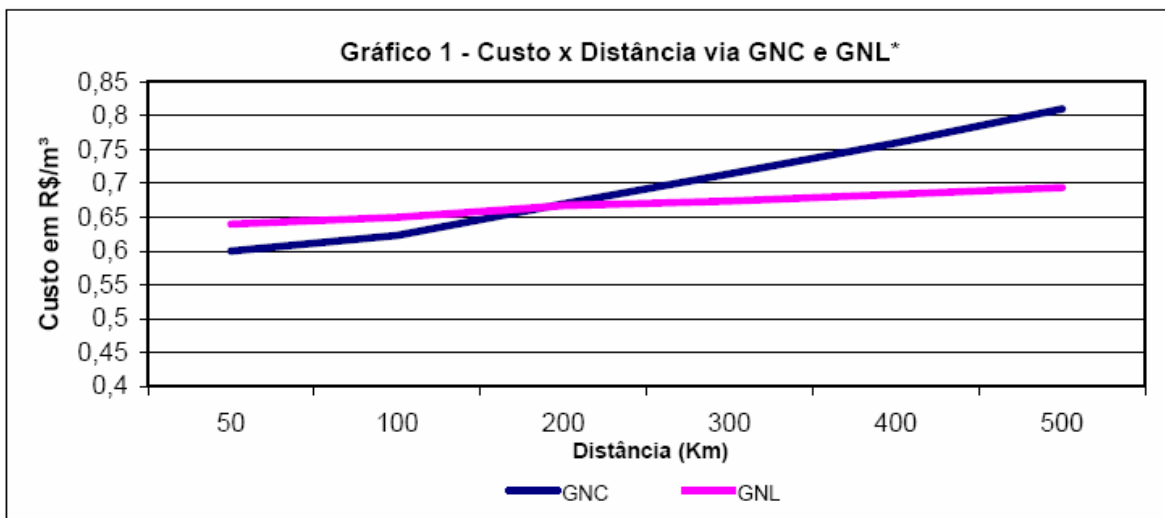


Gráfico 1.3 Custo de Transporte via Tecnologias GNC e GNL.

Fonte: (PERRUT, 2005). (*) Supondo demanda de 100.000 m³.

No caso da tecnologia GNL, seu emprego, além das vantagens econômicas da distribuição de volumes pequenos e médios de gás natural em distâncias médias, resulta em outros ganhos, como os citados por Costa (2004):

- A qualidade do gás é muito melhor, pois o processo de liquefação elimina todas as impurezas como dióxido de carbono, oxigênio, enxofre e umidade, além de hidrocarbonetos mais pesados, tornando-se a composição do gás quase metano puro.
- Dispensa a construção de gasodutos muito longos, que seriam economicamente inviáveis (sic).

- Possibilita abastecer regularmente gasodutos em regiões que não disponham de gás natural.
- Possibilita a armazenagem do gás em pontos estratégicos, para a operação de "*peak shaving*" em gasodutos que apresentam capacidade restringida nas horas-pico.

Outra forma de transporte gás natural que vem ganhando espaço, consiste em convertê-lo em produtos líquidos de maior valor agregado, ainda nas proximidades das zonas produtoras, de modo a otimizar os custos de transporte e distribuição. O gás natural é transformado em derivados líquidos de grande uso industrial, através do uso de tecnologias que recebem a denominação genérica de Gas To Liquid – GTL.

1.3.2.2 Aplicações do Gás Natural

As principais vias tecnológicas de utilização do gás natural, nos diversos setores da atividade econômica, são (GASNET, 2006):

- a. Reinjeção nos poços de petróleo (gás associado) para manter a pressão no reservatório, em sistemas *gas lift* para aumento da produção de óleo e, queima nas tochas de segurança;
- b. Como fonte térmica nas áreas residencial, comercial, industrial e de transportes, os usos onde são menores as exigências de tecnologia e capital;
- c. Como agente químico redutor na indústria siderúrgica;
- d. Como matéria-prima, em processos que recebem a denominação genérica de GTL (Gas To Liquid), nos quais são obtidos combustíveis sintéticos e produtos básicos para a indústria petroquímica, como gasolina, nafta, querosene, gasóleo, óleos lubrificantes e óleo diesel, entre outros. São processos de elevado conteúdo tecnológico e exigência de capital, e que agregam significativo valor aos produtos.
- e. O quinto grupo de processos exige investimentos de grande magnitude. São aqueles que agregam maior valor ao produto e constituem a base da moderna indústria petroquímica. A partir do gás natural são obtidas as matérias primas básicas da indústria petroquímica – gasoquímicos - em processos qualitativamente superiores aos tradicionais baseados na nafta.

Os gasoquímicos são eteno, propeno e buteno que, polimerizados, convertem-se na matéria-prima para produção de fibras e borrachas sintéticas, plásticos, revestimentos e, outros.

No Brasil, apenas a partir da década de 1980, tanto a produção como o aproveitamento intensivo do gás natural (ver Gráfico 2.1, p.58) mostraram trajetórias de crescimento. Principalmente, como energético. As reservas provadas nacionais cresceram 520% entre 1980 e 1004, atingindo 326 bilhões de m³, em consequência a oferta interna responde por dois terços da demanda nacional, embora a participação das importações venha crescendo anualmente. Sem as importações, nossas reservas provadas (MME, 2005, p.50) garantiriam apenas 17 anos de consumo no ritmo atual. As reservas totais são cerca de 30% maiores (ANP, 2005). Ainda que seu maior uso na indústria seja como combustível, o gás natural é de grande importância para a indústria de transformação - produtos químicos básicos para a indústria, como amônia e metanol³ tem no gás natural a fonte para suas obtenções - e, a agregação de valor obtido nas transformações, mostrada no Gráfico 1.4, podem justificar os grandes investimentos requeridos na indústria petroquímica.

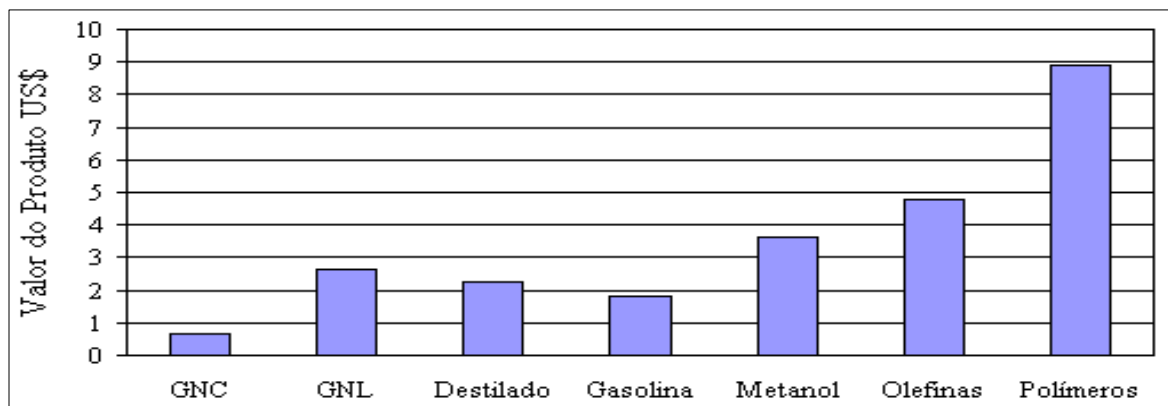


Gráfico 1.4 Valor dos Produtos Derivados de 1 MBTU de GN.

Fonte: (GASNET, 2006)

A seguir, com base nas descrições de Santos (2003, p.112), são indicados alguns dos segmentos industriais onde o potencial de uso do gás natural é maior.

³ Álcool orgânico, base para elaboração de MTBE (éter metil terc butílico), produto de elevado valor agregado [anti-detonante para gasolina]. A partir do metanol obtém-se toda a cadeia de formaldeídos e seus derivados de larga aplicação industrial (resinas, fórmicas, vernizes, ...) (CECCHI, 2001)

Metalúrgicas. Tratamento térmico, estufas de secagem, aquecimento de cadinhos de fundição, operações de corte de chapas, estufas litográficas, fornos de fusão e espera de metais não-ferrosos. Na siderurgia, têm aplicação na obtenção de ferro esponja e outras.

Vidro. Em fornos de alta eficiência energética, especialmente na fabricação de vidros não-planos e prensados da indústria automotiva.

Alimentos e bebidas. Nos processos de lavagem, esterilização, pasteurização, cozimento, aquecimento, secagem, torrefação e evaporação.

Têxtil. Em especial nos processos de tratamento dos têxteis, como pré-tratamento, secagem, chamuscagem, tingimento, estampagem.

Papel e celulose. Fornos de radiação a gás, secagem de papeis especiais.

Cerâmica. Especialmente cerâmica branca, em fornos contínuos e intermitentes.

Cimento. Indústria do setor energo-intensivo, podem usar com vantagens o gás natural nos fornos rotativos.

Eletricidade. Em diversos países, grandes centrais térmicas operam na base das redes comerciais, empregando caldeiras que operam com eficiência de até 93%. Em ciclos combinados, unidades geradoras a gás operam com eficiência global superior a 50%. A tecnologia das modernas turbinas a gás torna a geração descentralizada uma opção real, superando algumas vantagens decorrentes da economia de escala.

Petroquímica. Na indústria, hidrocarbonetos são as fontes energéticas de maior uso para aquecimento de processo e obtenção de força motriz. Dão origem a diversos produtos orgânicos, como uréia, metanol e gasolina sintética. As olefinas podem ser obtidas da nafta e do gás natural, por transformação do etano e propano, e dão origem a produtos de amplo consumo. No Brasil, em 2005, o mercado de plásticos absorveu acima de 4,2 milhões de toneladas de resinas termoplásticas, 23,15 kg *per capita* e, uma participação de 2% no PIB nacional (ABIPLAST, 2006).

A Figura 1.2 mostra, na coluna “3ª geração”, os bens ao alcance dos consumidores finais produzidos pela indústria petroquímica. Este é um segmento que exige não apenas recursos financeiros de grande porte, mas o emprego da tecnologia mais avançada da indústria química. No Brasil, a cadeia de produção petroquímica registra apenas três empresas operando na etapa de 1ª geração, a produção da matéria prima básica (GOMES, 2005).

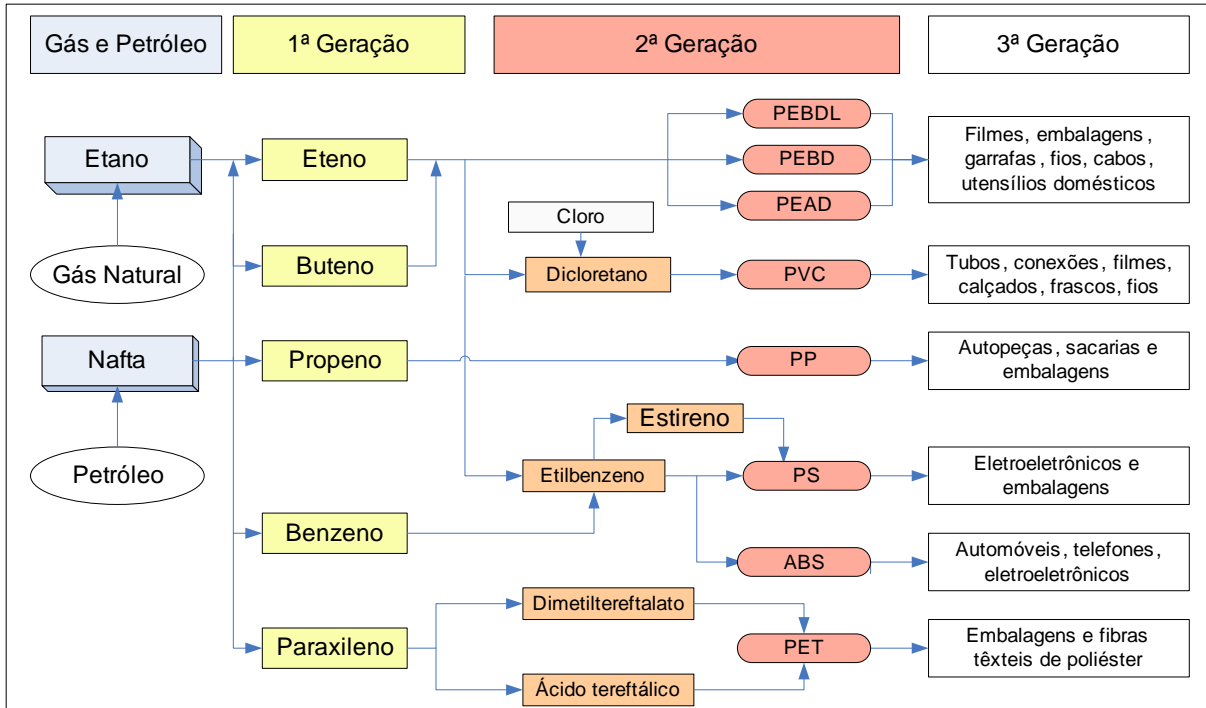


Figura 1.2 Cadeia de Produção da Indústria Petroquímica.

Fonte: (GOMES, 2005)

Como combustível, o uso do gás natural apresenta um conjunto de vantagens comparativas em relação aos demais, listados no Quadro 1.1.

Vantagens macroeconômicas, ambientais e para o usuário final

- Diversificação da matriz e melhoria do rendimento energético
- Disponibilidade ampla em fontes de importação regional crescentes
- Redução do uso do transporte rodo-ferro-hidroviário
- Atração de capitais externos e maior competitividade das indústrias
- Geração de energia elétrica junto aos centros de consumo
- Menor presença de contaminantes, não-emissão de particulados (cinzas)
- Combustão mais limpa, não exige tratamento dos gases de combustão
- Rápida dispersão de vazamentos
- Emprego em veículos automotivos diminuindo a poluição urbana
- Fácil adaptação das instalações existentes e pagamento após consumo
- Menor corrosão dos equipamentos e menor custo de manutenção
- Menor custo de manuseio de combustível
- Menor custo das instalações e combustão facilmente regulável
- Maior rendimento energético e custo competitivo com outras alternativas

Quadro 1.1 Vantagens da Utilização de Gás Natural.

Fonte: (PRAÇA, 2003, p.18)

1.3.2.3 Gás Natural e Meio Ambiente

Sendo mais leve que o ar, em caso de vazamento a dispersão do gás natural é para o alto, reduzindo o perigo de explosão. Comparado aos demais fósseis, o gás natural apresenta baixa presença de contaminantes, como metais pesados, compostos de enxofre e outros. Sua combustão produz menor emissão de gases que provocam chuva ácida e corrosão nos equipamentos. Os padrões de emissões atmosféricas das usinas termelétricas, as maiores usuárias, quando operam com diferentes combustíveis, mostram vantagens para o uso do gás natural. Na comparação entre o óleo diesel e o gás natural, há redução na emissão de gases nocivos, como gás carbônico (CO₂) e óxidos de nitrogênio (NO_x). As unidades a gás natural operam com eficiência de conversão até 50% maior, reduzindo a necessidade de energético e a poluição decorrente. Comparadas às hidrelétricas, as térmicas não provocam inundações de áreas florestais, alagamento de áreas produtivas ou reassentamento de populações. Não geram resíduos radioativos como as nucleares, mas contribuem para o efeito estufa com suas emissões gasosas ao contrário das fontes renováveis (PRAÇA, 2003, p.15). A emissão de particulados na queima do gás é quase nula. Entretanto, para que a emissão de óxidos de nitrogênio seja de fato reduzida, é necessário controle especial das condições de combustão. Na seção 4.2.5 (p.101) são estimadas as reduções nas emissões de gás carbônico, no parque térmico de Porto Velho, pela troca do óleo diesel (e OPTE) por gás natural, com base nos dados da Tabela 1.1.

Tabela 1.1 Emissões Atmosféricas de Termelétricas

Usinas	Efic. %	CO g/MWh	CH ₄ g/MWh	NO _x g/MWh	N ₂ O g/MWh	CO ₂ g/MWh
Gás Natural	45	256	47	1,5	-	449
Carvão Mineral	31	163	7	9,95	9,3	1.115
Óleo Diesel	30	192	11	2,64	5,7	888
Óleo Combustível	36	150	9	2,0	3,0	773

Fonte: (SCHAEFFER, 2006, slide13)

Tabela 1.2 Concentração Média dos Metais no Gás Natural de Urucu

Ponto de Amostragem	Concentração Média (µg/m ³)				
	Li	Na	K	Ca	Hg
Entrada da UPGN	-	-	-	-	-
Saída da UPGN	< 1	< 10	2	18	1

Fonte: (PETROBRAS, 2004)

O uso do gás natural, vantajoso em relação aos demais fósseis, requer entretanto cuidados como qualquer produto extraído das reservas naturais. Isso é particularmente verdadeiro no caso dos combustíveis fósseis, devido à extensão e intensidade da exploração e, aos seus possíveis efeitos ambientais de sua combustão. Suas emissões de gases nocivos, inferiores as dos demais fósseis, causam impacto ambiental. O gás natural é um produto não renovável e as reservas mundiais, embora sejam expressivas – 173 quatrilhões de metros cúbicos, esgotam-se com a extração. Os custos e a inflexibilidade do transporte por gasoduto, além das características monopolistas do *upstream* da cadeia, têm limitado sua disseminação e acesso. Ainda que o gás seja encontrado em todas as regiões do globo, a maioria da população mundial não tem acesso ao produto, concentrando-se seu uso na Europa (20%), EUA (22,5%) e Rússia (16%), que, em conjunto responderam por 58,5% do consumo mundial de gás natural em 2004 (EIA, 2006a).

A construção do gasoduto Urucu-Porto Velho foi alvo da crítica de vários segmentos sociais. Esses segmentos exigem dos empreendedores estudos que possibilitem propor ações que mitiguem os impactos ambientais e sociais negativos da obra. Há receio de que as aberturas de clareiras, picadas e da faixa da tubulação sirvam de entrada sobre áreas ainda inexploradas, preservadas e frágeis do sul do Amazonas. Tais obras, necessárias a implantação do gasoduto. Podem interferir na vida semi-nômade de comunidades indígenas, que poderão ter prejudicados o acesso aos seus alimentos em função da dispersão da caça e afugentamento da pesca. Discutem-se as possíveis perdas culturais pela modificação de sítios de valor histórico e religioso, além da remoção de materiais arqueológicos. Além disso, é possível haver Impactos sociais como o aumento da violência, prostituição e doenças transmissíveis, pelo aumento temporário da população em pequenas comunidades.

1.4 Detalhamento do Trabalho

O Capítulo 1 faz uma abordagem do desenvolvimento econômico de Rondônia nos últimos trinta anos, abordando as deficiências estruturais, particularmente no suprimento de eletricidade, chegando até a proposta de construção do gasoduto Ururu-Porto Velho. Estabelece as razões da escolha do tema e descreve os objetivos da realização da pesquisa. Como fundamentação teórica, faz uma exposição do estado da arte da indústria do gás natural, com base em pesquisa realizada nas referências. Reconhecendo a importância do fluxo energético para o desenvolvimento, aspecto que permeia todo o trabalho, faz uma breve exposição histórica do uso da energia e de suas implicações econômicas e ambientais. Explicita as principais tecnologias de transporte, e do uso do gás pelos setores produtivos e consumidores finais, para melhor compreensão do contexto em que o gás natural está inserido e que deverá nortear seu uso em Rondônia. Expõe os procedimentos metodológicos empregados na execução do trabalho.

O Capítulo 2 faz um levantamento das características marcantes da Amazônia, região onde se insere o Estado de Rondônia. Debatem-se aí, aspectos e perspectivas do desenvolvimento regional, dentro da realidade de um mundo com economia cada vez mais globalizada. Caracteriza o segmento de eletricidade na Amazônia, suas relações e semelhanças com Rondônia. Conclui com uma exposição sobre a evolução do setor de gás natural no Brasil e na Amazônia.

O Capítulo 3 faz uma abordagem na evolução da economia estadual e suas relações com o segmento elétrico. Propõe uma matriz energética estimativa para o estado. Face a importância do segmento elétrico como suporte à implementação de um setor de gás na economia local, faz um relato da sua evolução, atualidade e tendências. As obras do setor energético: gasoduto, hidrelétricas e interligação da rede estadual ao SIN, são debatidas em suas relações com o gás natural e os subsídios da CCC.

O Capítulo 4 faz estimativas de demanda por gás natural em atividades potencialmente consumidoras, com o objetivo de avaliar as possibilidades da penetração do gás na economia, e da ampliação da área de abrangência do gasoduto de Urucu baseado na tecnologia GNC.

No Capítulo 5 são apresentadas as análises e conclusões do trabalho.

1.5 Procedimentos Metodológicos

Os trabalhos foram desenvolvidos com base em dados secundários, para contextualização, compreensão das possibilidades e elaboração de indicadores analíticos - sócio-econômicos e ambientais. Foram obtidos em bases de dados e publicações de instituições e, nos trabalhos de vários pesquisadores, cujas atividades e produções estivessem relacionadas à produção e ao uso da energia, em particular quando o gás natural constituía a fonte energética. Dados primários foram obtidos junto às instituições de representação dos setores produtivos – associações e sindicatos – bem como de empresas produtoras dos segmentos de alimentos e cerâmica. A metodologia adotada pode ser dividida nos procedimentos e etapas a seguir descritos.

A pesquisa inicial na literatura buscou a compreensão da importância e da evolução histórica do uso da energia para o desenvolvimento das sociedades humanas, em particular dos combustíveis fósseis⁴, dominantes na economia contemporânea. Foi aprofundada no sentido de conhecer o atual estado da arte do setor da energia, no sentido amplo e, no aproveitamento e uso do gás natural, em particular. Essa busca foi realizada através de extensa pesquisa na Internet, em publicações do acervo de bibliotecas e próprio. Embora alguma dificuldade na obtenção de publicações conexas nas bibliotecas locais, a mais útil das quais foi a Grupo de Pesquisa em Energia Renovável e Sustentável (GPERS), da UNIR. Em meio digital, as fontes principais foram os acervos eletrônicos de instituições ligadas a governos:

Energy Information Administration	http://www.eia.doe.gov
Agência Nacional do Petróleo	http://www.anp.gov.br
Centro de Tecnologia do Gás	http://www.ctgas.com.br
International Energy Agency	http://www.iea.org

Além de contextualizar o setor de gás natural no mundo atual, o objetivo desta etapa da pesquisa foi compreender os condicionantes que regulariam o futuro transporte e uso do gás natural em Rondônia. Dados como o consumo de

⁴ Combustíveis como: carvão, óleo cru ou gás natural, formados a partir de resíduos fósseis de material orgânico (DUKE, 2002, p.19) [fósseis são restos ou vestígios preservados de animais, plantas ou outros seres vivos, em rochas].

combustíveis fósseis, emissão de gás carbônico e outros gases nocivos ao meio ambiente ou ao ser humano, setores usuários e produtos obtidos na transformação, foram elaborados como gráficos e tabelas para torná-los mais compreensíveis. As características inflexíveis da tecnologia do gasoduto, como forma de transportar e distribuir o gás, levaram a pesquisar métodos alternativos, tendo-se chegado à do GNC – gasoduto virtual – como forma conveniente de antecipação de mercado, ampliando a área de abrangência do gasoduto no estado. Foram utilizados catálogos e publicações de empresas que são distribuidoras de gás utilizando essa tecnologia, além da Internet, dissertações e outros trabalhos de cunho científico, como fonte de dados e informações.

Concluída a pesquisa sobre a origem, exploração, transporte e aplicações do gás natural, a próxima etapa do trabalho foi buscar dados que permitissem a análise da conjuntura própria do estado, envolvendo sua futura utilização. Buscou-se, então, conhecer o que dizem os especialistas sobre o desenvolvimento regional em vista da hegemônica posição capitalista contemporânea em termos mundiais, e que conduz à globalização da economia. Caracterizar a economia da região quanto ao desenvolvimento no cenário brasileiro, e quais as políticas públicas voltadas para a Amazônia. Publicações do Ministério da Integração Nacional, especialmente sobre o Plano Amazônia Sustentável (PAS) foram importantes no fornecimento de dados. Sobre a problemática elétrica na Amazônia e Rondônia, os dados vieram do IBGE e das empresas do setor elétrico. As consultas à base de dados do IBGE foram feitas pela Internet (<http://www.ibge.gov.br>) e, do setor elétrico, no sítio da Eletrobrás (<http://www.eletronorte.gov.br>) e em documentos da Ceron (<http://www.ceron.com.br>) e da Eletronorte (<http://www.eletronorte.gov.br>). Os dados das perspectivas para o setor elétrico vieram das mesmas concessionárias, do MME, através do Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica (PDEE), da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), além dos novos empreendedores, como Furnas e Odebrecht.

A evolução econômica de Rondônia, nas três últimas décadas, foi elaborada tendo como fontes básicas o IBGE, publicações da Federação das Indústrias e do Ministério da Integração Nacional. Mostra o crescimento demográfico resultante da migração em busca de terra – o ciclo agrícola -, quantifica a recente industrialização da matéria prima local e a melhora dos indicadores sociais, como mostram os dados agrupados em tabelas ou gráficos. Os dados do PIB estadual vieram do IBGE. Os valores anuais do PIB foram atualizados para o ano 2003, o último conhecido, com

base em índices fornecidos pelo Banco Central do Brasil (<http://www.bacen.gov.br>). O gráfico resultante mostra sua evolução.

Formulou-se uma matriz energética estimativa para o estado, haja vista inexistirem pesquisas que a determinem. Consideraram-se as fontes primárias, hidráulica e biomassa lenhosa, e, secundárias, derivados de petróleo, álcool hidratado e eletricidade na formulação dessa matriz. As demais fontes inexistem, ou são inexpressivas. Os dados de energia hidráulica e eletricidade distribuída pela rede vieram das concessionárias. Os volumes de derivados de petróleo consumidos, exceto aqueles utilizados para geração de energia elétrica, foram obtidos no sítio da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2005b) e correspondência trocada. Os produtos são o GLP, óleo diesel, gasolina (C e de aviação), querosene (iluminante e de aviação) e álcool hidratado. O consumo de combustíveis para geração de eletricidade foi informado pelas concessionárias de serviços elétricos, Ceron e Eletronorte. Os dados sobre a biomassa lenhosa, que foram posteriormente elaborados, vieram de publicações do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), que realiza estudos sobre a realidade da região e, especificamente, da atividade madeireira.

A matriz energética do estado é estimada com base nos seguintes critérios:

1. Os consumos de derivados de petróleo, obtidos em m^3 , foram convertidos para **tep** usando-se os fatores de conversão do BEN (MME, 2005, p.150/151);
2. Os consumos de óleo diesel e OPTE para geração de eletricidade, em m^3 , foram também convertidos para **tep**;
3. A quantificação dos resíduos da industrialização da madeira usados para fins energéticos, é feita com base nos dados obtidos por Lentini *et al* (2006, p.41). Adotou-se a produção de toras de 2003 em Rondônia - 3,7 milhões de m^3 - ainda que tenha havido diminuição em função do maior rigor na fiscalização dos ilegais, e aumento na eficiência da industrialização. Não são conhecidos números mais recentes. O estudo, entretanto, mostra valores médios para a indústria regional, sem dados específicos da realidade de Rondônia. O volume de resíduos gerados gira em torno de 56% das toras retiradas da floresta. Do total de resíduos, aproximadamente 45% é queimado, 24% é transformado em carvão vegetal, 6% é abandonado, 10% é usado como combustível industrial e, 15% tem outros usos. Para compor a matriz, consideraram-se apenas os 34% usados como fonte de energia. Na

conversão de lenha em carvão vegetal, considerou-se o rendimento de 25% em massa, nos fornos de barro (MONTANA, 2006).

$$\text{Carvão vegetal.} \quad \text{Massa de madeira convertida} \quad Mm = Vm * \delta \quad \text{Eq.(1.1)}$$

$$\quad \quad \quad \text{Massa de carvão obtida} \quad Mc = Mm * \eta \quad \text{Eq.(1.2)}$$

$$\quad \quad \quad \text{Carvão equivalente (em tep)} \quad Mce = Mc * \varphi \quad \text{Eq.(1.3)}$$

$$\text{Lenha combustível.} \quad \quad \quad \text{Massa de lenha} \quad Mml = Vml * \delta \quad \text{Eq.(1.4)}$$

$$\quad \quad \quad \text{Lenha equivalente (em tep)} \quad Mmle = Mml * \phi \quad \text{Eq.(1.5)}$$

Mm = massa de lenha convertida em carvão vegetal, (t);

Vm = volume de lenha convertida em carvão, (m³);

δ = densidade da lenha: 0,39 t/m³;

Mc = Massa de carvão vegetal obtida, (t);

η = rendimento da conversão de lenha em carvão: 25% (0,25);

φ = fator de conversão do carvão vegetal, t em tep: 0,646;

Mml = massa de lenha usada como combustível, (t);

Vml = volume de lenha usada como combustível, (m³);

$Mmle$ = Massa de lenha combustível, em tep;

ϕ = fator de conversão da lenha, tonelada em tep: 0,31.

A contextualização do setor elétrico vem desde o início do ciclo agrícola, usando-se os dados de relatórios da Ceron, principalmente, Eletronorte e Eletrobrás. O levantamento de localidades atendidas, elaborado a partir do Boletim Estatístico da Ceron e, o de racionamento e condições operacionais do início da década de 1990, de relatórios internos da época, do acervo próprio. A evolução da capacidade instalada e fatos significativos, a partir de dados de Moret (2000) e Dourado (2004). Para o gráfico da evolução da intensidade energética, população e PIB são dados do IBGE e, produção de energia elétrica, da Ceron e da Eletronorte. A composição dos subsistemas elétricos isolados baseia-se no Plano de Operação 2006 Sistemas Isolados, elaborado em cumprimento aos regulamentos da CCC. Os planos de expansão, interligações, desativações e novos empreendimentos, das concessionárias locais, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), PDEEE e, os

relatórios do consórcio Furnas/Odebrecht (hidrelétricas do Madeira) informaram as perspectivas e tendências do setor para o futuro. Os cálculos e análises relacionadas aos subsídios da CCC foram elaborados com base nos dados operacionais da Ceron e, do preço futuro do gás natural noticiado pela Petrobrás.

Concluída a contextualização sócio-econômica e energética regional, foram estimados os volumes de gás que poderão vir a ser consumidos, substituindo os combustíveis atualmente em uso, nas atividades produtivas de maiores demandas. Os consumos estimados foram segregados para a cidade de Porto Velho e para o seu entorno, na área a ser suprida por gasoduto virtual. As atividades são:

- Setor de energia, em substituição ao óleo diesel e OPTE, usados para geração de eletricidade;
- Industrial, nos setores de produtos cerâmicos, de panificação e bebidas;
- Doméstico, comercial e de serviços urbanos, substituindo o GLP usado basicamente para cocção e aquecimento;
- Automotivo, em substituição à gasolina e álcool carburante para veículos leves.

As estimativas de demanda por gás natural consideraram os principais parâmetros de consumo do produto como combustível, em substituição aos energéticos tradicionais. A estrutura do setor produtivo em Porto Velho e entorno, não mostra consumo possível como insumo ou matéria prima na indústria de transformação. Os critérios e procedimentos de cálculo são os explicitados.

1 Energia Elétrica. Foram calculados os consumos do parque termelétrico de Porto Velho e, nos sistemas isolados, apenas para aqueles que não serão desativados nos próximos 2 ou 3 anos, instalados nas comunidades ribeirinhas do médio rio Madeira, na área de abrangência do GNC.

1.1 Parque Térmico de Porto Velho. As estimativas de consumo de gás basearam-se nas projeções do mercado de energia elétrica elaborados pela Ceron e Eletronorte (2005, p.30) para o Sistema AC-RO, entre 2006 e 2014. O total de energia requerida anualmente foi dividido em hídrica e térmica. A geração hídrica é considerada constante por todo o período da projeção e, igual à média da geração

em Samuel entre 2000 e 2005⁵ - 716.030 MWh/ano. A geração térmica é obtida pela diferença entre a requerida e a hídrica. No processo de cálculo não se consideram ganhos em eficiência esperados com o uso do gás natural, resultantes do menor excesso de ar usado na combustão e, do maior rendimento da geração em ciclo combinado, caso da Termonorte II. O procedimento de cálculo consistiu em determinar o volume de gás natural de conteúdo energético equivalente à energia elétrica gerada, convertendo-o para volume diário, através da equação (1.6):

$$V_{gn} = \frac{En * F}{PCI_{gn} * D * Ef} \quad \text{Eq. (1.6)}$$

V_{gn} = Fluxo de gás natural, em m³ / dia;

En = Energia (geração) térmica no sistema AC-RO, MWh/ano;

F = Fator de conversão: 860 x 10³ kcal / MWh;

PCI_{gn} = Poder calorífico inferior do gás natural, 8.709 kcal / m³;

D = Nº de dias no ano: 365 dias / ano;

Ef = Eficiência de conversão termoelétrica: 33%.

Calculou-se, também, o volume diário de gás natural “excedente”, entendido como a diferença entre a capacidade nominal do gasoduto e o consumo do setor elétrico, e que poderia ser utilizado em outras aplicações.

1.2 *Sistemas Isolados*. Para os sistemas isolados do baixo rio Madeira, admitindo suprimento por gasoduto virtual, os cálculos consideraram apenas os dados operacionais de 2005 fornecidos pela Ceron, tendo em vista não haver projeções de mercado específicas para estas localidades. Sendo a geração totalmente baseada no óleo diesel, foram calculados os volumes de gás natural energeticamente equivalente aos de óleo diesel utilizados naquele ano, admitindo-se rendimentos térmicos iguais. Foi utilizada a equação (1.7):

$$V_{gn}(m^3) = \frac{PCI_{od} * V_{od} * \mu}{PCI_{gn} * D} \quad \text{Eq. (1.7)}$$

⁵ Geração total em Samuel de 2000 a 2005: 4.296.425 MWh, média de 716.030 MWh/ano (ELETRONORTE, 2006).

- V_{gn} = Vazão de gás natural substituto, em m³/dia;
- PC_{lod} = Poder calorífico inferior do óleo diesel: 10.100 kcal / kg;
- μ = Densidade do óleo diesel: 0,84 kg / L;
- V_{od} = Volume de óleo diesel consumido em 2005, em m³ / ano;
- PC_{lgn} = Poder calorífico inferior do gás natural: 8.709 kcal / m³;
- D = N^o de dias no ano: 365 dias / ano.

2 Doméstico e Comercial. Para estimar o volume de gás natural substituto do GLP, considerou-se apenas o consumo urbano. Desconsiderou-se o consumo da área rural face aos problemas da logística de distribuição, uso tradicional da lenha e, a impraticabilidade de uma rede de distribuição rural. Considerou-se que nesta área, a lenha e o GLP dificilmente seriam deslocados pelo gás natural. Os cálculos basearam-se nas seguintes considerações:

- a. Substituição total do GLP estimativamente consumido na área urbana;
- b. Volume total de GLP consumido no estado, informado no BEN 2005. Rondônia: 60.000 m³/ano; Amazonas: 86.000 m³/ano.
- c. População urbana baseada nas estimativas do IBGE para as populações dos municípios, mantida a mesma relação urbana/rural do censo de 2000;
- d. Consumo urbano de GLP, em relação ao total do estado, na mesma proporção da distribuição da população;
- e. Densidade de consumo urbano de GLP 25% maior que o rural, devido ao uso de outros energéticos (lenha, principalmente), no campo;
- f. Equivalência calórica entre GLP e GN adotada no BEN (MME, 2005).

A equação (1.8) é utilizada tanto nos cálculos relacionados à cidade de Porto Velho como no seu entorno, e é equivalente à relação entre os dois produtos, empregada na elaboração do balanço energético nacional.

$$V_{gn} = 0,7 * 10^3 * V_{glp} \quad \text{Eq. (1.8)}$$

V_{glp} = Volume de GLP consumido (estimado), m³;

V_{gn} = Volume de GN substituto, m³.

3 Indústrias. Foram estimadas demandas para os segmentos industriais locais de uso mais intensivo de energia térmica, substituindo os energéticos usados.

3.1 Cerâmica Vermelha. Os cálculos dos volumes de gás natural substituto da biomassa de origem madeireira, combustível exclusivo do segmento, basearam-se no consumo específico de 1,0 m³ de gás natural por tijolo produzido (NERI, 2006) e na produção total de tijolos. O consumo de gás é determinado através da produção de tijolos e do consumo específico, usando a equação:

$$\omega = P * \lambda / d \quad \text{Eq. (1.9)}$$

ω = Consumo de gás natural, m³ / dia;

P = Produção mensal de tijolos: 4.500.000 (Porto Velho), 6.000.000 (região) tij.;

λ = Consumo específico de gás natural, m³ / unidade (tijolo);

d = N^o de dias no mês: 30 dias / mes.

3.2 Panificação. A estimativa é feita a partir do consumo energético de uma panificadora típica. A carga térmica da empresa típica é calculada com base no consumo médio de lenha (o Sindicato de Panificadores⁶ relata um consumo mensal, médio, de 18 m³ de lenha/mês, e processamento de 200 kg/dia de trigo, na panificadora local típica) e suas propriedades (MME, 2005, p.151). Conhecida a carga térmica, calculou-se o volume equivalente de gás natural. Determinou-se a demanda do segmento com base no número de empresas cadastradas na FIERO (2006).

$$\theta = V_s * PCI_s * \delta * N / d \quad \text{Eq. (1.10)}$$

θ = carga térmica do segmento, kcal / dia;

V_s = Volume de lenha consumido por mês: 18 m³ / mês;

PCI_s = Poder calorífico inferior da lenha: 3.100 kcal / kg;

δ = Densidade da lenha: 300 kg / m³;

N = N^o de empresas cadastradas: 70 (P. Velho)

⁶ Notícia de Pompeu Vieira Marques, presidente do Sindicato da Indústria de Panificação do Estado ao autor, em 06/junho/2006.

$d = \text{N}^\circ \text{ de dias / mês: } 30$

$$V_{gn} = \theta / PCI_{gn} \quad \text{Eq. (1.11)}$$

$V_{gn} = \text{Volume de gás natural equivalente, m}^3 / \text{dia};$

$\theta = \text{Carga térmica do segmento, kcal / dia};$

$PCI_{gn} = \text{Poder calorífico inferior do gás natural: } 8.709 \text{ kcal / m}^3.$

3.3 Indústria de Bebidas. Foram estimadas demandas com base nas cargas térmicas de aquecimento e resfriamento de processo, calculando-se em seguida o volume de gás natural energeticamente equivalente à carga.

Aquecimento:

$$\theta_1 = Mc * PCI_c / d \quad (\text{GLP}) \quad \text{Eq. (1.12)}$$

$$\theta_2 = V_c * \delta * PCI_t / d \quad (\text{lenha}) \quad \text{Eq. (1.13)}$$

$\theta_{1,2} = \text{Carga térmica diária, kcal/dia};$

$Mc = \text{Massa de GLP: } 3.600 \text{ kg/mês};$

$PCI_c = \text{Poder calorífico inferior do GLP: } 11.100 \text{ kcal/kg};$

$d = \text{N}^\circ \text{ de dias no mês: } 30 \text{ dias};$

$V_c = \text{Volume de lenha: } 180 \text{ m}^3/\text{mês};$

$\delta = \text{Densidade da lenha: } 390 \text{ kg/m}^3;$

$PCI_t = \text{Poder calorífico da lenha: } 3.100 \text{ kcal/kg}.$

Resfriamento:

$$\theta_3 = Pot * \phi * F_c * T * H \quad \text{Eq. (1.14)}$$

$\theta_3 = \text{Carga térmica diária, kcal / dia};$

$Pot = \text{Potência instalada nas câmaras frias: } 350 \text{ HP}$

$\phi = \text{Fator de conversão HP para kcal: } 641,5 \text{ kcal / HP};$

$F_c = \text{Fator de carga: } 0,5;$

$T = \text{Turnos de operação: } 2/3;$

$H = \text{Horas do dia: } 24 \text{ h}$

Consumo de gás natural:

$$V_{gn} = (\theta_1 + \theta_2 + \theta_3) / PCI_{gn} \quad \text{Eq. (1.15)}$$

$\theta_1, \theta_2, \theta_3$ = Cargas térmicas diárias, kcal / dia;

PCI_{gn} = Poder calorífico inferior do GN: 8.709 kcal / kg

4 Transportes. Calculou-se a demanda por GNV para a cidade de Porto Velho, onde está previsto um posto de revenda, Candeias e Jaci Paraná, sob a influência direta da Capital. Foram utilizados os seguintes critérios para os cálculos de demanda:

- a. Um posto de revenda de GNV instalado em Porto Velho;
- b. Conversão para GNV de 50% da frota de táxis de Porto Velho, Candeias e Jaci Paraná. Nestas duas últimas localidades, devido ao uso que se dá à frota. São localidades pequenas e é grande o número de viagens à Capital;
- c. A distância das demais localidades da região a Porto Velho, torna improvável a conversão das frotas locais para abastecimento no posto da Capital;
- d. Conversão de 10% da frota de veículos leves particulares em Porto Velho;
- e. O número de táxis nas frotas de cada uma das localidades foi informado pelo Sindicato de taxistas;
- f. A frota de veículos particulares foi informada pelo Detran-RO;
- g. A distância percorrida diariamente pelos táxis está de acordo com as estimativas do Sindicato da categoria, e entrevistas do autor com taxistas;
- h. No caso dos táxis das localidades próximas a Porto Velho consideram-se viagens diárias até a capital;
- i. O consumo médio de gás natural assumido nos cálculos é de 15 km/m³/veículo.

2 DESENVOLVIMENTO REGIONAL E ENERGIA NA ECONOMIA GLOBALIZADA

2.1 Amazônia e Rondônia

Nas relações econômicas e políticas do mundo atual, em que a prática capitalista hegemônica promove e intensifica o processo de globalização da economia internacional, a questão do desenvolvimento de Rondônia associado à disponibilidade do gás natural deve ser considerada num contexto regional. A globalização não é um fenômeno novo, exclusivo do mundo contemporâneo, mas reflete, na sua manifestação atual o progresso científico e tecnológico do século recém findo, que produziu alterações substanciais nas formas de organização das sociedades, acelerando a produção de bens e riqueza. Como observa Wittmann *et al* (2004, p. 17) ao tratar da globalização dos mercados:

A globalização e a RCT [revolução científico-tecnológica] não se caracterizaram apenas por mudanças interativas entre países, produção e comercialização de novos produtos, mas a ascendência de um novo modelo interativo de estratégia e competitividade baseado na comunicação, o qual associado a tecnologias de novos materiais, eletroeletrônica, equipamentos aeroespaciais, biotecnologia e química fina alterou a geografia geoeconômica internacional.

Silva (2002, p.55) considera que “o avanço da ciência e da tecnologia [...] tem se revelado impotente para minimizar a pobreza, o desemprego e as desigualdades sociais” em nível mundial, mas, é inegável que o fenômeno em curso adquiriu intensidade e extensão verdadeiramente globais. No dizer de Llorens (2001, p.31), “a globalização nos aparece como um fenômeno diferente dos relacionados com a internacionalização e transnacionalização ou multinacionalização das diferentes economias” não se restringindo ao intercâmbio de matérias-primas, produtos acabados e outros bens, como a transferência de recursos entre as nações.

A globalização levou a um “redescobrimto” da dimensão territorial, já que foi capaz de provocar uma redistribuição geral de atividades no território, de um lado, ao mesmo tempo em que as diferentes atividades produtivas territoriais e sistemas locais de empresas percebem agora, com a maior nitidez, a exposição frente a um cenário cheio de exigências em termos de eficiência produtiva em competitividade (LLORENS, 2001, p.25).

Nessa perspectiva, a globalização e a regionalização do desenvolvimento não são fenômenos excludentes. Para Lima e Coutinho (2005, p.1), “um dos grandes debates envolvendo os processos de globalização e regionalização está em saber se esses são fenômenos distintos ou conseqüentes”, enquanto Dallabrida, Siedenberg e Fernández (2004, p. 102), ao observar que “alguns sistemas territoriais de produção são capazes de desenvolver-se sem que resulte da redistribuição do crescimento econômico”, perguntam: “Então, é possível pensar o desenvolvimento a partir da perspectiva territorial?”. Respondemos afirmativamente e consideramos que, se, como afirmam os autores (Id., p.116), “a globalização pós-fordista não veio acompanhada de um processo de superação das assimetrias econômico-espaciais”, então o desafio da territorialização do desenvolvimento está posto, para o debate e para a ação dos agentes locais.

Considerou-se, como Milton Santos *apud* Bassan & Siedenberg (2003, p.141) que: “a região é o *locus* de determinadas funções da sociedade total em um momento dado, [...] o subespaço do espaço nacional total, [que] aparece como o melhor lugar para a realização de um certo número de atividades”. Nesta visão, Rondônia é um subespaço economicamente não-desenvolvido, onde atividades econômicas em execução ou projetadas intentam alcançar o desenvolvimento e, onde a próxima oferta de gás natural pode representar um momento de afirmação desse esforço.

As limitações econômicas do subdesenvolvimento são refletidas nos vários aspectos da vida social, restringindo o acesso de grande parte da população à educação, saúde e outros direitos do ser humano e, delimitando a qualidade da vida social. As superações dessas limitações devem considerar todos esses aspectos, para que o desenvolvimento econômico possa estar associado ao progresso e atendimento dos direitos do ser humano. Vale dizer, ao lado do aumento da produção, promover melhor distribuição de renda e qualidade de vida.

Bassan e Siedenberg (2003, p.146) argumentam ainda, com propriedade:

Uma das pré-condições para que ocorra o desenvolvimento regional é a existência de um processo de crescimento econômico (renda e produtividade). Além disso, é preciso um crescente processo de autonomia regional de decisão, ou seja, cumprir definir o estilo de desenvolvimento próprio de cada região, utilizando, assim, políticas específicas. Também, é preciso uma crescente capacidade regional para apropriar parte do excedente econômico ali gerado e revertê-lo para a região, a fim de diversificar a base econômica e conferir sustentabilidade, a longo prazo, ao seu crescimento.

Nossa região de estudo é uma sub-região da Amazônia, espaço com características singulares e de proporções continentais. A vastidão, o clima equatorial quente e úmido que predomina na maior parte de seu território, a hidrologia, o amplo espectro de ecossistemas observados em sua extensão e, a baixa densidade demográfica torna-a região única no planeta. Corresponde a 40% da área da América do Sul, abriga cerca de 20% de toda a água doce, 30% das florestas latifoliadas e 50% da biodiversidade do planeta, mas, apenas 3,5 milésimos da população mundial (ARAGÓN, 2002, p.41). São mais de 7 milhões de km² distribuídos nos dois hemisférios, dos quais cerca de 70% em território brasileiro.

Por outro lado, embora ainda baixa a densidade demográfica, não se pode mais referir à região descrevendo um “vazio demográfico”, como já foi feito. O documento do Plano Amazônia Sustentável – PAS, mecanismo através do qual o governo federal pretende orientar a formulação de políticas públicas de desenvolvimento para a região, sintetiza a nova realidade regional. O crescimento da população, entre 1950 e 2005, foi maior que o dobro da média nacional: 518% contra 255%. São atualmente 23,6 milhões de habitantes, dos quais 70% vivem em cidades e vilas. A intervenção desse contingente humano na floresta resultou em desmatamento que atinge 14% da área total (700 mil km², em agosto de 2005). Em parte, devido à exploração predatória das riquezas naturais. Mas, não se pode ignorar, dos seus 500 milhões de hectares de solos com aptidão agrícola, apenas 12% estão em uso. É também a região brasileira com a maior quantidade de áreas protegidas, sob a forma de Unidades de Conservação, terras indígenas, terras quilombolas e áreas militares (BRASIL, 2006).

Contrariamente à crença generalizada, a Amazônia mostra uma grande heterogeneidade. Não somente pela diversidade de ecossistemas, mas, também pela pluralidade étnica e pela diversidade de suas organizações sociais – como as indígenas, das populações caboclas tradicionais, dos produtores rurais e, a dos aglomerados urbanos, como Belém e Manaus -, políticas e econômicas. Convivem na região “desde 35 etnias indígenas ainda não contatadas até engenheiros engajados no lançamento de satélites espaciais” (BRASIL 2006, p.15). O mesmo documento (Id., p.7) diz que a Amazônia foi “tratada como território homogêneo e sujeito a ações de caráter padronizado [...] os resultados foram surtos de crescimento insustentáveis no tempo”. Portanto, é essa diversidade que deve orientar políticas e ações desenvolvimentistas, na busca por alternativas para

alcançar o desenvolvimento regional, respeitando todas as nuances da vida Amazônica e a experiência recente, redobrando os cuidados nas intervenções em seus ecótipos, muitas vezes, frágeis.

São variados os conceitos e processos relacionados ao crescimento econômico e ao desenvolvimento. Marta (2001, p.7), argumentando a questão, diz:

Procurando dar mais clareza ao conceito de crescimento, entende-se como tal, tratar-se de comparar padrões econômicos, de países ou regiões entre si, ou mesmo, ao longo do tempo, e assim classificá-los, compará-los. É portanto, a percepção quantitativa de sociedades, em geral consideradas estáticas - temporal e espacialmente. O desenvolvimento é uma relação - entre o crescimento e seus efeitos distribuídos pela população da região - com uma possibilidade dinâmica.

Alguns dos indicadores sociais da região mostram valores que evidenciam nível de desenvolvimento inferior à média nacional. Segundo o Censo 2000, do IBGE, apenas 51,9% da população é abastecida por rede de água (Brasil: 76,1% e RO: 36,8%) e, 2,8% atendida por rede de esgotos (Brasil: 40,5%; RO: 1,7%). Doença endêmica na região, a malária teve 459.013 casos registrados no ano 2004. Em Rondônia foram 106.634 registros, 23,2% dos casos na Amazônia Legal (MS, 2005).

Economicamente, a região é de pouca expressão nacional. O Amazonas, provavelmente pelo maior valor agregado da produção do Pólo Industrial de Manaus, mostra a melhor relação entre as participações no PIB e contingente populacional (1:1), seguido pelo Mato Grosso, uma demonstração da importância do produto industrial nos indicadores de desenvolvimento econômico. Em Rondônia, ver Tabela 2.1, a relação é pouco mais de (0,5:1).

Tabela 2.1 Participação de Estados da Amazônia Legal no PIB e População do Brasil 2001-2003

	2001		2002		2003	
	PIB	População	PIB	População	PIB	População
Acre	0,2	0,3	0,2	0,4	0,2	0,4
Amazonas	1,7	1,7	1,9	1,7	1,8	1,8
Amapá	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3
Pará	1,8	3,7	1,9	3,8	1,9	3,8
Rondônia	0,5	0,8	0,5	0,8	0,5	0,9
Roraima	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2
Tocantins	0,3	0,7	0,3	0,7	0,3	0,7
Mato Grosso	1,2	1,5	1,3	1,5	1,4	1,6

Fonte: IBGE, 2006

A ocupação dos espaços amazônicos nos últimos trinta anos resultou em processos de adensamento populacional e desenvolvimento econômico, com significativas diferenciações espaciais e de modelos. Segundo Becker (2000, p.37):

Até agora, a par da calha do próprio Amazonas, três grandes concentrações econômicas e demográficas ressaltam na região:

- o triângulo formado por Carajás, Belém e São Luiz, apoiado na rodovia Belém-Brasília, em trechos da Transamazônica e na ferrovia Carajás, baseado na economia metropolitana e de exploração mineral;
- a Zona Franca de Manaus, baseada na indústria eletro-eletrônica, na navegação fluvial e nos transportes aéreos;
- a faixa agropecuária meridional que se expande ao longo das rodovias que circundam a região, desde o sudeste do Pará ao Acre.

Essas concentrações econômicas são identificadas no PAS em três macroregiões, que congregam várias sub-regiões, cada uma com dinâmica própria.

1) *Arco do Povoamento Adensado*, a borda meridional e oriental da região que vai do sudeste do Acre ao sul do Amapá, passando por Rondônia, Mato Grosso, Tocantins e o sudeste e nordeste do Pará.

2) A *Amazônia Central*, do norte do Amapá, passando pelo norte e oeste do Pará, até o Vale do rio Madeira, no Amazonas.

3) A *Amazônia Ocidental*, o restante do Estado do Amazonas, Roraima e, o centro e oeste do Acre.

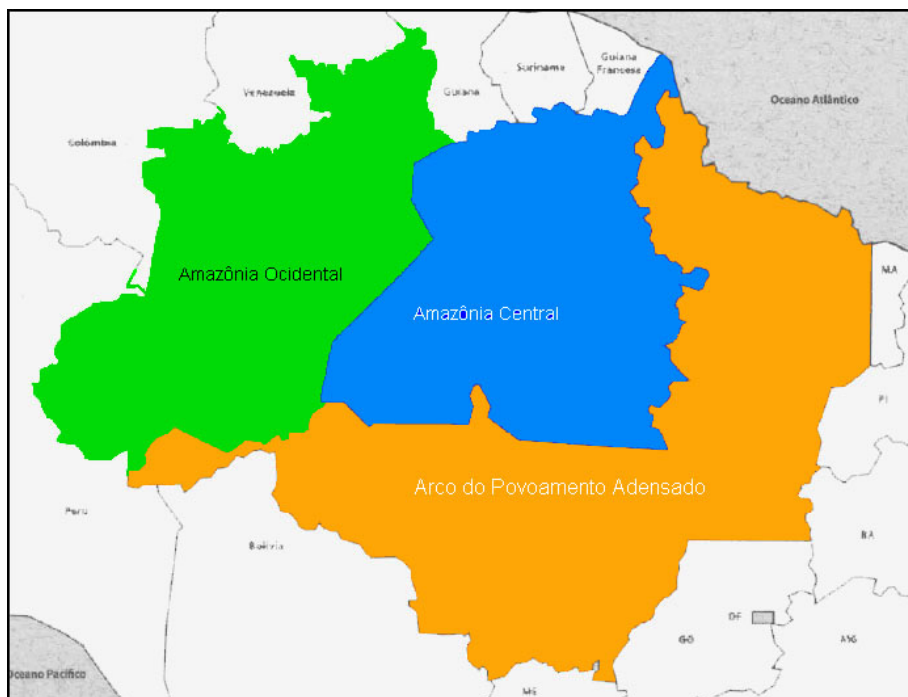


Figura 2.1 Amazônia e Sub-regiões do PAS

Fonte: (BRASIL, 2006)

Rondônia integra, nesta visão, a sub-região da “agropecuária e sistemas agroflorestais” do Arco do Povoamento Adensado. Segundo o governo estadual (RONDÔNIA, 2005), alguns dos dados que caracterizam o estado, são: rebanho bovino superior a 11,3 milhões de animais, a produção de grãos supera 850 mil toneladas, as exportações superaram 200 milhões de dólares (67%, madeiras¹) e, o PIB *per capita* de R\$ 5.743,00, que só é inferior aos dos Estados do Amazonas e Mato Grosso².

Fator importante para o desenvolvimento regional, Porto Velho é entroncamento de dois modais de transporte, componentes importantes para a integração das economias regionais do Mato Grosso, Acre, Amazonas, Bolívia e Peru:

- a BR-364 que liga Cuiabá (MT) a Rio Branco (AC) e, daí à fronteira peruana (em Assis Brasil - AC), ramificando ainda em direção à fronteira boliviana (em Guajará Mirim - RO);
- a Hidrovia do Madeira, que liga Porto Velho a Manaus e Belém (3.000km), saída para o Oceano Atlântico dos produtos regionais e, opção para Bolívia e Peru.

Recentes ações dos setores governamental e privado constituem fatores relevantes no processo de integração e regionalização do desenvolvimento nesta porção do sudoeste da Amazônia brasileira: a ponte sobre o rio Acre, que uniu Assis Brasil a Iñapari (Peru), a pavimentação e melhorias das rodovias peruanas entre Iñapari e Cusco, já iniciadas, e as obras das hidrelétricas do rio Madeira em processo de licenciamento, que prevêmclusas para transposição das barragens e que poderão, futuramente, incorporar 4.100 km de vias fluviais à navegação entre Brasil, Bolívia e Peru (FURNAS & ODEBRECHT, 2005, p.102).

As principais fontes endógenas de energia primária na Amazônia Legal são a hidráulica, a madeira e seus derivados e os derivados de petróleo. Neste caso, apenas através da produção da província petrolífera de Urucu, que também produz o gás natural que em breve estará sendo utilizado comercialmente na região. Derivados do petróleo importados são fundamentais para as operações dos setores

¹ Fonte: MDIC-SECEX – Balança Comercial 2005/2004.

² Fonte: IBGE, Contas Regionais do Brasil, 2003.

de transportes e geração de energia elétrica, nos sistemas isolados da Amazônia. No Mato Grosso já se utiliza o gás natural importado da Bolívia.

Há, na Amazônia Legal, uma grande semelhança na dinâmica energética: grandes superfícies e baixas densidades populacionais, industrialização rarefeita, condições gerais que resultam em serviços de eletricidade, supridas por sistemas térmicos ineficientes e insuficientes, principalmente em suas imensas áreas rurais. Atualmente, no Brasil, a única região onde a geração de energia elétrica é realizada com base em óleo diesel, devido ao seu preço proibitivo, efeitos ambientais adversos, baixa eficiência, entre outros fatores, é a Amazônia. Somente nas áreas supridas pelo SIN não há geração a diesel. E isso ocorre basicamente onde a geração hídrica tinha maior importância para as regiões mais desenvolvidas do país, como Tucuruí, que atende parte da Amazônia Oriental. Comentando a questão energética no Mato Grosso³, diz Marta (2001, p.156):

Dentre os problemas enumerados, parte das políticas estruturantes entre as quais se encontra a “insuficiência de energia elétrica para suprir necessidades básicas da sociedade”. E continua o texto, “esse problema é agravado pela baixa qualidade do serviço, alta dependência de importação de energia e de derivados de petróleo, e elevado nível de perdas no sistema elétrico, e pela não utilização de formas alternativas de energia”.

Na Amazônia Legal, apenas o Tocantins é integralmente suprido de energia elétrica pelo SIN. O Pará, parcialmente. Roraima é parcialmente suprido por energia adquirida da Venezuela. Os demais estados são alimentados por sistemas locais isolados hidrotérmicos ou, totalmente térmicos. São trezentos e quarenta sistemas isolados e, mil quatrocentas e oitenta e oito unidades geradoras, com potência média de 2,48 MW. Média que se reduz a 0,66 MW quando não se consideram os sistemas das capitais estaduais, como demonstra a Tabela 2.2, a seguir (MME, 2006).

³ Programa de governo do candidato ao governo de Mato Grosso, Dante de Oliveira, set/1994.

Tabela 2.2 Sistemas Elétricos Isolados na Amazônia Legal – 2006

Estado	Região	Sistemas Isolados (Nº)	Unidades Hídricas		Unidades Térmicas	
			Quantid. (Nº)	Potência (MW)	Quantid. (Nº)	Potência (MW)
Amazonas	Capital ⁽¹⁾	17	5	250	190	1.442
	Interior	114	-	-	451	299
Pará	Capital ⁽²⁾	-	-	-	-	-
	Interior	43	-	-	173	158
Rondônia	Capital ⁽³⁾	11	17	240	12	550
	Interior ⁽⁴⁾	39	9	22,4	141	86,6
Acre	Capital	3	-	-	24	94
	Interior	13	-	-	66	32
Amapá	Capital ⁽⁵⁾	2	3	78	39	178
	Interior	4	-	-	15	18
Roraima	Capital ⁽⁶⁾	1			3	62
	Interior ⁽⁶⁾	62			84	24
Mato Grosso	Interior	31	25	33	231	121
Total		340	59	623,4	1.429	3.064,6

Fonte: (ELETROBRÁS, 2006)

Notas: (1) Inclui UHE Balbina;

(2) Belém e diversas localidades do interior são supridas através do SIN;

(3) Inclui UHE Samuel (5 unid., 216MW) e PCHs (7 sistemas, 12 unid., 24MW);

(4) Inclui cinco PCHs;

(5) Inclui UHE Coaracy Nunes;

(6) Parcialmente supridas por energia comprada da Venezuela.

A existência de centenas de pequenas centrais termelétricas a óleo diesel, atendendo em geral localidades isoladas e de difícil acesso, torna a substituição desse energético por produtos locais, como a lenha e o biocombustível - este, produzido a partir óleos de origem natural ou de plantações - uma alternativa a considerar. Inclusive porque poderá constituir projetos que incluam não apenas a geração de eletricidade, mas ocupação e renda para as populações residentes.

Os recursos hídricos da região (112 GW), dos quais apenas 9% são aproveitados, representam 43% do potencial hidrelétrico total do país, e, 65% do total a aproveitar. Somente em PCHs, o potencial da região é de 1.635 MW. O que permite dizer ser a hidreletricidade, a principal opção nacional e regional para o suprimento de energia elétrica. Entretanto, 83% da potência instalada nos sistemas isolados da Amazônia têm origem térmica (EPE, 2006).

Em Rondônia, além da UHE Samuel (216 MW), há 153,2 MW hidráulicos com potência entre 1 e 30 MW em operação ou já outorgados e, 210 MW em inventários aprovados. Dois inventários estão em andamento, no do rio Machado há estimativa

de potência final da ordem de 1.400 MW⁴ (informação verbal). E, dois aproveitamentos estão em processo de licenciamento ambiental – Santo Antonio (3.150 MW) e Jirau (3.300MW), no rio Madeira (ANEEL, 2006).

A biomassa florestal é outra fonte primária importante e renovável de energia, com largo emprego doméstico e industrial. Em 2005, a indústria madeireira local gerou, aproximadamente, 2,1 milhões de m³ de resíduos. O montante inaproveitado (LENTINI, 2005, p.39), se fosse utilizado para geração de eletricidade poderia produzir cerca de 400.000 MWh.ano segundo estimativa nossa.

Não há produção de biocombustíveis no estado, embora essa indústria venha crescendo em várias regiões do país. No caso do biodiesel, em decorrência do preceito legal que obriga sua adição a todo óleo diesel de petróleo comercializado no país. Localmente pode representar uma opção para os pequenos sistemas isolados, onde a cadeia de produção além de gerar energia elétrica, pode originar trabalho e renda na comunidade.

Moret (2000, Cap. 2.1) argumenta a favor de um modelo energético de geração descentralizada, reconhecendo que “a maior parte das iniciativas recentes de eletrificação em Rondônia tem tendência à centralização” e que “o modelo atual está baseado na geração com usinas termelétricas e combustível fóssil, atualmente com diesel e posteriormente com gás natural”. Porém, continua, “essa opção não considera que o uso desse combustível não diminui as disparidades regionais, por outro lado agrava, porque é um mecanismo de escoamento de recursos da localidade; esses recursos deveriam ser utilizados para fixar renda e melhorar a qualidade de vida do cidadão”. As fontes renováveis, com aplicação na geração descentralizada, cujos debates e proposições do IV Encontro do Fórum Permanente de Energias Renováveis, 6-9out.1998 – Recife, foram sistematizadas por Moret no Quadro 2.1, a seguir, e têm cunho nacional. Em relação a Rondônia, pode-se dizer que as fontes eólica e solar não são indicadas, face sua posição geográfica e climatologia.

⁴ Notícia de Afonso Goulart, engenheiro de Furnas S/A, em palestra na Federação das Indústrias.

Conversão energética	Metas	Observação
Solar	50 MW	3 milhões de m ² de captação
Eólica	1.000 MW - potência instalada	
Biomassa	3.000 MW em co-geração 1.000 MW em co-geração 250 MW em termelétricas a lenha 150 MW em sistemas de geração elétrica de pequena escala 12 milhões de toneladas de carvão vegetal/ano 18 bilhões de litros/ano de álcool etílico 20 milhões de litros/ano de óleos vegetais 80.000 m ³ de biogás 3 milhões de hectares	Bagaço de cana-de-açúcar Resíduos da indústria de papel e celulose Florestas plantadas Óleos vegetais Acréscimo em relação à produção atual e cerca de 10 milhões de ton/ano sustentável Para fins carburantes Para fins carburantes Resíduos urbanos, industriais e rurais Reflorestamento (adicional) com espécies nativas e exóticas
Pequenas Centrais Hidroenergéticas (PCH)	2.500 MW	Unidades de pequeno porte
Hidrogênio		Projeto de demonstração Criação e consolidação do Centro Nacional de Referência da Energia do Hidrogênio

Quadro 2.1 Síntese das Metas para as Fontes Alternativas

Fonte: (MORET, 2000)

No contexto local, embora todo o potencial energético de fontes renováveis no estado, surgiu a opção do gás natural produzido em Urucu para utilização em Manaus e Porto Velho. A disponibilidade, proximidade e, vantagens econômicas e ambientais do gás em relação ao diesel, ao tempo em que os setores elétricos de Manaus e Porto Velho viviam momentos de crise no final dos anos 90, conduziram à recomendação ministerial de aproveitamento. Ancorada na demanda dos parques termelétricos citados, onde a potência instalada é da ordem de 2.000 MW, decidiu-se pela construção de dois gasodutos: Coari – Manaus, com capacidade para 10,5 milhões de m³/dia e, Urucu – Porto Velho, para 2,3 milhões de m³/dia, com 530 km de extensão (PETROBRAS, 2004, p.3; GASPETRO, 2001, cap.2, p.27).

Simultaneamente à proposta de construção do gasoduto Urucu – Porto Velho, outras duas ações da maior significação para o setor energético estão em curso ou planejadas: a conexão do Sistema Elétrico Acre-Rondônia ao SIN em 2008, “que se justifica pela economia proporcionada pela redução da CCC, em montantes superiores aos custos correspondentes à implantação do sistema de transmissão” (MME, 2006, p.89), e a construção das duas UHE do rio Madeira – Santo Antonio e Jirau.

O parque térmico de Porto Velho consome mais de 1,2 milhões de litros de óleo diesel por dia em média (ELETROBRAS, 2006, p.77), obrigando a importação de petróleo para sua produção, despendendo divisas. O gás natural, por sua vez, existe de forma abundante, tem origem no país, o campo produtor está relativamente próximo aos pontos de consumo, seus custos sofrem de modo menos intenso os efeitos da variação do dólar no mercado internacional, seu preço é muito inferior ao do diesel (como já visto), sua introdução diversifica a matriz local tornando-a menos suscetível às flutuações do mercado e, seu uso é ambientalmente vantajoso, ainda que se trate de um recurso não renovável.

Além do mais, com respeito às perspectivas do desenvolvimento regional, somando-se às suas vantagens como combustível, o gás natural tem ampla gama de aplicações, podendo conduzir a novos empreendimentos, em setores ainda não existentes na estrutura produtiva do estado.

O gás natural pode ainda converter-se em vetor de integração internacional. A integração energética do continente, que tomou grande impulso após a construção do gasoduto Brasil-Bolívia e interligações Brasil-Argentina, poderá valer-se da proximidade das províncias gasíferas de Urucu e Camisea, no Peru.

2.2 O Gás Natural no Brasil

Em nosso país a indústria do gás é ainda recente. Participa com 8,9 % da matriz energética nacional (BEN, 2005, p.15), resultado obtido após os esforços e a rápida evolução das três últimas décadas. Em rápido retrospecto histórico (SANTOS, 2002), verifica-se que até por volta de 1970 o gás produzido era integralmente utilizado – transformado ou reinjetado - nas instalações da Petrobrás, a estatal brasileira então detentora do monopólio sobre toda a cadeia de produção de petróleo e gás. Somente após a inauguração do Pólo Petroquímico de Camaçari (BA), o gás passou a ser consumido em quantidades significativas fora das unidades da Petrobrás. Nas décadas de 1970 e 1980 houve significativo crescimento e diversificação no consumo do gás, extrapolando o setor de transformação e atingindo os de transporte público, comercial e residencial, embora neste caso concentrado nas cidades do Rio de Janeiro e São Paulo.

Não tendo nenhuma tradição na utilização do gás natural e com pouquíssimas cidades dispondo de redes de distribuição de gás manufacturado, a penetração do gás natural na matriz energética brasileira se fez lentamente e apoiada no consumo de grandes clientes.

...

Assim, em 1990, a utilização do gás como insumo energético tornou-se o maior segmento de consumo [...]. Os novos clientes foram majoritariamente setores intensivos em energia: indústrias do vidro e da cerâmica, papel e celulose, alimentos e bebidas, cimento e metais não-ferrosos, mineração e pelotização. CECCHI (2001, p.60,65).

No período 1970-2004 (Gráfico 2.1), a produção de gás natural no Brasil mostrou uma tendência de crescimento contínua, modificando-se as estruturas tanto de oferta como de consumo. Observa-se também que seu uso como energético tem sido o principal vetor de consumo no país, mantendo-se como a principal tendência do mercado nacional e, em ascensão. Tanto para aquecimento de processo na indústria, como para geração de eletricidade em centrais termelétricas ou unidades co-geradoras.

A demanda como não-energético pela indústria de transformação mantém-se ao nível de 1986. CECCHI (2001, p.70) atribui essa circunstância a uma “estrutura industrial apoiada em plantas monoprodutoras, com escala de produção insuficiente e sem integração com unidades fabris a montante e a jusante de suas atividades”.

Outras razões seriam, os elevados investimentos necessários à produção de bens a partir do gás natural e o mercado brasileiro estabilizado.

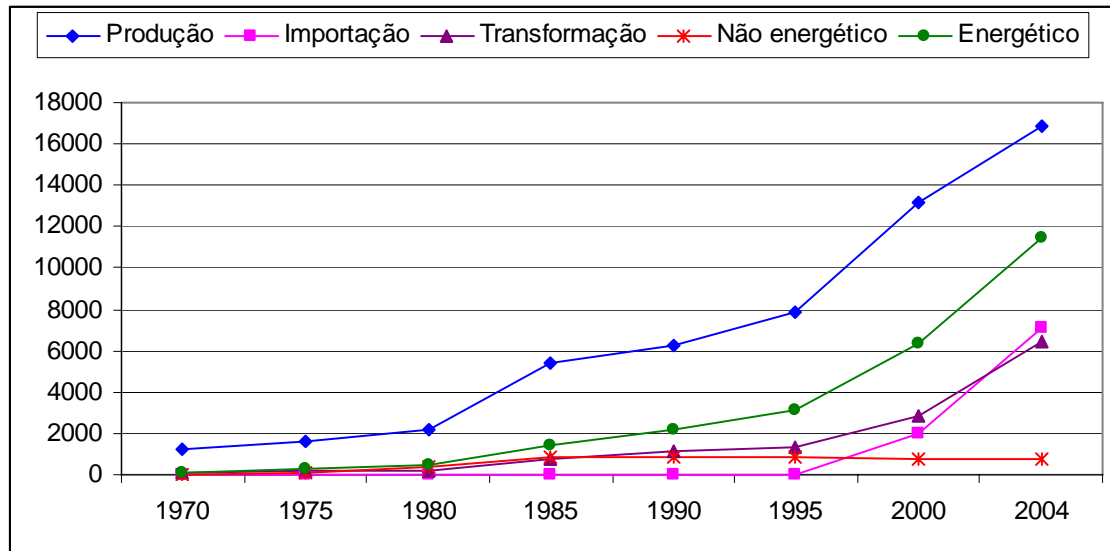


Gráfico 2.1 Produção e Consumo de Gás Natural no Brasil **10³ tep**
 Fonte: (MME, 2005). Formulação própria

- Obs:
1. Em 1999 iniciou-se a importação de gás natural da Bolívia e da Argentina.
 2. O item "Transformação" inclui a parcela convertida em GLP, gasolina natural e outros.

Outra demanda significativa para o gás natural poderia vir do setor de climatização de ambientes empresariais ou domésticos. Moraes (2002, p.62) afirma que 15% de toda a energia elétrica produzida no planeta é consumida em sistemas de ar-condicionado, o que corresponde a mais de 41 milhões de TR, um mercado de US\$ 29 bilhões. No Brasil, o mercado de condicionadores de ar é da ordem de 800.000 TR (excluindo-se os aparelhos "de janela", 500.000 TR, carga equivalente a 1.758 MW). Esta aplicação não se desenvolve, face às dificuldades de acesso universal ao gás - apenas as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro dispõem de redes extensas de distribuição -, ao preço dos equipamentos que precisam ser importados a custos elevados, ao desinteresse da indústria nacional em produzi-los e, a inexistência de cultura que promova uma arquitetura compatível com a perspectiva da massificação do uso do gás.

Respondendo à consulta formulada através do sítio da empresa, sobre se planejam fabricar - ou se já fabricam - aparelhos de ar condicionado, fogões, aquecedores de água, etc. que utilizem o gás natural como fonte térmica para uso doméstico e empresarial em hospitais, hotéis, restaurantes, etc., um dos maiores fabricantes nacionais respondeu: "O nosso compromisso é levar tecnologia,

inovação e praticidade para a vida de nossos consumidores. No entanto, no momento, não temos previsão para o lançamento do produto com as características solicitadas” (SOUZA, 2006).

Como um produto novo, em busca da conquista de espaço em um mercado onde diversos produtos intercambiáveis há muito são ofertados, a indústria do gás natural não fixou ainda um modelo próprio. Segundo Camacho (2005, p.7), existem diversas estruturas modelares na indústria do gás natural, refletindo as realidades econômicas e políticas das várias regiões geográficas. Países como a Rússia, França e Espanha, entre outros, mantêm um modelo integralmente verticalizado, do *upstream* ao *downstream* controlado por uma única organização.

No Brasil, vigoram três estruturas básicas, uma para o gás nacional e duas para o gás importado da Bolívia e da Argentina. Diz ainda Camacho (2005, p.107): “pode-se dizer que o Brasil está longe de ter uma estrutura de mercado das mais desenvolvidas”. Para o gás produzido no país, o grau de verticalização é elevado, pois a produção e o transporte até os “*city gates*” são realizados pela Petrobrás, modelo que está representado na Figura 2.2.

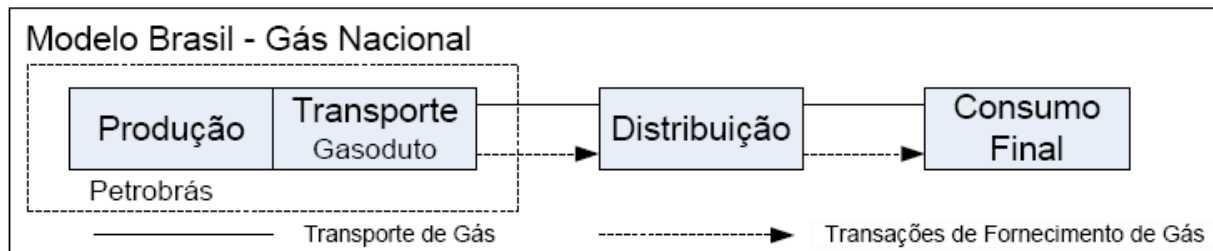


Figura 2.2 Modelo da Indústria de Gás Natural no Brasil – Gás Nacional

Fonte: (Camacho, 2005)

As características de “monopólio naturais” dessa indústria têm levado os diversos países a buscar modelos industriais que assegurem a economicidade de sua exploração, transporte e distribuição, enquanto se estabelecem condições de competição mercadológica que garantam preços e serviços satisfatórios aos consumidores finais e a sociedade em geral.

A Constituição Federal (BRASIL, 1988) manteve em seu artigo 177, no que se refere ao petróleo e ao gás natural, o monopólio da União sobre a pesquisa, lavra, refinação (petróleo), importação, exportação, transporte marítimo (produto nacional) e, por meio de condutos, do petróleo, derivados e gás natural de qualquer origem. Esse monopólio legal, exercido pela estatal Petrobrás, foi flexibilizado através da

Emenda Constitucional nº 9 de 1995, que autoriza a União contratar serviços de empresas públicas ou privadas para realização das atividades mencionadas.

Em 1997, através da Lei nº 9.478, foi criada a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP com atribuições para “promover a regulação, a contratação e a fiscalização das atividades econômicas integrantes da indústria do petróleo”. A partir daí, novas empresas surgiram no mercado nacional e novas regras se impuseram, como forma de desenvolver o setor direcionando-o para melhor servir a sociedade. A novidade do gás natural como fator relevante na economia brasileira, mantém ainda nos elos de transporte e distribuição o maior foco da intervenção estatal na indústria. Questões como o livre acesso dos agentes econômicos aos dispositivos de transporte, direitos de proprietário, remuneração adequada do uso de condutos, etc., permanecem na ordem do dia da Agência reguladora. A competência regulatória da ANP não cobre, entretanto, a cadeia completa, cabendo aos estados regularem a distribuição, como esquematizado na Figura 2.3.

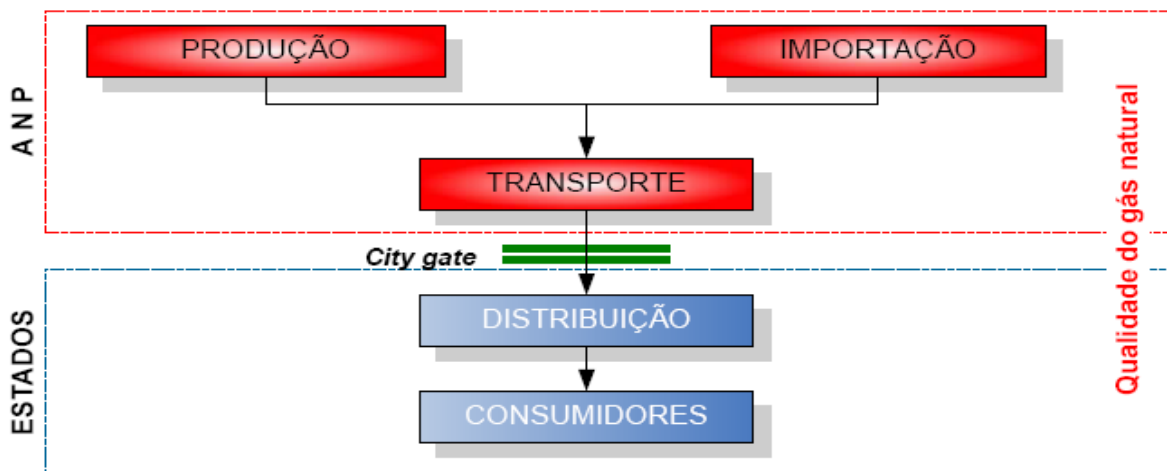


Figura 2.3 Competência Regulatória na Distribuição de GN no Brasil.
Fonte: (ANP, 2002)

O transporte dutoviário de gás natural no país é regulamentado pela Resolução ANP nº 27/2005, que estabelece as condições de remuneração ao transportador e proprietário da dutovia. Entre outras determinações, estabelece que:

- Art. 3 - O Transportador não poderá comprar ou vender gás natural, com exceção dos volumes necessários ao consumo próprio das Instalações de Transporte e para formação e manutenção de seu estoque operacional.
- Art. 4 - O Transportador permitirá o acesso não discriminatório às suas Instalações de Transporte, assim como a conexão de suas instalações com

outras Instalações de Transporte, exceto nos casos em que, sem prejuízo do disposto no Art. 7º desta Resolução, a solicitação do serviço refira-se a Novas Instalações de Transporte.

Foi estabelecido um período de carência para que a cessão de instalações de transporte se torne obrigatória (acesso livre), sendo de 6 anos este prazo no momento. Há, entretanto, questionamentos quanto à legalidade dessa carência e, manifestações contrárias ao livre acesso, como da Petrobrás.

As atividades de distribuição e comercialização de gás natural comprimido a granel e, a construção, ampliação e operação de Unidades de Compressão e Distribuição de GNC são reguladas pela Portaria ANP nº 243/2000, que se encontra em processo de revisão, proposta segundo a Figura 2.4. Essas atividades compreendem a aquisição, recebimento, compressão, armazenamento, distribuição, comercialização e controle da qualidade do GNC.

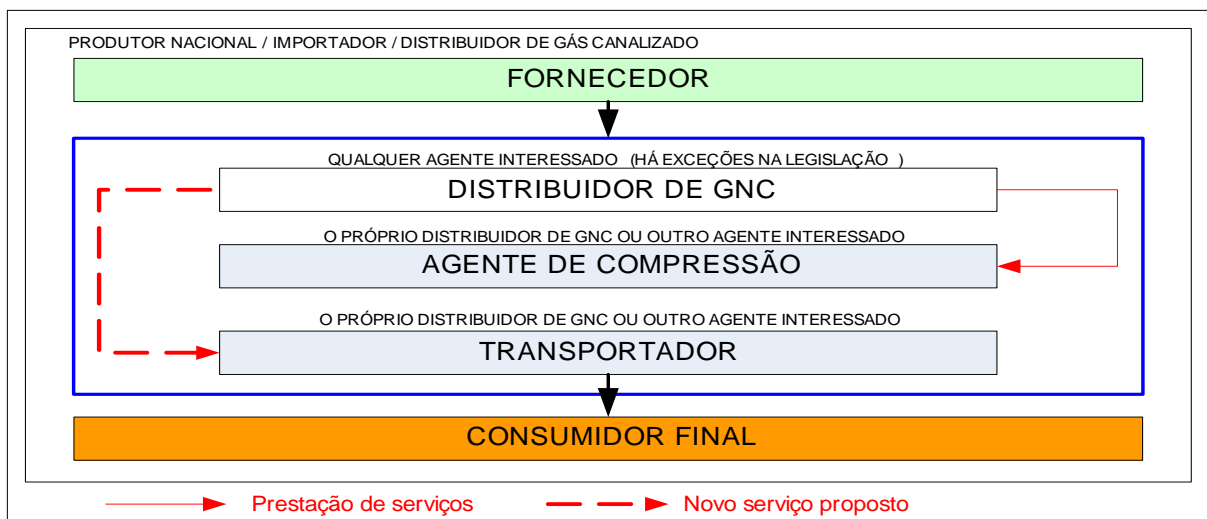


Figura 2.4 Estrutura da Atividade de Distribuição de GNC.

Fonte: (ANP, 2002)

2.3 O Gás Natural na Amazônia

Foi a descoberta de grandes ocorrências de gás natural na região do rio Urucu, em Coari (AM), em julho de 1986, que possibilitou o aproveitamento comercial do gás na região Amazônica.

Sevá Filho (1999, p.2), ao relatar aspectos técnicos, ambientais e políticos relacionados à produção e uso do petróleo e gás natural de Urucu, diz que sua importância “ainda não é preponderante quando comparada ao Caribe, ou à Patagônia, ou, ao *offshore* do Rio de Janeiro: mas é especial”, pois, “a realidade atual de Urucu é impressionante, [...] confirma a existência e a viabilidade do material fóssil também na Amazônia brasileira”. Ainda Sevá Filho (p.1) “Os poços de petróleo e gás associado já perfurados (pelo menos setenta, além das prospecções atuais, em algumas novas locações) na região do rio Urucu, são uma pequena amostra do que pode conter esta bacia sedimentar”.

Nas três últimas décadas, várias importantes descobertas, especialmente na plataforma continental, embora em lâminas d’água sempre mais profundas, modificaram o perfil do setor, no Brasil. Na bacia sedimentar terrestre, as principais ocorrências de gás natural estão localizadas na bacia do rio Solimões, na Amazônia brasileira. As principais reservas - provadas⁵ e totais⁶ - de gás natural em terra firme no Brasil, estão na Província Petrolífera do rio Urucu, mostradas na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 Reservas de Gás Natural – Amazônia e Brasil - 2004

	Origem	Reserva Provada		Reserva Total	
		Bilhões m ³	%	Bilhões m ³	%
Amazonas	Terra	49,4	15,2	84,2	16,9
	Terra	73,7	22,6	117,9	23,7
Brasil	Mar	252,3	77,4	380,3	76,3
	Total	326,0	100,0	498,2	100,0

Fonte: (ANP, 2005)

No Pólo Arara, no rio Urucu, o processamento inicial do gás quando são extraídas as fases GLP e gasolina natural, é realizado em três Unidades de

⁵ Reserva de petróleo e gás natural que, com base na análise de dados geológicos e de engenharia, se estima recuperar comercialmente de reservatórios descobertos e avaliados, com elevado grau de certeza, e cuja estimativa considere as condições econômicas vigentes, os métodos operacionais usualmente viáveis e os regulamentos instituídos pelas legislações petrolífera e tributária brasileiras. (ANP, 2004).

⁶ Soma das reservas provadas, prováveis e possíveis. (ANP, 2004).

Processamento de Gás Natural – UPGN (ver Tabela 2.4). O GLP e a gasolina natural obtidos são transportados para Manaus e distribuídos para toda a região. O gás seco é parcialmente aproveitado na própria instalação – geração de energia, *flares* - enquanto 6,3 milhões de m³/dia são reinjetados nos poços da região.

Tabela 2.4 Unidades de Processamento de Gás Natural – Pólo Arara (m³/dia)

Unidade	Capacidade Nominal	GLP	Gasolina Natural	Inauguração
UPGN 1	700.000	130	11	1993
UPGN 2	6.300.000	2.080	180	2000
UPGN 3	3.000.000	1.200	107	2005

Fonte: (SAUER, 2003)

A extração dos componentes de maior peso molecular e maior valor agregado - GLP e gasolina natural - supre o mercado consumidor da região e resulta no gás natural seco⁷, o gás natural a ser comercializado (Figura 2.5, p.64). A eliminação das frações líquidas também evita danos aos gasodutos de transporte. A composição média do gás natural de Urucu é mostrada na Tabela 2.5 e, o poder calorífico inferior – PCI – do gás natural saído da UPGN-1 de Urucu é de 8.709 kcal/m³ (36.327,5 kJ/m³) (GUIMARÃES, 2004, p.46).

Tabela 2.5 Composição do Gás Natural Seco de Urucu

Componentes	% em volume
Metano – C ₁	71,80
Etano – C ₂	13,31
Propano – C ₃	0,83
Isobutano – C ₄	0,17
Normal butano – C ₄	0,70
Isopentano – C ₅	0,13
Normal pentano – C ₅	0,10
Dióxido de carbono	0,19
Oxigênio	0,12
Nitrogênio	12,64

Fonte: (GUIMARÃES, 2004)

O gás de Urucu irá suprir os mercados de Manaus e Porto Velho. O setor termelétrico absorverá 90% da vazão do gasoduto Coari-Manaus, de 5,5 milhões de

⁷ Ao processar o gás natural úmido nas UPGN, são obtidos os seguintes produtos: (a) o gás seco (também conhecido como gás residual); e (b) o líquido de gás natural (LGN), que contém propano (C₃) e butano (C₄) (que formam o gás liquefeito de petróleo - GLP) e a gasolina natural (C₅+). (ANP, 2004)

m³/dia. A diferença em relação à sua vazão nominal considera a possibilidade de implantação de um pólo gás químico na cidade. Essa infra-estrutura de transporte de gás natural até Porto Velho contempla de imediato o suprimento do parque termelétrico e de um posto de revenda de GNV. Manaus já dispõe de um posto de GNV. O gasoduto Coari-Manaus suprirá o parque termelétrico da Capital amazonense e, sua capacidade de projeto contempla a implantação de uma planta de gasoquímicos na cidade na vazão de 5 milhões de m³ por dia (SAUER, 2003). Além desses setores, os gasodutos poderão suprir outras demandas. O acordo de implementação do gasoduto Urucu-Porto Velho admite 15% da sua capacidade para o atendimento dessas demandas

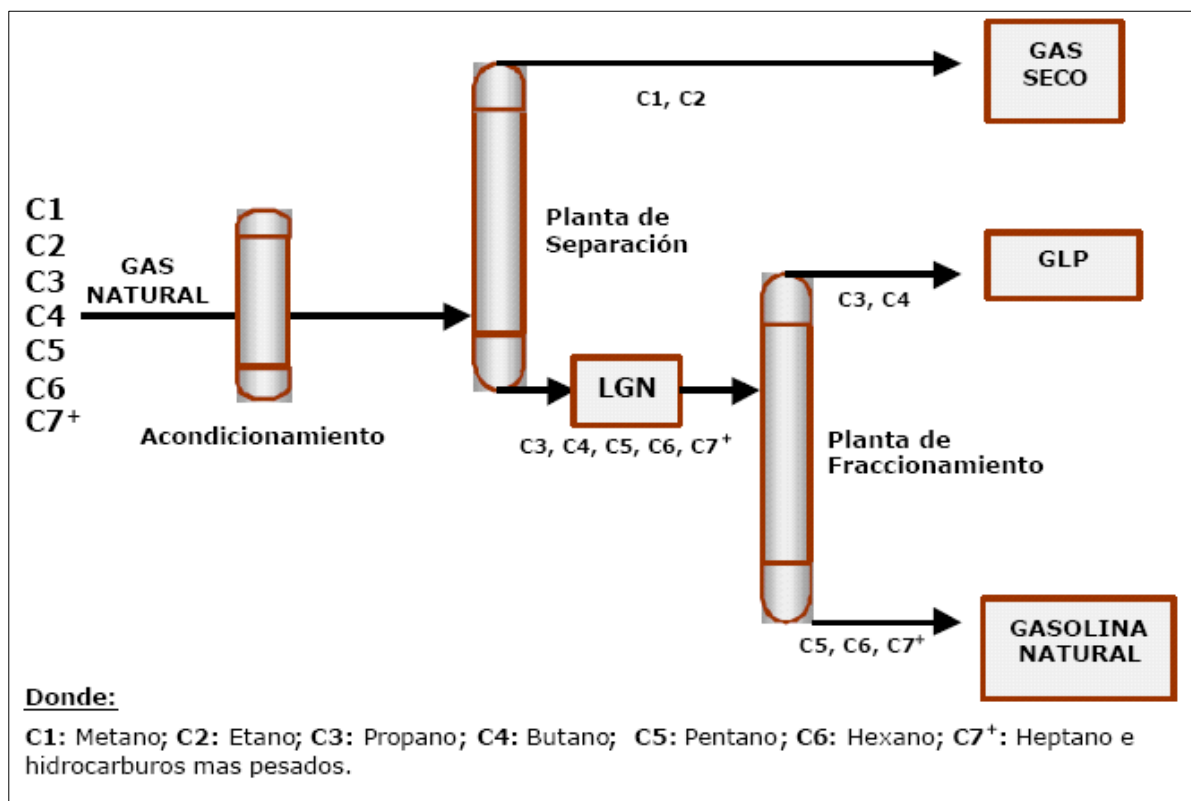


Figura 2.5 Diagrama Simplificado de uma UPGN.
Fonte: (MEM, 2005)

3 RONDÔNIA: SÍNTESE DA RECENTE EVOLUÇÃO ECONÔMICA E ENERGÉTICA ATÉ O GÁS NATURAL

3.1 A Economia Estadual e a Questão Energética

As modificações dos últimos trinta anos no espaço rondoniense foram significativas. A população saltou dos 111.064 habitantes do censo de 1970 para os 1.534.064 estimados pelo IBGE para 2005, como resultado da migração de aproximadamente milhão de pessoas (ver Gráfico 3.1). Constituíram-se nas atividades econômicas de maior presença e significado econômico (FIERO, 2003) a agricultura, a extração e beneficiamento da madeira, a pecuária, a indústria da carne e, do leite e derivados. Nos dias atuais, os grandes projetos infra-estruturais em andamento (IIRSA, 2006): ligação terrestre com a região andina e o Pacífico, via Bolívia e Peru, desenvolvimento da hidrovia do rio Madeira, construção das hidrelétricas do alto rio Madeira, além do gasoduto Urucu – Porto Velho, poderão aprofundar as transformações ocorridas.

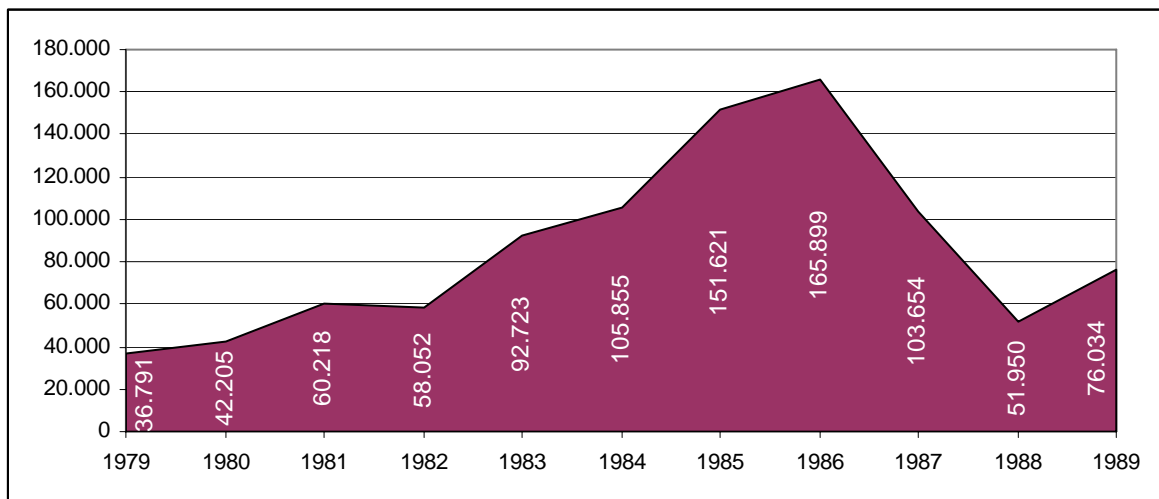


Gráfico 3.1 Rondônia: Nº de Migrantes – 1979-1989.

Fonte: CEPAMI, 1990 apud (MORET, 2000, p.58)

O processo de fixação dos migrantes caracterizou-se pela concentração inicial ao longo do eixo da BR-364. Posteriormente, a ocupação expandiu-se para além das suas margens (BINSZTOK, 2006, p.31), em busca de mais terra, fixando as bases da ocupação física e da estrutura produtiva que hoje se observam no

Estado. Atualmente, as atividades produtivas estão distribuídas por todos os quadrantes, não havendo região que se destaque das demais como produtora de bens e manufaturas.

A evolução dos indicadores sociais de maior emprego na avaliação das condições de vida da população mostra contínua melhora. Entre 1970 e 1996, o IDH aumentou perto de 75% no seu valor, a taxa de matrícula nos três níveis de ensino mais que dobrou, e a expectativa de vida aumentou em quase 13 anos em avaliação do MIN (ver Tabela 3.1). No entanto, o IDH mantém-se abaixo do valor médio nacional verificado no ano 2000 (PNUD, 2006).

Tabela 3.1 Indicadores Sociais de Rondônia 1970 - 1996

	Unid.	1970	1980	1991	1995	1996
IDH	-	0,474	0,611	0,725	0,782	0,820
Índice de Educação	%	0,578	0,626	0,746	0,795	0,807
Alfabetização de Adultos	%	64,7	68,5	80,4	84,3	85,8
Matrícula nos 3 Níveis	%	31,7	50,7	63,0	69,8	70,7
Esperança de Vida	Ano	54,20	60,34	65,34	66,71	67,06
PIB per capita	US\$ (*)	2.025	3.426	4.185	5.562	6.448
PIB per capita – Brasil	US\$ (*)	2.315	4.882	5.123	5.986	6.491

Fonte: (MIN, 2001) (*) Dólar PPC - Paridade Poder de Compra

As cadeias produtivas que mais evoluíram, incorporaram um parque industrial constituído basicamente de agroindústrias que transformam as matérias-primas extraídas da floresta, ou com origem no campo (FIERO, 2003, p. 217). Do total de indústrias instaladas, dois terços pertencem a apenas três ramos de atividades: serragem e beneficiamento de madeira (Div.20), fabricação de móveis (Div.36) e, fabricação de alimentos e bebidas (Div.15). Nesse subconjunto, a importância do segmento da madeira ressalta, pois a indústria de móveis produz, basicamente, peças fabricadas com matéria prima oriunda da atividade de beneficiamento estadual. No segmento de alimentos e bebidas, o subconjunto mais numeroso e economicamente representativo, devido ao valor de seus produtos, inclui os frigoríficos de carne bovina e as unidades de beneficiamento de leite e derivados.

No Gráfico 3.2, as atividades estão identificadas pelo código da divisão à que pertencem na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE):

14: Extração de minerais não-metálicos

15: Fabricação de produtos alimentícios e bebidas

- 18: Confeção de artigos do vestuário e acessórios
- 20: Fabricação de produtos de madeira
- 26: Fabricação de produtos de minerais não-metálicos
- 28: Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos
- 36: Fabricação de móveis e indústrias diversas
- xx: Outras atividades industriais.

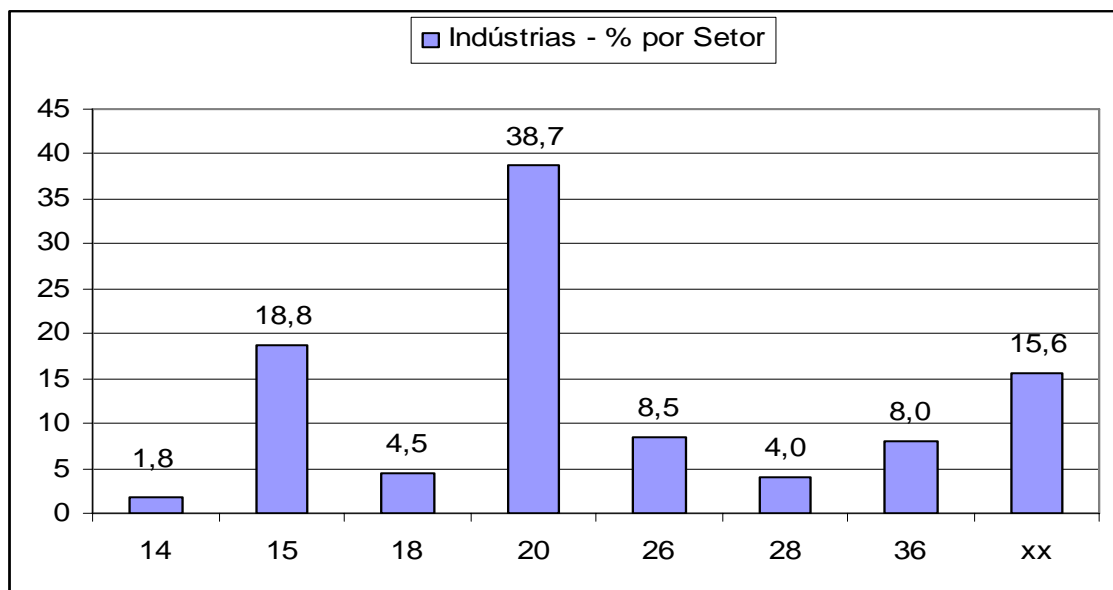


Gráfico 3.2 Composição do Setor Industrial de Rondônia por Atividade - 2003

Fonte: (IBGE, 2005)

A evolução da economia estadual foi positiva nas três últimas décadas, mas ressentiu-se dos impactos causados pela condução da política macroeconômica do governo federal. O crescimento da economia local foi resultado da atividade dos migrantes e colonos, e, do asfaltamento da BR-364 entre Cuiabá e Porto Velho concluído em 1984, somado aos resultados iniciais favoráveis da aplicação do Plano Cruzado de 1986, elevou o PIB estadual ao valor de pico de todo aquele período. O fracasso desse Plano de estabilização da economia nacional em curto espaço de tempo, produziu um período de recessão do qual a economia local demorou a recuperar-se. Recessão que foi aprofundada e prolongada pelos efeitos negativos do fracasso de um novo Plano de estabilização econômica, o Plano Collor de 1990, como mostra o Gráfico 3.4.

O setor elétrico do estado nesse período cresceu de modo rápido, baseado na disseminação de pequenas centrais térmicas isoladas, acionadas a diesel.

Entretanto, as precárias condições de operação do sistema constituíram fator limitante das possibilidades de enfrentamento das questões do desenvolvimento, como afirmou o Banco Mundial *apud* Fearnside (2005, p.7):

Electricity use in Rondônia was growing explosively prior to the decision to build Samuel, having grown from 5.8 GWh in 1970 to 145 GWh in 1980 (Machado and Souza 2003, p. 218). The precarious electricity supply from diesel generators was recognized as a fundamental limitation on Rondônia's development (World Bank 1981)¹.

A recuperação da economia somente veio a ocorrer em 1994, com o Plano Real. Neste ano iniciou-se também um processo de recuperação do setor elétrico estadual. Os resultados positivos da economia estadual acompanharam a estabilidade monetária e econômica em nível nacional, e o crescimento da oferta de energia elétrica no estado. A partir de 1994, a taxa de crescimento do PIB absoluto tornou-se maior que a do PIB *per capita*, o que se pode atribuir à maior produtividade industrial, associada ao suprimento mais confiável (e de menor custo que a geração própria) de eletricidade, maior ingresso tecnológico na produção resultante da maior segurança nos investimentos, verticalização no processo de industrialização da matéria prima agropecuária agregando maior valor aos produtos locais, mas, significando também maior concentração da renda estadual.

No período 1985 – 2003, a população cresceu 89%, enquanto o PIB aumentou quase três vezes (194%). Entretanto, a profunda retração do início dos anos 90 fez com que somente no ano 2003 o PIB *per capita* do ano de 1986 tenha sido igualado. Na elaboração do Gráfico 3.3, os valores monetários foram todos corrigidos pelo IPC-A do IBGE (BACEN, 2005), atualizados para a moeda de 2003.

¹ O uso de eletricidade em Rondônia crescia explosivamente antes da decisão de construir Samuel, tendo passado de 5,8 GWh, em 1970, para 145 GWh, em 1980 (Machado e Souza, 2003, p.218). O precário suprimento de eletricidade pelos geradores diesel foi reconhecido com uma limitação fundamental para o desenvolvimento de Rondônia (Banco Mundial, 1981). Tradução nossa.

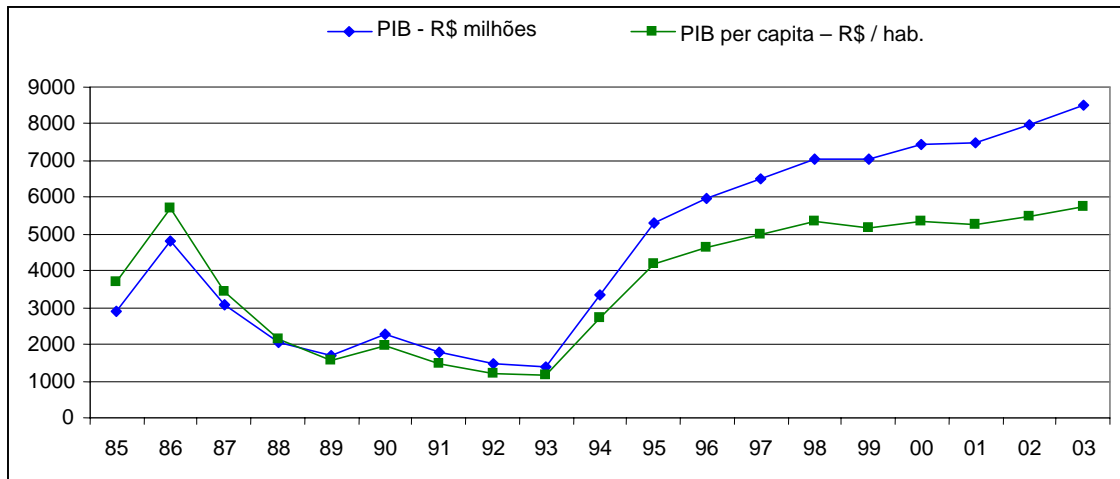


Gráfico 3.3 Evolução do PIB de Rondônia 1985 - 2003 (Moeda: R\$ de 2003)
Fonte: (IBGE, 2005a) Contas Regionais do Brasil 1985-2003. Elaboração própria.

Os indicadores de consumo de eletricidade têm sido utilizados tanto no planejamento energético, como para indicar o nível de desenvolvimento de uma região ou atividade. Além da facilidade de distribuição e simplicidade de uso da energia elétrica, todos os setores produtivos dependem dela para iluminação, acionamento de máquinas e funcionamento de sofisticados sistemas de informação. O Gráfico 3.4, a seguir, destaca que, em Rondônia, a intensidade energética por unidade do PIB tem se mantido estável. Como o produto interno bruto estadual é crescente, há maior geração de riquezas por kWh consumido, indicando maior eficiência global no uso produtivo da energia. Enquanto o crescimento da curva de intensidade energética por habitante mostra que a maior disponibilidade de eletricidade tem feito seu consumo aumentar entre a população.

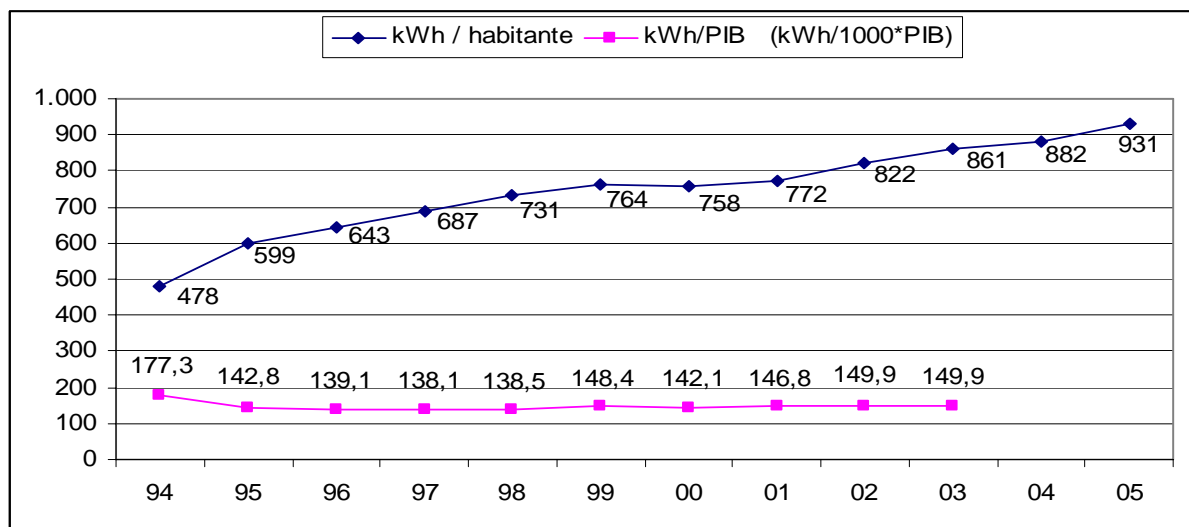


Gráfico 3.4 Evolução da Intensidade Energética: Rondônia 1994 - 2005 (Moeda: R\$ de 2003)
Fonte: (IBGE, 2005); (CERON, 2005). Formulação Própria.

No Gráfico 3.5 mostra-se o crescimento unitário do consumo de eletricidade ocorrido entre os consumidores de diversas classes. Entre os consumidores residenciais (urbanos) e os rurais, a taxa de consumo unitário tem-se mantido constante e praticamente igual, enquanto cresce nas classes comercial e industrial, nesta, de modo contínuo e a uma taxa praticamente constante. Observa-se, também, que o consumo unitário no conjunto de consumidores da concessionária Ceron está estabilizado, em contraste com a intensidade por habitante (ver Gráfico 3.4), o que se justifica pelo crescimento mais rápido do número de consumidores que da população. Na construção do gráfico, as intensidades de consumo das classes residencial, rural, comercial e do conjunto de consumidores foram multiplicadas pelo fator dez (10), exclusivamente para melhor visualização e comparação das tendências.

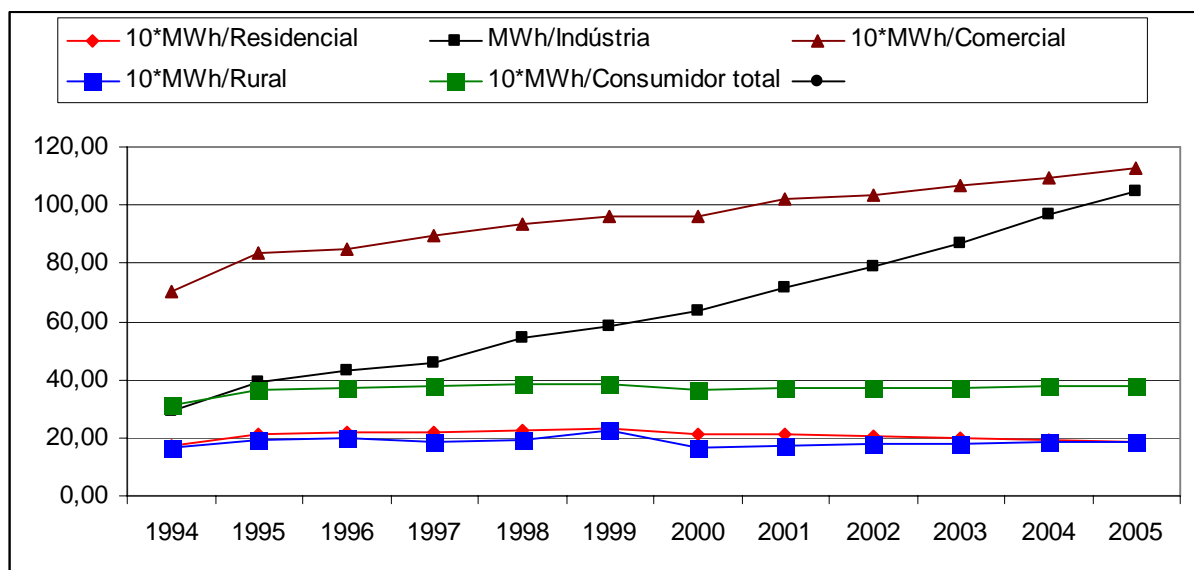


Gráfico 3.5 Evolução da Intensidade Energética por Classe de Consumidor 1994-2005

Fonte: (CERON, [2001?]; 2006a)

Apesar do crescimento econômico observado, as Contas Regionais do Brasil (IBGE) mostram que a participação do Estado na formação do PIB brasileiro cresceu de 0,475% (1985) para 0,546% (2003), um avanço de menos de um décimo de ponto percentual em dezoito anos. Demonstração de que os desequilíbrios regionais do país ainda estão longe da superação, em desacordo ao espírito da Constituição Federal que, no Art. 3º, inciso III, diz: “Constituem objetivos fundamentais da República Federativa do Brasil: - erradicar a pobreza e a marginalização e reduzir as desigualdades sociais e regionais”.

A matriz energética estadual não foi ainda objeto de pesquisa sistemática. É possível afirmar, no entanto, que as principais fontes primárias de energia foram e continuam sendo a biomassa, a hidráulica e os derivados de petróleo. Não há, porém, controle estatístico sobre o uso dos resíduos do setor madeireiro e da agroindústria como combustíveis. A lenha e resíduos da madeira, além do uso doméstico em cocção, têm emprego como fonte térmica em processos da indústria madeireira, das indústrias de panificação, de cerâmica e de laticínios. No passado, entre 1985 e 1994, a cidade de Ariquemes foi parcialmente suprida por uma usina térmica a vapor a lenha, cuja potência instalada atingiu 14,0 MW (CERON, 2001, p.39); Atualmente não existe nenhuma central termelétrica usando madeira como combustível ligada à rede estadual de eletricidade. Por outro lado, cerca de 50% das empresas² do segmento industrial cerâmico utiliza “pó de serra”, recolhido gratuitamente nas serrarias, em seus fornos de cozimento de barro (informação verbal). Nas serrarias, para o aquecimento dos fornos de secagem da madeira, lenha e resíduos de madeira são o combustível único. Na panificação, a lenha é a mais comum fonte térmica para seus fornos.

Com base nos dados coletados por Lentini *et al* (2006, p.41) e, considerando para efeito de composição da matriz energética estimada apenas a parcela de lenha e resíduos de madeira usados como combustível, a massa em equivalente de petróleo é de: 57.378 tep (ver Seção 4.2.4, p.101).

Os volumes de derivados de petróleo e álcool carburante consumidos, informados pela ANP e concessionárias de serviços de eletricidade, e convertidos para tep, compuseram a matriz energética estimada, de Rondônia. Nesse balanço energético estadual estimado, a participação dos derivados de petróleo é de 88%. Quase dois quintos (38%) correspondem ao óleo diesel queimado pelo setor elétrico, enquanto o setor de transportes consome uma parcela ainda maior, 45% do total, aonde se inclui a navegação aérea e o álcool combustível. As fontes renováveis contribuem com 16% da oferta estimada, enquanto nacionalmente, o balanço da oferta interna de energia registra participação de 43,9% (MME, 2005, p.36). A biomassa sólida, derivada do processamento da madeira, integralmente aproveitada, elevaria sua participação a aproximadamente 15%. O Gráfico 3.6 sintetiza a matriz energética estimada para Rondônia.

² Notícia do presidente do Sindicato de Indústrias Cerâmicas do Estado, Osvaldo Rosalino, ao autor.

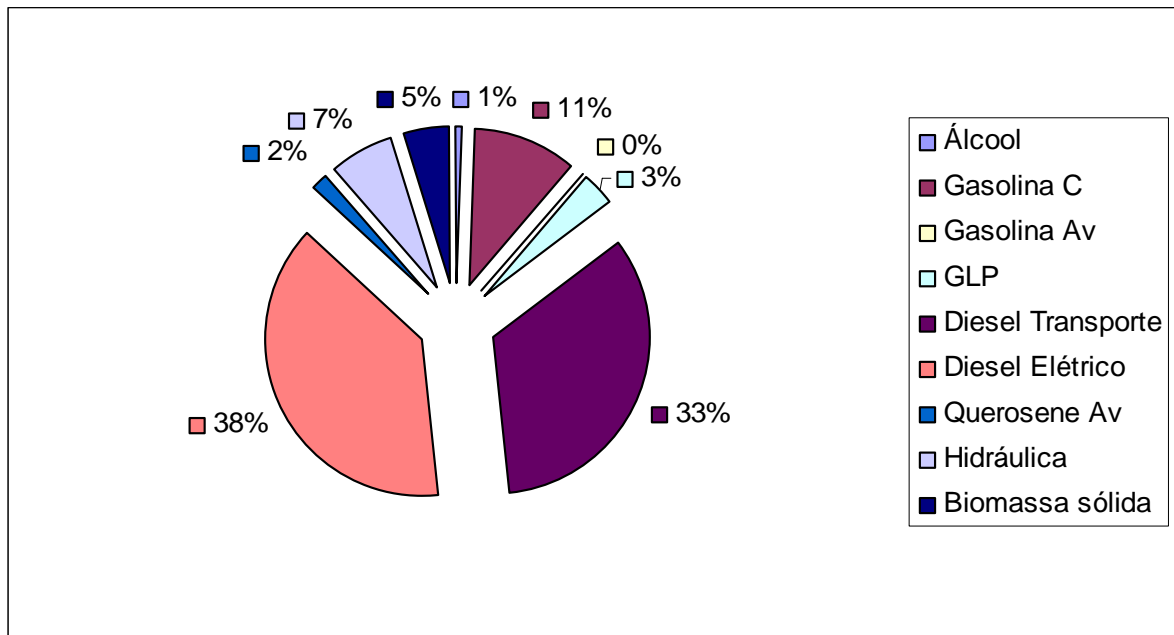


Gráfico 3.6 Participação das Fontes Energéticas na Matriz Estadual Estimada - 2005

Fonte: (ANP, 2006b), (CERON, 2006a), (ELN, 2006a), (LENTINI, 2005). Formulação própria.

- Obs: 1. Biomassa inclui carvão vegetal e resíduos gerais da indústria madeireira.
2. Óleo diesel para eletricidade inclui o OPTE usado para geração térmica.

Acompanhando o crescimento do mercado de energia elétrica e, alavancado pela taxa geométrica de crescimento de 28,7% a.a. na produção termelétrica no Sistema AC-RO entre 2001 e 2005 (22,3%, estadual), o consumo de óleo diesel para geração de eletricidade mais que dobrou no período. A concessionária Ceron (2005) estima em 5,5% o crescimento do mercado de energia elétrica do estado, entre 2006 e 2016, implicando no incremento de, aproximadamente, 25.000 m³ de óleo diesel anualmente. Também no setor de transportes, tanto o consumo de gasolina C como de óleo diesel apresentam a mesma tendência, embora em taxas inferiores, estimulada principalmente pelo crescimento da movimentação de soja, transportada do oeste de Mato Grosso para o Porto Caiarí, em Porto Velho, com destino ao mercado europeu. As demandas dos demais combustíveis: GLP, de uso basicamente doméstico, álcool carburante, de uso automotivo e, querosene de aviação, estão estabilizadas. É neste mercado energético em crescimento que o gás natural deverá entrar. As curvas de tendência de consumo de derivados de petróleo, principais concorrentes do gás natural – especialmente o óleo diesel para eletricidade, GLP, gasolina C e álcool carburante - são mostradas no Gráfico 3.7.

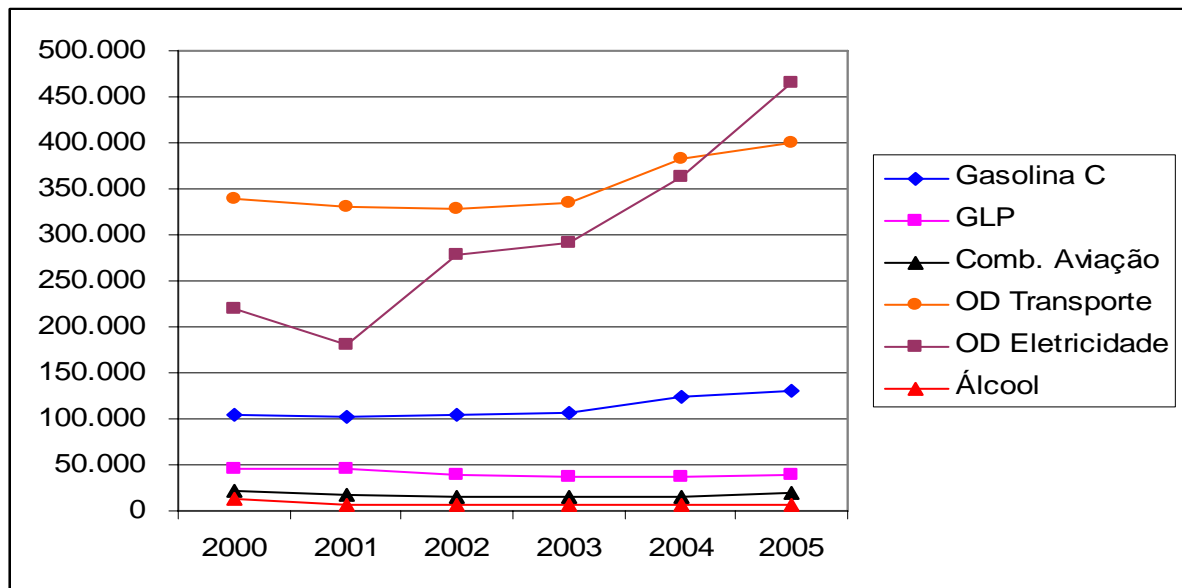


Gráfico 3.7 Consumo de Derivados de Petróleo em Rondônia 2000–2005 (tep)

Fonte: (ANP, 2006b), (CERON, 2006a), (ELN, 2006a). Formulação própria.

3.2 O Segmento Energia Elétrica de Rondônia

Em função de sua relação com o tema deste trabalho, uma vez que a construção do gasoduto Urucu-Porto Velho está ancorada no consumo do parque termelétrico, além das possibilidades de uso pelo setor produtivo, aqui se faz levantamento da evolução e tendências da geração de eletricidade no estado. Esse levantamento possibilita também, estimar a demanda adicional por gás natural pelo segmento, além dos limites de Porto Velho.

O consumo de energia elétrica no estado cresceu à taxa geométrica de 38% ao ano, como calculado a partir dos dados do Banco Mundial citados por Fearnside (2005, p.7), na década de 1970. Dezenas de pequenas centrais termelétricas isoladas, a diesel, foram implantadas sem planejamento, acompanhando o surgimento de vilas decorrentes do intenso fluxo migratório. Essa evolução é mostrada pela Tabela 3.2.

Tabela 3.2 Número de Localidades Supridas com Energia Elétrica em Rondônia 1969-2005

Ano	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Nº	2	4	7	9	10	12	12	14	17	18	18	18	20	24	25	26	28	31	31
Ano	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
Nº	73	83	87	87	88	91	92	99	101	108	111	114	115	117	119	122	126	128	

Fonte: (CERON, [2001?]; 2005a)

No início da década de 1990 o sistema Ceron viveu uma crise no suprimento de energia elétrica no interior do estado. Equipamentos em más condições operacionais, indisponibilidade na geração e distribuição, e insolvência, que resultava em freqüentes cortes no fornecimento de combustível, resultaram em racionamentos diários e pesados e *black-outs* por todo o estado, exceto a capital, suprida pela Eletronorte. O sistema Ceron era constituído por setenta e duas usinas térmicas isoladas, a diesel, com 182 unidades geradoras instaladas, potência total de 128,7 MW e, potência disponível de 81,6 MW (63%) em março de 1992 (CERON,

1992). Apenas a PCH Rio Vermelho, em Vilhena, e a térmica a lenha da Sathel, em Ariquemes, utilizavam fontes diversas e renováveis para produção de eletricidade.

Tabela 3.3 Localidades sob Racionamento de Energia Elétrica – Rondônia 19/fev/1991

Localidade	Potência		Demanda (máxima) MW	Período Racionado	Rac. (%)	Obs.
	Inst. MW	Disp. MW				
Ji Paraná	25,5	14,4	16,1	18:00 às 22:00h	11	Falta de geração
Ariquemes	17,4	6,40	8,7	18:00 às 22:00h	26	Falta de geração
Alta Floresta	1,28	0,84	1,10	18:00 às 22:00h	24	Falta de geração
Colorado	2,40	1,82	1,95	18:00 às 22:00h	7	Geração: falta e indisponibilidade
M. da Serra	0,64	0,28	0,50	18:00 às 24:00h	44	Falta de geração
Alvorada	0,96	0,56	0,93	06:00 às 22:00h	40	Geração: falta e indisponibilidade
Ouro Preto	4,84	2,24	2,63	18:00 às 22:00h	15	Falta de geração
P. Bueno	12,5	7,07	7,20	18:00 às 22:00h	2	Falta de geração
C. Marques	1,70	0,56	0,86	18:00 às 22:00h	35	Falta de geração
N. Brasília	0,32	0	0,27	00:00 às 24:00h	100	Falta de geração
Vilhena	11,0	6,25	8,94	18:00 às 22:00h	30	Falta de geração
G. Mirim	7,26	3,07	5,30	18:00 às 22:00h	42	Falta de geração
Cujubim	0,24	0	0,09	00:00 às 24:00h	100	Falta de geração

Fonte: (CERON, 1991)

Obs.: Falta de geração – situação em que o retorno das unidades defeituosas normaliza o sistema;
Indisponibilidade de geração – situação em que o retorno de unidades defeituosas não normaliza o suprimento.

A construção da UHE Samuel foi iniciada em 1982 e suas operações comerciais em 1989, mas, até 1993, apenas dois turbo-geradores haviam sido instalados. Em 1993 foi instalada a 3ª turbina, em 1994 a 4ª e, em 1996 a 5ª e última unidade entrou em operações. Simultaneamente às obras da 3ª unidade, foi iniciada a construção do tramo sul da LT 230 kV associada à hidrelétrica, entre Samuel e Ji Paraná, energizado em 1995. A construção da LT Ji Paraná-Cacoal, em 69 kV, e, Cacoal-Pimenta Bueno, em 34,5 kV, ampliaram a abrangência do Sistema Eletronorte. Posteriormente, em 2000, Rolim de Moura e região foram interligadas através de LT em 69 kV. O tramo norte da LT 230 kV alcançou Rio Branco (AC) em 2003, com uma ramificação em 138 kV até Guajará Mirim. Esse conjunto de obras possibilitou melhor atendimento à demanda, então reprimida em proporção elevada, passando o mercado a crescer com taxas elevadas. O Gráfico 3.8 e a Tabela 3.4 refletem essa evolução no tempo.

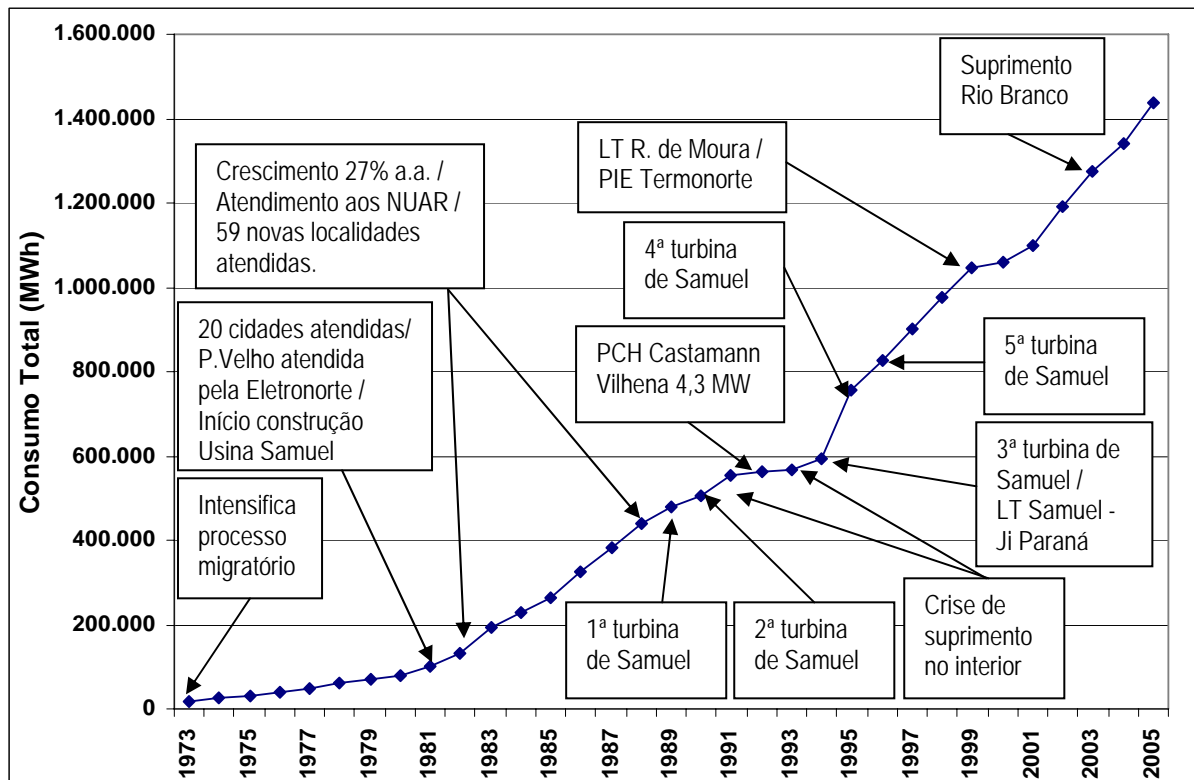


Gráfico 3.8 Evolução do Consumo Total de Eletricidade e Eventos Marcantes 1973-2005
 Fonte: (MORET, 2000; DOURADO, 2004; CERON, 2006a)

Entre 1988 e 2005, enquanto a população rondoniense cresceu a uma taxa média geométrica anual de 2,8%, a taxa de crescimento do consumo de energia elétrica foi de 8,6% e do número de consumidores 7,7%. Ao mesmo tempo, o número de localidades supridas quase dobrou. Na atual configuração do sistema, além das 52 sedes municipais, são atendidos 76 distritos e vilas.

Tabela 3.4 Evolução do Mercado de Energia Elétrica 1988 - 2005

	1988	1992	1998	2000	2005
Nº de Localidades *	73	88	111	114	128
Nº de consumidores	108.510	162.315	254.882	292.701	380.926
População	958.688	1.209.827	1.335.564	1.395.770	1.546.554
Energia Total MWh	552.130	722.896	1.491.234	1.602.415	2.255.110

Fonte: (CERON, 2005); População - (IBGE, 2005b).

(*) Localidades atendidas pela CERON.

No final dos anos 1990 o setor crescia em taxas significativas, quando o estado voltou a ser ameaçado por racionamento, devido a um período hidrológico adverso e insuficiência de geração no parque térmico do Sistema AC-RO. A reestruturação do setor elétrico nacional propiciou a contratação de um Produtor Independente de Energia, construindo-se nova central termelétrica em Porto Velho.

Em três etapas, a Usina Termonorte atingiu 426,5 MW de potência instalada (ELETROBRAS, 2006), afastando a ameaça. As unidades geradoras instaladas são bicompostíveis, operando com óleo diesel ou OPTE – óleo especial para turbinas, com as características básicas do diesel – mas, conversíveis para gás natural.

O setor elétrico de Rondônia constitui um sistema isolado, desconectado do Sistema Interligado Nacional (SIN), que é definido pela ANEEL como “instalações responsáveis pelo suprimento de energia elétrica a todas as regiões do país eletricamente interligadas”. É formado por três subsistemas. Dois deles, embora isolados do SIN, compõem subsistemas regionalmente interligados, enquanto o terceiro é constituído por mais de três dezenas de típicos e pequenos sistemas térmicos totalmente isolados. A denominação aqui empregada é a regularmente usada nos documentos das concessionárias locais. A base da geração estadual é térmica. Dos 998,1 MW instalados em todo o estado, 614,1 MW estão nas usinas térmicas de Porto Velho. Trinta e quatro sistemas térmicos isolados totalizam 121,4 MW. Complementados pela UHE Samuel, 216 MW instalados e, treze Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) que totalizam 46,6 MW, operando na região centro-sul do estado. Em 2005 este parque gerou 2,65 TWh, sendo 1,73 TWh de origem térmica - 63% da geração total - usando diesel e OPTE. No entanto, o acesso universal à eletricidade não foi alcançada em Rondônia. Em janeiro de 2005, 64.539 domicílios, 68% das quais na zona rural (ANEEL, 2005, p.3), não eram atendidos com eletricidade. Enquanto nas periferias das cidades, predominam os “rabichos”³.

1. Sistema Acre-Rondônia. Tabela 3.5. Composto do parque térmico de Porto Velho, UHE Samuel, parque térmico de Rio Branco (AC) (94,4 MW); sete PCHs em Rondônia (24,1 MW) e, da LT 230 kV. Supre, além de Rio Branco, 87% da demanda elétrica de Rondônia e a região onde vive 79% da população estadual.

³ Ligações clandestinas e precárias à rede da concessionária, realizadas pelos próprios moradores.

Tabela 3.5 Sistema Acre- Rondônia - 2006

Usina	Local	Nº Unid.	Potência Nominal MW	Empresa
UTE Rio Madeira	P. Velho	4	119,6	Eletronorte
UTE TNE I	P. Velho	4	68,0	PIE Termonorte
UTE TNE II	P. Velho	4	426,5	PIE Termonorte
UHE Samuel	Candeias	5	216,0	Eletronorte
PCH Alta Floresta	Alta Floresta	1	3,0	PIE
PCH Altoé I e II	Cerejeiras	3	1,8	PIE
PCH Cassol	Alto Alegre	1	3,6	PIE
PCH Monte Belo	Alta Floresta	2	4,0	PIE
PCH Rio Branco	Alta Floresta	3	6,9	PIE
PCH Saldanha	Alta Floresta	2	4,8	PIE
UTE Rio Branco I	Rio Branco-AC	7	18,7	Eletronorte
UTE Rio Branco II	Rio Branco-AC	15	32,7	Eletronorte
UTE Rio Acre	Rio Branco-AC	2	43,0	Eletronorte
Total	---	53	948,6	

Fonte: (ELETROBRAS, 2006a; CERON, 2006a)

2. **Sistema Cone Sul.** Tabela 3.6. É composto por dois sistemas térmicos, em Vilhena e Colorado (34 MW). Este, com duas usinas, sendo uma de Produtor Independente de Energia (PIE), e, cinco PCHs (22,5 MW), uma pertencente à Concessionária e quatro a PIEs. A interligação tem na LT Vilhena-Colorado 60 kV o tronco principal, e diversas linhas em 34,5 kV e 13,8 kV. Atende a região onde vive cerca de 9% da população, consumindo 7% da eletricidade total.

Tabela 3.6 Sistema Cone Sul - 2006

Usina	Local	Potência Nominal-MW	Nº Unid.	Empresa
UTE Vilhena	Vilhena	23,7	16	Ceron
UTE Colorado	Colorado	10,3	7	Ceron/Rovema
PCH Cabixi I e II	Cabixi	5,5	2	PIE
PCH Cachoeira	Vilhena	10,0	2	PIE
PCH Castamann	Cerejeiras	4,4	3	PIE
PCH Rio Vermelho	Vilhena	2,6	2	Ceron
Total		56,5	32	

Fonte: (Eletrobrás, 2006a)

3. **Sistemas isolados.** Tabela 3.7. Trinta e duas pequenas centrais termelétricas isoladas, a diesel, em igual número de localidades, distribuídas por todas as regiões do estado e totalizando 53,4 MW de potência instalada. Todas afastadas do eixo da BR-364, de difícil acesso, dez apenas por meio fluvial. Atendem cerca de 12% da população e 6% do consumo de eletricidade do estado.

Tabela 3.7 Sistemas Isolados de Rondônia - 2006

Item	Sistema	Município	Potência Instalada (kW)	Unidades (Nº)
1	Abunã ⁽¹⁾	Porto Velho	332	3
2	Alvorada ⁽³⁾	Alvorada	3.920	3
3	Araras ⁽³⁾	Porto Velho	134	3
4	Buritis ⁽²⁾	Buritis	10.082	12
*5	Calama	Porto Velho	472	3
6	Campo Novo ⁽³⁾	Campo Novo	1.941	4
7	Chupinguaia ⁽³⁾	Chupinguaia	2.860	3
*8	Conceição do Galera	Porto Velho	53	1
9	Costa Marques ⁽³⁾	C. Marques	4.520	5
10	Cujubim ⁽³⁾	Cujubim	4.430	5
*11	Demarcação	Porto Velho	120	3
12	Fortaleza do Abunã ⁽¹⁾	Porto Velho	306	3
13	Izidrolândia ⁽³⁾	Alta Floresta	352	4
14	Jaci Paraná ⁽¹⁾	Porto Velho	2.070	3
15	Machadinho ⁽²⁾	Machadinho	7.758	9
*16	Maicí	Porto Velho	276	3
17	Mutum Paraná ⁽¹⁾	Porto Velho	280	3
*18	Nazaré	Porto Velho	352	4
19	Nova Califórnia ⁽¹⁾	Porto Velho	692	2
20	Pacarana ⁽³⁾	Espigão	408	3
*21	Pedras Negras	S. Francisco	53	3
22	Rolim M. Guaporé ⁽³⁾	Santa Luzia	116	1
*23	S ^{ta} Catarina	Porto Velho	53	1
*24	São Carlos	Porto Velho	330	3
25	São Francisco ⁽³⁾	São Francisco	5.076	7
*26	São Sebastião	Porto Velho	98	3
*27	Surpresa	G. Mirim	188	3
28	Tabajara ⁽³⁾	Machadinho	97	3
29	Urucumaquã ⁽³⁾	Chupinguaia	175	3
30	Vale do Anari ⁽³⁾	Vale do Anari	1.320	3
31	Vila Extrema ⁽¹⁾	Porto Velho	2.450	5
32&	Vilhena ⁽¹⁾ /	Vilhena	23.750	16
33	Colorado ⁽¹⁾	Colorado	10.300	7
34	Vista Alegre ⁽¹⁾	Porto Velho	2.000	4
Totais			87.364	141

Fonte: (ELETROBRAS, 2006a).

- Notas: (1) Conexão ao Sistema RO-AC e desativação das UTE/PCT isoladas prevista para 2007;
 (2) Interligação ao Sistema AC-RO programada para até jul.2009;
 (3) Fora da área de alcance do sistema GNC, interligação prevista para 2010 em diante;
 (4) Todos os sistemas são responsabilidade do PIE Guascor, exceto uma usina em Colorado.
 (*) Somente acessíveis por via fluvial.

Os dois sistemas maiores, Acre-Rondônia e Cone Sul, constituem uma rede de transmissão e distribuição que cobre toda a área de maior ação antrópica no território estadual, como mostra a Figura 3.1.

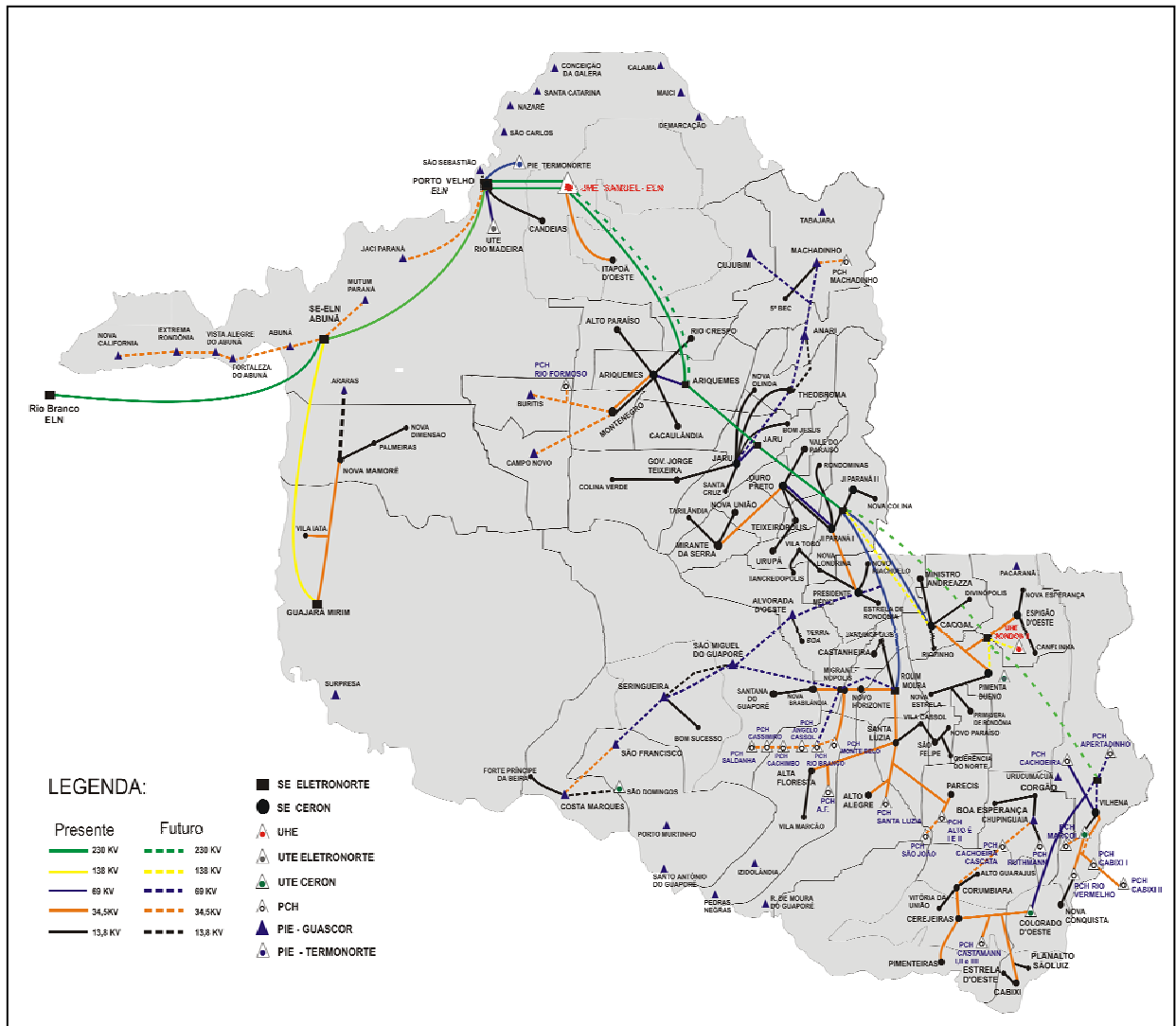


Figura 3.1 Sistema Elétrico de Rondônia - 2006
 Fonte: (ELETROBRÁS, 2006)

O planejamento das concessionárias de serviços elétricos no estado e, os investimentos da iniciativa privada deverão introduzir modificações significativas na configuração dos três subsistemas. Os dois principais, o Acre-Rondônia e o Cone Sul, serão interligados no final de 2007, quando for energizada a Linha de Transmissão Ji Paraná-Vilhena, 230 kV, extensão do tramo sul da LT do Sistema AC-RO, obra já iniciada. O novo sistema formado suprirá mais de 94% da demanda estadual por eletricidade e, possibilitará novas interconexões, agregando novas localidades. Ao mesmo tempo, as usinas térmicas do sistema Cone-Sul – Vilhena e Colorado do Oeste - serão desativadas (CERON, 2006c).

Nos Sistemas Isolados do interior, as construções de linhas de transmissão interligando diversas localidades, provocarão a desativação de vários sistemas térmicos. Os dois maiores sistemas térmicos, Machadinho e Buritis, deverão ser interligados em 2009 (CERON, 2006c). No total, treze sistemas serão desativados

antes que o gás natural possa estar disponível em Porto Velho (conforme Quadro 3.1). Onze sistemas, dez somente acessíveis por meio fluvial, no médio rio Madeira – S. Sebastião, S^{ta} Catarina, Conceição, Nazaré, S. Carlos e Calama; na foz do Machado - Demarcação e Maicí; no rio Guaporé – Surpresa e Pedras Negras - e, Rolim de Moura do Guaporé, devido à dificuldade de acesso, não têm previsão de desativação ou qualquer alteração mais significativa no horizonte do planejamento da concessionária. Os oito sistemas isolados restantes deverão ser interligados ao sistema principal do estado progressivamente, após 2009.

Município	Ano	Localidades
Porto Velho	2007	Abunã, Vista Alegre, Extrema, N. Califórnia, Mutum Paraná
Alvorada	2008	Alvorada
Porto Velho	2008	Jacy Paraná
Chupinguaia	2008	Chupinguaia e Urucumaquã
Buritis	2009	Buritis
Campo Novo	2009	Campo Novo
Machadinho	2009	Machadinho
Anarí	2009	Anarí

Quadro 3.1 Localidades Programadas para Interligação ao Sistema Acre-Rondônia 2007-2009

Fonte: (CERON, 2006c)

No setor de geração, até o ano 2010, diversas PCHs serão incorporadas ao sistema, interligando-se ao Sistema AC-RO (Tabela 3.8).

Tabela 3.8 PCH com Operação Programada até 2010 - Rondônia

PCH / UHE	Município	Potência MW	Energia MWh.ano	Previsão Operação	Situação da Obra
Primavera	P. Bueno	18,2	96.360	Jan07	Em andamento
Apertadinho	Vilhena	30,0	195.348	Jul07	Reiniciada
Rondon II	P. Bueno	73,5	325.000	Jan08	Em andamento
Santa Cruz	Montenegro	17,0	70.343	Jan08	Não iniciada
Cascata	Chupinguaia	7,0	41.960	Jan08	Não iniciada
A. Cassol	A. Floresta	3,6	20.000	Jan09	Paralisada
Canaã	Ariquemes	17,0	70.518	Jan09	Não iniciada
C. Formosa	Buritis	12,3	56.228	Jan09	Não iniciada
Machadinho	Machadinho	6,0	53.523	Jan10	Não iniciada
Jamarí	Ariquemes	20,0	82.617	Jan10	Não iniciada

Fonte: (CERON, 2006c)

Os planos de expansão das linhas de transmissão e desativação de sistemas térmicos até 2010, reduzirão as capacidades instaladas dos subsistemas Cone-Sul e Isolados. As usinas térmicas de Vilhena e Colorado representam 39% da potência

instalada e, 14,6% da energia gerada no interior em 2005. Os sistemas da região da Ponta do Abunã, acrescidos de Machadinho e Buritis, 29,7% da potência e, 46% da energia gerada em 2005. No total, desativam-se 68,7% da potência instalada, responsáveis pela geração de 60,6% da energia térmica dos dois subsistemas (CERON, [2005]; 2005). Os oito sistemas que deverão ser interligados ao sistema principal após 2010 geraram 37,8% da energia de 2005, enquanto os dez somente acessíveis pelos rios Madeira e Guaporé, além de Rolim de Moura do Guaporé, e que deverão manter geração a óleo diesel, 1,6% da geração.

Além das mudanças planejadas localmente, três grandes empreendimentos propostos para o setor energético, em distintos estágios de evolução, deverão alterar de modo ainda mais significativo a configuração do sistema elétrico estadual.

- a. A construção das hidrelétricas do rio Madeira, nos aproveitamentos Santo Antonio (3.150 MW) e Jirau (3.300 MW);
- b. A interligação do Sistema AC-RO ao Sistema Interligado Nacional, subsistema Sudeste-Centro Oeste, em 2008 (MME, 2006, p.69). A linha de transmissão Vilhena – Jauru (MT), em circuito duplo de 230 kV terá aproximadamente 350 km de extensão;
- c. A construção do gasoduto Urucu-Porto Velho (2,3 milhões de m³/dia, 530 km de extensão) para suprir de gás natural o parque termelétrico de Porto Velho em substituição ao óleo diesel.

Cada um dos empreendimentos é de grande impacto e elevado custo de implantação. As construções das hidrelétricas do Madeira não têm conexão imediata com o mercado local de eletricidade e sua expansão. Suprirão o Sistema AC-RO, mas respondem, principalmente, às demandas do país nas regiões atendidas pelo SIN e ao plano de interligação da região norte à rede nacional, como afirma o MME, ao analisar as necessidades de “expansão da geração para o cenário de mercado baixo”:

Ressalta-se, desta análise, que a decisão de se iniciar a construção das usinas de Jirau e Santo Antônio, no rio Madeira, e de Belo Monte, no rio Xingu, é robusta na medida em que mesmo no cenário de mercado baixo a contratação da energia destas usinas é absorvida pela carga do SIN para a alternativa de ajuste adotada (MME, 2006, p.110).

O início de operações do conjunto de hidrelétricas do rio Madeira deverá ocorrer no princípio do ano 2011⁴. O complexo deverá ser interligado ao SIN, em Cuiabá (MT), na tensão de 750 kV, e, em 230 kV, ao sistema regional AC-RO, na Subestação Santo Antonio (PORTO, 2006; MME, 2006, p.140). Esse fato, combinado à sua interligação com o SIN, agrega grande confiabilidade ao sistema elétrico estadual, tornando-o capaz de atender demandas de grande porte, assegurando que a questão energética não mais constitua empecilho ao desenvolvimento regional. A interligação do Sistema Acre-Rondônia ao Sudeste-Centro Oeste também configura a complementação da rede interligada nacional e, possibilitaria, quando e se o gasoduto de Urucu for construído, fluxo de potência nos dois sentidos. Isto é, o Sistema AC-RO ora seria importador, ora exportador de energia elétrica, na conveniência do despacho de carga do Sistema Nacional.

Tendo o óleo diesel como fonte primária, o custo da geração de energia elétrica na região é o mais elevado do país. Desde 1993 os consumidores da região são subsidiados pela CCC, criada através da Portaria DNAEE nº 218, de 5/abr/1993. A portaria estabelece que, com base num Plano de Operações anual, sejam estabelecidas quotas de rateio do custo de aquisição de combustíveis para os sistemas isolados, entre todas as concessionárias que atendam consumidores finais. O valor a ser rateado corresponde à diferença entre o custo da geração térmica e, o custo da energia hidráulica equivalente, de cada concessionária que opera sistemas isolados. O “custo da geração térmica” será calculado com base na previsão de geração termelétrica do Plano de Operações, que define o volume de combustível necessário. O “custo da energia hidráulica equivalente” é calculado considerando toda a geração térmica substituída por geração hidráulica, valorada pela “tarifa do equivalente hidráulico”, definida especificamente para esse fim pelo órgão regulador. Reduzido desse modo os gastos das concessionárias de sistemas isolados com combustíveis, a tarifa de venda da energia mantém-se no nível em que é praticado em todas as regiões do país (BRASIL, 1993).

O Plano de Operação 2006 - Sistemas Isolados da Eletrobrás (2006a, p.77), estima consumo de 120.603 m³ de óleo diesel, 326.628 m³ de OPTE e, 4.472 m³ de biodiesel no Sistema AC-RO, média diária superior a 1,2 milhão de litros. O preço

⁴ Conforme cronograma apresentado por Furnas S/A em reuniões mantidas nas comunidades ribeirinhas a serem afetadas pelo empreendimento, maio/jun-2006, e PDEE 2006-2015 (p.140).

médio desse óleo é estimado em R\$ 1,965 por litro (ELETROBRÁS, 2006b, p.13) e resulta no custo de mais de 887 milhões de reais para a CCC, apenas para o Sistema Acre-Rondônia. A substituição pelo gás natural mantém a base térmica da geração estadual, mas com vantagens econômicas e ambientais na troca. Nos Sistemas Isolados de Rondônia, operados pelo PIE Guascor, o gasto com o combustível usado na geração de eletricidade é de 687,00 R\$/MWh. Acrescendo ao custo do combustível o valor pago pela compra de energia do PIE (229,72 R\$/MWh), o custo médio da energia gerada nesses sistemas (custo Brasil) chega a 916,72 R\$/MWh (CERON, 2006c), ainda sem os custos administrativos da concessionária. Nos Planos Nacionais de Energia, a EPE considera o custo médio de geração hídrica – admitindo custo de instalação de 1.500 US\$/kW e taxa de desconto 8% a.a. - em 83,0 R\$/MWh. E, o custo médio de geração a gás natural – admitindo custo de instalação 900 R\$/kW, taxa de desconto 8% a.a., combustível a 3 US\$/MM BTU, em ciclo combinado – em 100 R\$/MWh (EPE, 2006).

Não há data estabelecida para início das obras do gasoduto, previsto para operar em 2004, nos primeiros cronogramas. A ANEEL (2006b), em recente correspondência oficial informou a data 4/set/2006 para início das obras, o que não ocorreu. Embora todas as vantagens decorrentes da substituição do diesel por gás natural, o noticiário recente relativo aos planos de investimentos da Petrobrás para o setor de gás (GRABOIS, 2006), faz temer que o projeto de construção do gasoduto Urucu – Porto Velho, se não abandonado, foi postergado sem previsão para sua concretização. O que reforça a visão segundo a qual:

Ao longo de sua história, a Amazônia tem gerado sempre mais recursos para fora (Metrópole e Federação) do que tem recebido como retorno; tem sido, permanentemente, um lugar de exploração, abuso e extração de riquezas em favor de outras regiões e outros povos. Mesmo nos últimos trinta anos, quando grandes investimentos foram feitos em infra-estrutura, estes visaram possibilitar a exploração de riquezas em favor da Federação. (LOUREIRO, 2006, p.108)

Adicionalmente, a construção do gasoduto Urucu – Porto Velho retoma a questão das vantagens relativas das várias fontes primárias de energia. O potencial hidráulico regional é abundante, renovável e de menor custo na geração de energia elétrica, enquanto o gás natural é um fóssil, não renovável e, sua queima produz gases nocivos. O aquecimento da atmosfera terrestre tornou-se uma das grandes preocupações ambientais da atualidade, e o uso dos fósseis gera gases do efeito

estufa (GEE). Por outro lado, as hidrelétricas em seus efeitos mais visíveis, interferem com o fluxo das águas dos rios, modificam a vida aquática e dos moradores das áreas ribeirinhas, podendo gerar GEE como o metano, em grandes quantidades.

A liberação de CO₂ pela decomposição de árvores mortas acima da água e do CH₄ resultante da decomposição das partes macias da vegetação inicial e das macrófitas é mais alta nos primeiros anos, após o enchimento do reservatório. Qualquer ponderação das emissões por tempo (atualmente não incluídas no Protocolo de Kyoto) favoreceria a alternativa dos combustíveis fósseis, em comparação com a geração de energia hidrelétrica (FEARNSIDE, 2004, p.44)

3.3 Perspectivas de Utilização do Gás Natural em Rondônia

Na economia ainda pouco desenvolvida do estado, o consumo de fósseis pelo setor de geração termelétrica induziu e assegurou condições econômicas para a proposição do gasoduto. O que não constitui novidade no Brasil, como observam Montenegro e Shi Koo Pan (2000, p.152, grifo nosso), analisando o “potencial e a atratividade econômica da produção de eteno a partir do gás natural produzido na Bacia de Campos”, em relação a um mercado âncora:

A existência de um mercado de energia para o gás natural (GN) é condição indispensável para o seu aproveitamento como matéria-prima na indústria química. O **consumo de gás para fins químicos é excessivamente reduzido para viabilizar os investimentos necessários à sua exploração e ao seu transporte**. Esse mesmo mercado de energia serve, também, como parâmetro de preços a serem cobrados pelo gás para o setor químico.

Demanda pequena e dispersa são características da economia rondoniense, devido ao seu porte e distribuição espacial, da industrialização incipiente e de baixo conteúdo tecnológico. Depois do setor elétrico, as maiores demandas por gás natural viriam dos segmentos domésticos e de serviços, e industrial, onde sobressaem a indústria cerâmica, de panificação e de bebidas. Praça (2003, p.53) debatendo os mecanismos de distribuição do gás natural, diz:

Por sua vez, Bowersox e Closs alertam que uma questão básica do gerenciamento logístico é como estruturar sistemas de distribuição capazes de atender, de forma econômica, aos segmentos de mercado geograficamente distantes das fontes de produção, oferecendo níveis de serviço cada vez mais altos em termos de disponibilidade de estoque e tempo de atendimento.

Argumenta ainda que (Id., 2003, p.51) que, num mercado onde os potenciais consumidores estão dispersos, embora possam existir em grande número, e, a aquisição de produto se dá em pequenas quantidades, os problemas de logística de distribuição tornam-se mais complexos. Referindo-se com especificidade ao gás natural afirma que para sua maior penetração nos segmentos mais promissores da economia, “é necessário eliminar a grande impedância que é a restrita acessibilidade ao produto”, e que, sendo os custos de interligação a um ramal dutoviário “elevados

e fortemente influenciados pela distância, somente para consumidores localizados próximos aos gasodutos torna-se viável o uso do combustível”.

Corroborando esses argumentos, Ildo Sauer, Diretor de Gás e Energia da Petrobrás, apud Praça (2003, p.4), respondendo questionamento sobre a possibilidade de a estatal poder ofertar gás natural a preço mais barato afirmou: ”o problema é o custo da logística de distribuição, que exige financiamento de longo prazo. Não que o custo do gás seja elevado, mas porque o custo de distribuição é alto”. O custo do gasoduto Urucu-Porto Velho, com 530 km e 14 pol., foi estimado em US\$ 350 milhões (BARRETO, 2003), ou: 47 US\$ por metropol.

Na cidade de Porto Velho estão previstas três estações de entrega de gás (*city gates*) (GASPETRO, 2001):

1. Termelétrica Rio Madeira, no bairro Nacional;
2. Termelétrica Termonorte, na BR-364, e;
3. Distrito industrial, na BR-364.

Os dois primeiros suprirão as demandas que motivaram a construção do gasoduto. O terceiro localiza-se em área há anos projetada para abrigar instalações industriais, mas ainda não foi ocupada. A futura disponibilidade permite que investidores interessados no gás projetem suas plantas para o local.

Alguns ramais secundários de distribuição podem ser antevistos, para suprir instalações potencialmente consumidoras:

1. Aeroporto Internacional Jorge Teixeira - geração de energia elétrica de emergência, climatização, cocção;
2. Hospital de Base - geração de emergência, limpeza, lavagem, cocção;
3. Presídios “Urso Branco”, “Urso Panda” e Colônia Penal Agrícola Ênio Pinheiro – geração de emergência, calor e cocção.

Esses ramais poderão constituir-se em embriões de uma futura rede urbana de dutos de distribuição de gás, que venha a desenvolver-se através de novas ramificações para atender outras demandas localizadas.

No interior do estado não existe um segmento cuja demanda possa convertê-lo em âncora para expansão do gasoduto de transporte, nem mesmo o termelétrico como mais adiante restará demonstrado, mesmo considerando ainda haver

disponibilidade de gás para atendê-lo. O setor produtivo é formado basicamente por empresas de porte micro e pequeno. Nos setores de comércio e serviços, não existem grandes *shopping centers*, unidades hospitalares ou prédios comerciais que representem demandas significativas. No setor agrícola, a secagem de grãos, um dos processos onde o gás natural poderia encontrar base de consumo se faz, principalmente, por exposição ao tempo nos terreiros de cada pequena propriedade, base da produção estadual. O parque industrial é formado, em mais de 50%, por empresas de porte micro, pequeno e médio (FIERO, 2005, p. 23), empregando processos de baixo conteúdo tecnológico e, com limitada capacidade de investimento em inovação.

Quando se analisam as localizações das indústrias em cada município, defronta-se com a seguinte situação: na sua quase totalidade as empresas encontram-se dispersas, geralmente funcionando em locais não apropriados ou não destinados ao uso industrial (FIERO, 2003, p.222).

A maior parte do parque industrial do estado (63,8%), segundo a FIERO (2005, p.19), está instalada em dez municípios localizados nas margens, ou na zona de imediata influência da rodovia BR-364. Embora alguns setores sejam mais presentes em determinadas regiões (Quadro 3.2), não há uma região cuja capacidade produtiva a torne predominante sobre as demais, o que reforça a necessidade de um sistema de distribuição eficiente para qualquer energético que pretenda disputar esse mercado disperso.

Setor	Municípios	Região
Laticínio	Jaru, Ouro Preto, Ji Paraná, Rolim de Moura	Centro
Madeira	Arquemes, Buritis, Porto Velho, Nova Mamoré	Norte
Carne	Cacoal, Rolim de Moura, Vilhena	Centro-Sul
Cerâmica	Pimenta Bueno, Cacoal	Centro

Quadro 3.2 Setores Industriais de Rondônia e Municípios onde Predominam

Fonte: (FIERO, 2005)

3.4 Fontes Alternativas Locais

A opção pelo gás natural tem relegado fontes que poderiam representar alternativas importantes para a economia de base primária do estado, oriundas principalmente das atividades florestal e agrícola. A lenha e os resíduos de madeira são importantes fontes de calor nas atividades industriais madeireira (secagem), alimentícia (produção de vapor), cerâmica (cozimento) e, menor uso nas demais. Diz Moret 2000, Cap.6, p.13, grifo nosso): “As atividades madeireiras no município **-Ji Paraná-** são pouco intensivas em energia, com uma intensidade média de apenas 36 kWh/m³ de madeira processada”, uma decorrência do baixo perfil tecnológico do segmento. Além disso, cerca de 50% dos resíduos gerados são desperdiçados (LENTINI, 2005). Podem assim ser obtidos a baixo custo em todo o estado, inexistindo mesmo um mercado para esses produtos, quase sempre retirados gratuitamente das unidades de beneficiamento da madeira onde se originam.

[...] nós queimamos essa madeira, queimamos no fundo da fábrica, nós estocamos, nós damos madeira, nós vendemos, quer dizer na verdade essa madeira é um lixo, é um lixo para nós. Então às vezes tenta se livrar da melhor maneira possível. (MORET, 2000, Cap.6, p.25)

Seu uso em geração termelétrica é dificultado pela dispersão das plantas de beneficiamento da madeira, além do seu contínuo deslocamento em busca de matéria prima, quando a floresta na região em exploração é exaurida.

O biodiesel não é produzido no estado, nem há definição quanto à base oleaginosa para sua produção, embora a área agricultável, a soja produzida (RONDÔNIA, 2005) e, as fontes naturais de graxos possam tornar viável sua elaboração. Esta alternativa requer ainda solução para o etanol e importação de soda cáustica como insumos básicos. Como forma de assegurar o uso do biodiesel, este poderia também ser misturado ao diesel de petróleo usado nas PCT isoladas, medida já prevista nas unidades do Sistema AC-RO (ELETROBRÁS, 2006a), reduzindo o consumo deste produto, enquanto o biocombustível produzido localmente poderia gerar emprego e renda para a população rural.

Resíduos agrícolas, derivados de arroz e milho, poderiam ser aplicados em geração descentralizada de energia elétrica, conforme demonstraram Moret e Borrero (2004, p.172-180), diversificando a matriz e gerando renda nas comunidades servidas por pequenos sistemas termelétricos a diesel isolados, no estado.

3.5 Ampliação do Acesso ao Gás Natural – Gasoduto Virtual.

O elevado custo de implantação de um gasoduto resulta em risco para o empreendimento, maior quando não há um mercado específico e a demanda potencial é pequena, como ocorre no interior rondoniense. Razões que tornam improvável a extensão do gasoduto de Urucu. Nesse caso, a modularidade que lhes permite operar economicamente com volumes menores e, os menores custos de implantação, tornam os sistemas de transporte alternativos opções mais prováveis. A tecnologia GNC tem-se mostrado eficiente na abertura e desenvolvimento de novos mercados para o gás. Alguns distribuidores – Galileo, White Martins, Neogás – operam esses sistemas em várias regiões do Brasil. Razões econômicas e operacionais têm limitado a implantação de sistemas GNC a distâncias entre a base de compressão e o consumidor a 250 km, para demandas totais acima de 100.000 m³ por mês (LIMA, 2006; GASBRASIL, 2004, p.12). Outras tecnologias alternativas para transporte e distribuição de gás natural para além da cidade de Porto Velho seriam o GNL e o GNA. Como demonstra o Gráfico 1.3 (p.28), até cerca de 250 km o GNC mostra vantagem econômica em relação ao GNL, que exige investimentos maiores e necessita movimentar volumes maiores para ressarcimento do ativo fixo e custos operacionais. O GNA ainda é uma tecnologia em desenvolvimento, para uso futuro (SANTOS, 2005, p.69). O que conduz a seleção da tecnologia GNC, gasoduto virtual, como a mais adequada às condições atuais no estado.

Delimitada pelo critério da distância, na região de abrangência de “gasoduto virtual” centralizado em Porto Velho estão localizadas as sedes municipais de Candeias do Jamarí, Itapoã do Oeste, Rio Crespo, Alto Paraíso e Ariquemes, em Rondônia, e, Humaitá, no Amazonas; além de distritos e vilas: Jaci Paraná, Mutum Paraná, Abunã, Vista Alegre do Abunã, São Sebastião, São Carlos, Nazaré, Santa Catarina, Demarcação, Conceição do Galera e Calama, no município de Porto Velho, e Maicí (AM), que poderiam beneficiar-se do GNC. Nesta região, no Estado de Rondônia, as atividades industriais concentram-se nos municípios de Porto Velho e Ariquemes, responsáveis por 93,7% do PIB industrial (IBGE, 2006). As de maior consumo de GN são: produção de eletricidade, cerâmica vermelha, bebidas, panificação e beneficiamento da madeira, em função da capacidade instalada e uso de energia nos processos, todos produtos de baixo valor agregado.

3.6 Características das Principais Atividades Demandantes de Gás Natural

Energia Elétrica. Em Porto Velho, o parque termelétrico com 614,1 MW (Tabela 3.5, p.78) instalados receberá gás diretamente do gasoduto. No interior, as interligações e desativações programadas pela concessionária Ceron para os próximos anos, antes que o gasoduto de Urucu esteja operacional, reduzirão de trinta e quatro para vinte e três os sistemas térmicos isolados no estado, até 2010. Destes, doze estão muito distantes de Porto Velho, fora de alcance do sistema GNC e, deverão ser desativadas progressivamente, à medida que a rede de transmissão de energia for sendo estendida, interligando essas localidades. Os onze sistemas restantes são mercados diminutos e de difícil acesso, dos quais, oito (8) encontram-se dentro do limite de 250 km do gasoduto virtual. Seis localizam-se em comunidades ribeirinhas às margens do médio rio Madeira, entre Porto Velho e Calama, e duas no rio Machado, próximo à foz. Além destes, na área de abrangência, apenas Humaitá, no Amazonas, cujo suprimento poderia também ser feito, de modo mais simples, através de um ramal do gasoduto. O PIE - Guascor, responsável pela operação de todos os sistemas referidos, informa que seus motores a diesel são projetados para queima alternativa de gás natural, bastando substituir alguns componentes dos sistemas de injeção, combustão e controle⁵. No entanto, o acesso exclusivamente fluvial e as pequenas demandas desses sistemas, dificultarão e poderão impedir seu suprimento através de gasodutos virtuais.

Doméstico e Comercial. No consumo doméstico, a demanda maior consiste na substituição do GLP usado para cocção. A inexistência de eletrodomésticos a gás natural (condicionador de ar, geladeira, *freezer*) e o menor consumo para aquecimento de água de banho devido ao clima local, são fatores de redução no consumo desses segmentos. No entanto, para que o mercado doméstico de gás natural se desenvolva, é imprescindível a implantação de ampla rede de distribuição de gás canalizado, nas regiões de povoamento adensado. As localidades na região de entorno tem populações pequenas, resultando em demandas pouco significativas, sendo pouco provável que se justifique a implantação de uma rede de gás canalizado, por razões econômicas.

⁵ Diálogo do autor com o gerente de produção e manutenção da Guascor, eng. José Furtado Filho, em abr/2005.

Cerâmica Vermelha. Há cerca de uma dúzia e meia de empresas em atividade no segmento, a maioria na Capital (FIERO, 2006), produzindo basicamente tijolo estrutural. A produção média mensal de tijolos na região é da ordem de 6 milhões de unidades, variando sazonalmente. Em Porto Velho, a média é de 4,5 milhões por mês⁶. Utilizam lenha e pó de serra como fonte de calor. O consumo específico varia entre as olarias e sazonalmente, sem controle por parte dos usuários. Produtos de maior exigência quanto à qualidade da argila, como a telha, não são produzidos, devido às características da matéria prima regional⁷, principalmente do município de Porto Velho.

A variabilidade e imprevisibilidade de comportamento dos depósitos e a qualidade (valor intrínseco) das argilas até agora encontradas são elementos **desfavoráveis** a uma lavra sistemática em larga escala [...]. Assim, qualquer iniciativa no sentido de se implementar a indústria cerâmica da região deve ser vista com **muita cautela** e precedida de estudos mais detalhados do local ou da área potencialmente mais promissora. (CHIEREGATI, 2000, p.2, grifos do autor)

Essas características podem refletir negativamente na possibilidade de instalação de indústrias para produção de cerâmica branca ou de revestimentos, que poderiam valer-se das vantagens do uso de gás natural como combustível.

Panificação. Existem oitenta e cinco panificadoras cadastradas na região, setenta em Porto Velho, produzindo pães, bolos, massas, etc., para o atendimento do mercado de vizinhança, usando principalmente fornos a lenha e, minoritariamente, fornos elétricos⁸. O custo da eletricidade pode levar à substituição dos fornos elétricos daqueles que o utilizam, num retorno aos fornos a lenha, o que torna o gás natural uma opção a considerar. O Sindicato de Panificadores relata um consumo mensal, médio, de 18 m³ de lenha, ao custo de 15 R\$/m³, e, o processamento de 200 kg de trigo por dia na panificadora típica⁹.

Bebidas. Duas empresas respondem pela quase totalidade da produção de cerca de 8.000 m³/mês de refrigerantes na região, com previsão de crescimento de 30% nos dois próximos anos. As produções de chope e outras bebidas não são

⁶ Informação do presidente do Sindicato das Indústrias Cerâmicas, Osvaldo Rosalino.

⁷ Notícia fornecida por Cássio Coldebella, proprietário da Cerâmica Santa Catarina (15/08/2006), faz referência a jazida de argila de boa qualidade na região denominada Viçosa, distante 20km, a dez metros de profundidade.

⁸ Padarias com fornos elétricos são minoria. Há tendência coletiva em migrar para fornos a lenha. Declaração de Eretiano J. Alves de Melo, ex-presidente do Sindicato da Indústria de Panificação do Estado ao autor.

⁹ Notícia de Pompeu Vieira Marques, presidente do Sindicato da Indústria de Panificação ao autor, em 6jun.2006.

significativas. Utilizam lenha e GLP para aquecimento e, energia elétrica, nas máquinas de frio.

Transportes. Gás Natural Veicular. O uso como GNV constitui a segunda opção para consumo do gás natural no mercado, após a geração de eletricidade. O consumo inicialmente previsto considera apenas veículos leves de transporte de passageiros: serviços de táxi e particulares, além de veículos da frota governamental, com restrições de distância e reabastecimento.

Não faz parte do escopo deste trabalho pesquisar a implantação de novos segmentos industriais baseados no gás de Urucu – a exemplo da uréia ou metanol – ou até mesmo um pólo petroquímico. Na revisão bibliográfica são indicadas as opções gerais de uso (Fig. 1.1, p.25). Podemos, entretanto, observar algumas características do setor que influem na decisão de instalação de plantas industriais. A indústria petroquímica moderna mostra forte tendência à integração vertical das unidades produtivas, controladas por uma única empresa ou grupo. A competitividade constitui um dos principais fatores a orientar a decisão de implantar um conjunto industrial desse tipo em qualquer região. Mas a força competitiva da indústria é condicionada por vários fatores, entre os quais Gomes (2005) cita:

- a) a *escala de produção*, devido aos elevados investimentos fixos envolvidos;
- b) a *integração da cadeia produtiva*, é um modelo que tem sido buscado por companhias petrolíferas, que vêm atuando da produção de matéria prima até a fabricação de polímeros intermediários;
- c) a *disponibilidade de matéria-prima* com abundância e nas proximidades das unidades produtoras, reduzindo custos logísticos;
- d) *facilidade de acesso* ao mercado consumidor, como forma de contrapor os custos de transporte e distribuição, e;
- e) *custo de capital*, os custos de produção e a competição em escala planetária tornam este um dos condicionantes relevantes na decisão de implantação da indústria.

4 RESULTADOS DA PESQUISA

4.1 Demandas por Gás Natural

4.1.1 Geração Termelétrica em Porto Velho

1. Na Tabela 4.1, os dados de geração total e térmica relativos ao ano 2005, como valores já realizados, foram usados para referência. Nesse ano, a geração de Samuel foi 9,1% inferior à energia média anual, usada nos demais anos do período para estimativa de geração térmica;
2. A geração térmica foi obtida pela diferença entre a geração total – atende ao suprimento requerido pelo sistema Ceron e por Rio Branco - e a geração hídrica em Samuel, assumida como 716.030 MWh/ano, energia média gerada de 2000 a 2005;
3. A redução de 13% na geração total de 2006 para 2007 se deve à entrada em operação de várias PCH interligadas ao Sistema AC-RO, o que diminui o requerimento de energia à supridora Eletronorte, por parte da distribuidora Ceron;
4. A coluna “Geração Total” inclui, a partir de 2006, uma parcela referente ao suprimento de Rio Branco (300.729 MWh, em 2005). Admitiu-se crescimento à taxa anual de 5%, em razão de não se dispor das projeções oficiais para aquele mercado, onde linhas de transmissão estão sendo construídas para interligação de novas localidades;
5. A interligação ao SIN, em 2008, invalida essas projeções, assim como o início de operações das hidrelétricas do Complexo do Madeira, previstas para o ano 2011;
6. A tabela mostra que no ano 2013 o consumo do setor elétrico atinge os 85% da capacidade do gasoduto que lhe é destinada no acordo de implementação (MME, 2006, p.48);
7. A Tabela foi construída com base na aplicação da Equação (1.6).

$$\text{Eq. (1.6): } V_{gn} = \frac{En * F}{PCIgn * D * Ef} = \frac{860.000}{8.709 * 365 * 0,33} * En$$

Tabela 4.1 Projeção do Consumo e Excedente de GN no Setor Elétrico de P. Velho - 2006/2014

Ano	Geração Total (MWh)	Geração Térmica (MWh)	GN Consumo (m³/dia)	GN Excedente (m³/dia)
2005	2.155.639	1.505.012	1.233.853	1.066.147
2006	2.232.216	1.516.186	1.243.014	1.056.986
2007	1.944.542	1.228.512	1.007.170	1.292.830
2008	2.155.476	1.439.446	1.180.100	1.119.900
2009	2.355.762	1.639.732	1.344.300	955.700
2010	2.554.442	1.838.412	1.507.184	792.816
2011	2.763.305	2.047.275	1.678.415	621.585
2012	2.973.897	2.257.867	1.851.065	448.935
2013	3.193.798	2.477.768	2.031.346	268.654
2014	3.303.159	2.587.129	2.121.004	178.996

Fonte: (ELN, 2005) – Formulação própria.

4.1.2 Geração Termelétrica em Sistemas Isolados.

Foram considerados os sistemas dos distritos e vilas do médio rio Madeira e foz do rio Machado, aqueles que deverão permanecer fora da rede do Sistema AC-RO e, na área de cobertura do gasoduto virtual. No entanto, a acesso exclusivamente fluvial, a inexistência de gasodutos virtuais operando nessas condições e as pequenas demandas, tornam difícil o suprimento desses sistemas através de gasoduto virtual. A Tabela 4.2 foi elaborada com base na Equação (1.7).

$$\text{Eq. (1.7): } V_{gn}(m^3) = \frac{PCI_{od} * V_{od} * \mu}{PCI_{gn} * D} = (10.100 * 0,85) / (8.709 * 365) * V_{od}$$

Tabela 4.2 GNC para Geração de Eletricidade em Sistemas Isolados

Usina	Dist. PV (km)	Acesso	Geração kWh-2005	Óleo diesel (L / ano)	GN (m³/dia)
São Sebastião	1	F	176.109	63.327	152
São Carlos		F	908.002	290.214	695
Sta Catarina		F	89.577	32.602	78
Conceição Galera		F	70.049	27.075	65
Demarcação		F	156.434	58.372	140
Nazaré		F	337.268	130.226	312
Calama	190	F	1.122.080	354.852	850
Maicí	> 250	F	42.982	22.637	54
Totais - RO			2.902.501	979.305	2.346
Humaitá	200	R	27.755.000	9.912.500	23.746

Fonte: (CERON, 2005) Formulação própria

4.1.3 Uso Doméstico. Substituição de GLP em Porto Velho

O volume de gás natural substituto do GLP usado para cocção e aquecimento nos setores doméstico e comercial, na área urbana de Porto Velho, é mostrado na Tabela 4.3. No entanto, para que o gás natural possa competir efetivamente por esse mercado, deslocando produto de aceitação ampla e tradicional, é imprescindível que se estabeleça uma ampla rede urbana de dutos de distribuição.

Equivalência de volumes de GLP e GN:

$$\text{Eq. (1.8): } V_{gn}(m^3) = 0,7 * 10^3 * V_{glp}(m^3) = 0,7 * 1.000 * 14.878 = 10.414.600 \text{ m}^3 \text{ GN/ano}$$

Tabela 4.3 Consumo Estimado de GN em Substituição ao GLP - Área Urbana de Porto Velho

Região	População Urbana	GLP (m ³ /ano)	GN x 1.000 m ³ /ano	GN m ³ /dia
RO – Estado	973.681	48.079	33.655,5	92.207
RO - Porto Velho *	301.298	14.878	10.414,6	28.533

Fonte: (IBGE, 2004); (MME, 2002). (*) Valores estimados.

O consumo assim estimado para a cidade de Porto Velho (28.533 m³/dia) corresponde a 1,24% da vazão nominal do gasoduto. Resulta, porém, do completo deslocamento do GLP do mercado, o que, além da rede de gás canalizado por toda a área urbana, exigiria mecanismos de convencimento da população, principalmente a de baixa renda, para que modifique ou substitua seus equipamentos e fogões.

4.1.4 Uso Doméstico. Substituição de GLP no Entorno de Porto Velho.

Os critérios de cálculo, cujos resultados compõem a Tabela 4.4, são os mesmos adotados para a demanda em Porto Velho. Neste caso, o gás natural transportado via gasoduto virtual deverá ser descomprimido para uma rede de dutos urbana, de modo que a população possa ter acesso ao gás. As localidades consideradas estão na imediata esfera de influência de Porto Velho, onde se destacam Ariquemes, em Rondônia, e Humaitá, no Amazonas.

São vazões pequenas, que provavelmente não justificariam os custos de implantação da estação de descompressão e de implantação das redes urbanas de distribuição, para viabilizar o consumo doméstico.

Tabela 4.4 Estimativa de Consumo de GN Substituto de GLP, no Entorno de Porto Velho

Região	População Urbana	GLP (m ³ /ano)	GN x 1.000 m ³ /ano	GN m ³ /dia
Ariquemes	62.907	3.106	2.174,2	5.957
Candeias	11.918	588	411,6	1.128
Itapoã	4.534	224	156,8	430
Rio Crespo	1.033	51	35,7	98
Alto Paraíso	4.920	243	170,1	466
AM - Humaitá	28.789	968	677,6	1.856
Totais	114.101	5.180	3.626,0	9.935

Fonte: (IBGE, 2004); (MME, 2005)

4.1.5 Cerâmica Vermelha

A demanda foi determinada em função do consumo específico de combustível, que depende de muitas variáveis (tipo de forno, de queimador, etc.), e que são características de cada instalação. Admitiu-se o consumo específico médio de 1,0 m³ de GN por tijolo, observado por Neri (2006).

Em Porto Velho:

$$\text{Eq. (1.9): } \varpi = P * \lambda / d = 4.500.000 * 1,0 / 30 = 150.000 \text{ m}^3 \text{ GN / dia}$$

No entorno:

$$\text{Eq. (1.9): } \varpi = P * \lambda / d = 1.500.000 * 1,0 / 30 = 50.000 \text{ m}^3 \text{ GN / dia.}$$

Demanda total do setor: **200.000** m³ GN / dia.

Do que resulta uma demanda média de 11.100 m³/dia, para cada uma das 18 empresas cadastradas na região.

4.1.6 Panificação.

O consumo de gás natural foi estimado com base no equivalente calórico com a lenha utilizada pela maioria das panificadoras e, no consumo médio de 18 m³/mês de lenha de uma panificadora local típica, que processa 200 kg/dia de trigo.

Demanda em Porto Velho:

$$\text{Eq. (1.10): } \theta = V_s * PCI_s * \delta * N / d = 18 * 3.100 * 300 * 70 / 30 = 39.060.000 \text{ kcal/dia}$$

$$\text{Eq. (1.11): } V_{gn} = \theta / PCI_{gn} = 39.060.000 / 8.709 = \mathbf{4.485} \text{ m}^3 \text{ GN / dia}$$

4.1.7 Bebidas

Foram consideradas as plantas locais responsáveis pela produção da quase totalidade dos refrigerantes, visto que as produções de chope e outras bebidas são insignificantes.

Aquecimento:

$$\text{GLP - Eq. (1.12): } \theta = Mc * PCIc / d = 3.600 * 11.100 / 30 = 1.332.000 \text{ kcal / dia}$$

$$\text{Lenha - Eq. (1.13): } \theta = Vc * \delta * PCIc / d = 180 * 390 * 3.100 / 30 = 7.254.000 \text{ kcal / dia}$$

Resfriamento:

$$\text{Eq. (1.14): } Pot * \phi * Fc * T * H = 350 * 641,5 * 0,5 * (2/3) * 24 = 1.796.200 \text{ kcal / dia}$$

$$\text{Carga térmica total} = 1.332.000 + 7.254.000 + 1.796.200 = \theta 3 = 10.382.200 \text{ kcal/dia}$$

Volume de GN:

$$\text{Eq. (1.15): } Vgn = (\theta 1 + \theta 2 + \theta 3) / PCIgn = 10.382.200 / 8.709 = \mathbf{1.192} \text{ m}^3 \text{ GN / dia.}$$

4.1.8 Transporte. Gás Natural Veicular - GNV

O planejamento do gasoduto prevê apenas um (1) posto de revenda de GNV, em Porto Velho. Projeta-se o abastecimento de veículos leves do serviço de táxis e de particulares. As localidades de Candeias (a 18 km) e Jaci Paraná (a 90 km), pela maior proximidade, poderão beneficiar-se desse posto para abastecimento de veículos convertidos ou multi-combustíveis.

Tabela 4.5 Demanda Estimada de GNV pela Frota de Porto Velho e Área de Influência

Localidade	Tipo	Frota (Nº)	Convertidos (Nº)	Rodagem (Km/dia)	GN (m³/dia)
Porto Velho	Táxi	692	346	100	3.460
	Part	14.790	1.479	15	1.479
Candeias	Táxi	68	34	100	340
	Part	90	9	50	30
Jaci Paraná	Táxi	10	5	150	50
	Part	---	---	---	0
Totais		15.650	1.844		5.359

Fonte: (DETRAN-RO, 2006). Formulação Própria.

O consumo total estimado (5.359 m³/dia) corresponde a 0,28% da vazão nominal do gasoduto.

Utilizando os mesmos critérios usados na estimativa de consumo de GNV em Porto Velho e, ajustando as distâncias médias percorridas diariamente, para as cidades de Ariquemes e Humaitá, as demandas em cada uma delas seriam: Ariquemes, 659 m³/dia de GNV e, Humaitá, 213 m³/dia de GNV. Se considerarmos válido o parâmetro de 1.000 m³/dia como vazão mínima para justificar economicamente a instalação de um posto de GNV, ambas as localidades não atendem ao critério.

4.1.9 Quadro Resumo

Segmentos potencialmente consumidores de gás natural e consumos imediatos estimados. As estimativas restringem-se às condições atuais de produção e uso de energéticos, exceto para o setor elétrico, para o qual se dispõe de estudo de mercado. Projeções para o futuro nos demais segmentos demandariam pesquisas adicionais, não incluídas no escopo deste trabalho.

Tabela 4.6 Consumos Estimados de GN em Porto Velho e Área do Gasoduto Virtual - 2006

Segmento	Demanda (m ³ /dia)		Observações
	Porto Velho	GNC	
Elétrico	1.243.014	2.346	Sistemas térmicos isolados
Doméstico	28.533	8.079	Substituição de GLP
Cerâmico	150.000	50.000	P. Velho e entorno: 80 % do não-elétrico
Panificação	4.485	-	Substituição de lenha
Bebidas	1.192	-	Substituição de lenha e eletricidade
Transportes	5.535	659	GNV – substitui álcool e gasolina
Total	1.432.759	61.084	

Fonte: Dados da Pesquisa

4.2 Preços, Custos, Emissão de Gases e Indicadores de Uso do GN

4.2.1 Vida Útil da Reserva de Urucu

A reserva total da Província de Urucu é de 84,2 bilhões de metros cúbicos. Admitindo constantes ao longo do tempo as vazões nominais dos gasodutos Urucu-Coari-Manaus (5,5 milhões de m³/dia) e Urucu-Porto Velho (2,3 milhões de m³/dia), conclui-se por uma vida útil de aproximadamente **trinta anos** para o gás ali contido. Sevá Filho (2006) considera que as reservas conhecidas representam apenas uma amostra do que a Bacia do Solimões pode conter em gás, o que pode ampliar esta vida útil.

$$\tau = \frac{Res}{\omega} = \frac{84.200.000.000}{7.800.000} = 29,6 \text{ anos}$$

4.2.2 Preço dos Combustíveis

1. Câmbio: 2,18 R\$/US\$ (28/07/2006)
2. Gás natural: 8 R\$ / MM BTU (ANDRADE, 2006); 0,28 R\$/m³
3. Óleo diesel: 2,29 R\$ / L (CERON, 2006c); 29,53 L/MM BTU
Poder calorífico inferior: PCI_{od} = 10.100 kcal / kg;
4. Lenha: 15 R\$/m³ (SINDPAN; SINDCERAMICA, 2006) ; 0,208 m³ / MM BTU
Poder calorífico inferior: PCI_{lenha} = 3.100 (kcal/kg)
5. GLP: 33,05 R\$/13kg (ANP, 2006), ou: 2,54 R\$/kg
Poder calorífico inferior: PCI_{glp} = 11.100 kcal/kg

Tabela 4.7 Preço dos Combustíveis por Milhão de BTU

Combustível	Lenha	Gás Natural	GLP	Óleo Diesel
US\$ / MM BTU	1,43	3,67	26,47	30,83

Fonte: (CERON, 2006; ANDRADE, 2006; BACEN, 2006; ANP, 2006)

4.2.3 Custos da CCC e Economia com Gás Natural

A conta CCC - Isolados subsidia a geração termelétrica dos sistemas isolados do norte, pagando a diferença entre o custo do combustível e o custo do equivalente

hidráulico da geração. A substituição do diesel pelo gás natural resultaria em significativa redução do valor subsidiado, como demonstra a Tabela 4.6. Em sua construção, o consumo específico de GN foi estimado considerando eficiência média de conversão termo-elétrica de 35%. O de óleo diesel, corresponde à experiência da concessionária Ceron (2006c). Com base na geração térmica em Porto Velho no ano 2005 (1,5 TWh), haveria economia superior a R\$ 917 milhões (US\$ 421 milhões, a 2,18 R\$/US\$ - 28/07/2006), valor anualmente crescente, acompanhando a evolução do mercado de eletricidade. Essa economia, em dez meses de operação cobriria o custo de implantação do gasoduto, previsto pelos empreendedores em 350 milhões de dólares. Por outro lado, o valor do subsídio residual, usando o gás natural, corresponde a 4,5% daquele relativo ao uso de óleo diesel.

Tabela 4.8 Geração Térmica e Economia na CCC pela Substituição de Diesel por GN

Energia (MWh)	Consumo		Custo (R\$)		Subsídio (R\$)		Economia (R\$)
	Diesel (L)	GN (m ³)	Diesel	GN	Diesel	GN	
1	300	282	687	78	638	29	609
1,505x10 ⁶	451x10 ⁶	424x10 ⁶	1.033x10 ⁶	117x10 ⁶	960x10 ⁶	43,5x10 ⁶	917x10 ⁶

Fonte: (CERON, 2005b) Formulação própria.

- Obs.: 1) Diesel e OPTE foram considerados equivalentes em consumo e preço;
 2) Tarifa do equivalente hidráulico: 49,07 R\$/MWh (RN ANEEL nº 170/2005);
 3) Consumo específico de óleo diesel: 300 L / MWh;
 4) Preços: diesel = 2,29 R\$/L (CERON, 2006c), GN = 8 R\$/MM BTU).

Estimativa do consumo específico de gás natural:

$$E_n * F = PCI_{gn} * V_{gn} * \eta : 1 * 860.000 = 8.709 * 0,35 * V_{gn} ; V_{gn} = 282 \text{ m}^3 / \text{MWh}$$

E_n = Energia elétrica gerada, MWh;

F = Fator de conversão caloria em eletricidade: 860.000 kcal / MWh;

PCI_{gn} = Poder calorífico inferior do GN: 8.709 kcal / m³;

η = eficiência de conversão: 35%;

V_{gn} = Volume de gás natural para gerar 1 MW, m³/MWh.

4.2.4 Custo Unitário da Geração com Gás Natural

A troca do diesel por gás natural na geração termelétrica, reduz os custos com combustível aos níveis admitidos no planejamento do sistema elétrico interligado nacional. O MME considera o valor médio de 100 R\$/MWh no Plano Nacional de Energia 2030 (EPE, 2006). O custo com combustível para geração de 1

MWh no parque térmico de Porto Velho, é calculado considerando-se eficiência de 45% no ciclo combinado da UTE Termonorte, e o preço do gás conforme Andrade (2006), em 8 R\$/MM BTU.

Quantidade de energia térmica equivalente a 1 MWh (λ):

$$\lambda = \frac{En * \kappa * \alpha}{\eta} = \frac{1 * 860.000 * 3,968}{0,45} = 7,58 \text{ MM BTU/MWh}$$

Custo do combustível necessário para gerar 1 MWh (ω):

$$\omega = P * \lambda = 7,58 * 8 = \mathbf{60,67 \text{ R\$ / MWh}}$$

λ = Relação energia térmica-energia elétrica, MM BTU/MWh;

En = Energia elétrica gerada: 1 MWh;

K = Fator de conversão eletricidade em caloria: 860.000 kcal/MWh;

α = Fator de conversão kilocaloria para BTU: 3,968 kcal/BTU;

η = Eficiência da conversão: 40%;

P = Preço do gás natural: 8 R\$/MM BTU;

ω = Custo do combustível, R\$/MWh.

4.2.5 Lenha e Carvão Vegetal na Matriz Energética

Madeira em tora: 3,7 milhões de m³; Resíduos (56,7%): 2,1 milhões de m³.

Lenha combustível (10%): 210.900 m³; Carvão vegetal (24%): 506.160 m³

1. Massa de carvão vegetal.

$$\text{Eq.(1.1): } Mm = Vm * \delta = 506.160 * 0,39 = 197.402 \text{ t (de lenha)}$$

$$\text{Eq.(1.2): } Mc = Mm * \eta = 197.402 * 0,25 = 49.350 \text{ t (de carvão)}$$

$$\text{Eq.(1.3): } Mce = Mc * \phi = 49.350 * 0,646 = 31.880 \text{ tep}$$

2. Massa de lenha combustível.

$$\text{Eq.(1.4): } Mml = Vml * \delta = 210.900 * 0,39 = 82.251 \text{ t}$$

$$\text{Eq.(1.5): } Mmle = Mml * \phi = 82.251 * 0,31 = 25.498 \text{ tep}$$

$$\text{Biomassa sólida combustível: } Mce + Mmle = 31.880 + 25.498 = \mathbf{57.378 \text{ tep}}$$

4.2.6 Redução na Emissão de Gás Carbônico

As emissões atmosféricas de gases, em usinas termelétricas, são reduzidas pela substituição do óleo diesel por gás natural em cerca de 50%. As quantidades de CO₂ emitidas anualmente por cada combustível e, as reduções resultantes da troca, foram calculadas usando as equações (1.16) e (1.17). Nas estimativas considerou-se a geração térmica projetada para o Sistema AC-RO e, os índices de emissões para os dois combustíveis reportados por Schaeffer (ver Tabela 1.1, p.32). Óleo diesel e OPTE foram considerados equivalentes.

Eq. (1.16): $\omega = M_{od} * E_n$

Eq. (1.17): $Red = (Mod - M_{gn}) * E_n = (888 - 449) * 1.505.012 = 660.700.268g$

ω = Emissão anual de CO₂ por geração termelétrica, g;

Red = Redução anual na emissão de gás carbônico, g;

M_{od} = massa de CO₂ emitida queimando óleo diesel, g / MWh;

M_{gn} = massa de CO₂ emitida queimando gás natural, g / MWh,

E_n = Energia elétrica gerada de fonte térmica, MWh.ano.

Tabela 4.9 Projeção da Redução na Emissão de CO₂ pela Substituição de Diesel por GN

Ano	Geração Térmica MWh	Emissões de CO ₂ Óleo diesel (t/ano)	Emissões de CO ₂ Gás natural (t/ano)	Redução de CO ₂ (t/ano)
2005	1.505.012	1.336	676	661
2006	1.516.186	1.346	681	666
2007	1.228.512	1.091	552	539
2008	1.439.446	1.278	646	632
2009	1.639.732	1.456	736	720
2010	1.838.412	1.633	825	807
2011	2.047.275	1.818	919	899
2012	2.257.867	2.005	1.014	991
2013	2.477.768	2.200	1.113	1.088
2014	2.587.129	2.297	1.162	1.136

Fonte: (ELETRONORTE, 2005, p.30; SCHAEFFER, 2006)

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Pode-se afirmar que a disponibilidade do gás natural, além da utilização pelo parque termelétrico e o segmento de transporte de Porto Velho, aos quais o gás traria benefícios significativos – maior eficiência, menores custos de operação e/ou produção, redução do impacto ambiental – não faz prever mudanças importantes economia de Rondônia, nas atuais condições de aplicação do produto pelos potenciais consumidores, sendo reduzido o impacto imediato previsível sobre a economia local. Medidas incentivadoras de consumo, especialmente facilidade de acesso e incentivos econômico-financeiros deverão ser implementadas, para maior penetração e resultados econômicos do gás.

O gasoduto Urucu-Porto Velho foi projetado para assegurar o suprimento de energia elétrica aos estados de Rondônia e Acre, alimentando o parque termelétrico de Porto Velho. Com a mesma motivação foi iniciada a construção do gasoduto Coari-Manaus, para suprir a capital do Amazonas. A reserva total de gás natural conhecida em Urucu assegura suprimento por **trinta anos**, aos parques térmicos das duas capitais. Para Rondônia, essa garantia de geração térmica, combinada com os aproveitamentos hídricos em andamento, traz segurança de que os planos de desenvolvimento local não serão penalizados por falta de energia elétrica, como foram no passado recente. Como o parque termelétrico não absorve toda a capacidade de transporte do gasoduto - 2,3 milhões de m³/dia – outros segmentos poderão dispor do gás para aplicação em seus processos, modernizando-os e tornando-os mais eficientes e produtivos.

No entanto, considerar apenas o gasoduto Urucu-Porto Velho, restringe a oferta de gás natural à cidade de Porto Velho. Para ampliar a área de oferta do gás natural, o uso do gasoduto virtual (GNC) aparece como a opção mais viável. As empresas que operam gasodutos virtuais GNC no Brasil têm limitado, por razões econômico-operacionais, sua aplicação a distâncias de até 250 km no entorno da estação compressor. Para além desse limite seriam necessários sistemas de transporte mais dispendiosos, como o GNL e o gasoduto. Em Rondônia, a pequena escala do consumo industrial, a dispersão dos potenciais consumidores por todo o estado e, a programada desativação de sistemas

térmicos isolados que impedem o segmento termoeletrico de representar o papel de âncora, não autoriza especular sobre estas opções.

Em Porto Velho, a implantação de uma rede urbana de gás canalizado é indispensável para o acesso da população ao gás natural. Rede que deverá resultar de ações da Rongás, concessionária estadual da distribuição de gás canalizado, empresa pública constituída para esse fim, com o dever de atender as demandas da população. Sem a rede, o acesso restará reservado ao setor de geração termelétrica, de transporte individual utilizando GNV e, a poucos consumidores com capacidade financeira para investimento, notadamente o setor governamental, para alimentação do Aeroporto Internacional, Hospital de Base, instalações militares e presídios.

No setor industrial, as plantas potencialmente consumidores em operação localizam-se distantes do *city gate* do distrito industrial de Porto Velho. A possibilidade de troca do combustível em uso pelo gás natural, não parece ser atrativo suficiente para transferi-las do local onde estão para o distrito industrial, onde seria menor o custo dos ramais de gás para supri-las. Principalmente porque, como foi visto, além de o preço da biomassa da madeira, principal fonte térmica da indústria local ser inferior ao do gás natural, haveriam gastos com novas instalações e equipamentos. Neste ponto de entrega – o distrito industrial da BR-364 - o consumo de gás deverá vir de novas plantas que ali venham a se instalar. Os segmentos industriais de maior potencial de consumo de gás natural, são os de cerâmica vermelha, panificação e bebidas. As estimativas de consumo para esses segmentos totalizam 205.677 m³ GN por dia. A realização deste valor porém, depende mais de decisões baseadas em análises econômicas de custo-benefício, que das características técnicas do gás e dos processos produtivos.

A indústria cerâmica tem o maior potencial de consumo – 80% da demanda estimada no setor – mas, as escalas de produção, o baixo valor agregado ao produto (cerâmica estrutural), as dificuldades com a matéria prima local, as exigências de qualidade do produto que prescindem das melhorias obtidas com o uso do gás, o menor preço do combustível em uso (resíduos da madeira), além dos investimentos necessários à troca do combustível, podem desencorajar a opção pelo gás natural. Matéria prima argilosa de melhor qualidade é encontrada na região central do estado, a cerca de 400 km de Porto Velho. O transporte

desse material até a Capital, para utilização na produção de cerâmica branca, pisos e revestimentos, processos nos quais o uso de gás natural é vantajoso, depende de uma avaliação econômica específica, além do escopo deste trabalho.

Nos setores de bebidas e panificação, as pequenas demandas por combustíveis e os custos com a troca de equipamentos em uso, que tem a lenha como fonte de calor, são fatores contrários à mudança. A inexistência de rede de gás canalizado nas proximidades das instalações representa, para o gás natural, barreira intransponível na concorrência com a lenha.

No setor doméstico e comercial, a inexistência de eletrodomésticos a gás natural restringe seu uso à cocção, excluindo usos de significativo potencial de consumo, como a refrigeração de alimentos, climatização de ambientes e aquecimento (água). Nesses setores, além da rede de gás canalizado e oferta de equipamentos baseados no gás, a preço competitivo, os projetos arquitetônicos deveriam considerar climatização ambiental e economia de energia utilizando gás, para que houvesse estímulo ao seu uso, em área onde deverá concorrer com a eletricidade com vantagens do ponto de vista da eficiência energética global.

A extensão do gasoduto Urucu-Porto Velho além dos limites do gasoduto virtual, até Vilhena, tornaria o gás acessível à maior parte da população do estado. Esta medida, porém, e o eventual prolongamento do gasoduto para além da fronteira estadual, depende da superação de duas questões principais. A primeira, o aumento das reservas de gás em Urucu e Juruá por novas descobertas, já que a reserva total divulgada está comprometida com as demandas dos setores elétricos de Manaus e Porto Velho. A segunda questão a superar, é a demonstração da existência de demanda que justifique o elevado investimento e risco do empreendimento.

Os elevados custos de geração elétrica a óleo diesel levaram à criação da CCC, que subsidia as tarifas da energia fornecida ao consumidor final dos sistemas isolados, e que será extinta até 2023. O uso do gás natural reduz em quase 95% o valor do subsídio, com economia de cerca de um bilhão de reais por ano no Sistema Acre-Rondônia, baixando de 687 R\$/MWh para 78 R\$/MWh, o custo do combustível para geração, compatibilizando-o com os números nacionais de produção de termeletricidade. Convertidos para o dólar americano (câmbio de 28/07/2006) a economia resultante seria de 420 milhões de dólares ao

ano. **Esse montante cobriria, em menos de um ano de operação, os custos de implantação do gasoduto Urucu-Porto Velho**, estimado em US\$ 350 milhões, usando-se o mecanismo de sub-rogação dos recursos da Conta. Quando o Sistema AC-RO puder operar com gás natural, interligado ao SIN (em 2008), o subsídio requerido da CCC será reduzido aos níveis do Sistema Interligado. Após a interligação, mantido o diesel como combustível caso o gasoduto não esteja concluído, os elevados custos de geração conduzirão ao “apagamento” das térmicas de Porto Velho, com prejuízos à segurança operacional e, impedindo o uso do gás para outras aplicações.

Em Rondônia, o custo da produção de termelétricidade nos sistemas isolados, em torno de 1.000 R\$/MWh considerados os custos com o combustível e a remuneração dos PIE, a planejada expansão da rede elétrica interligando localidades atualmente supridas por usinas isoladas a diesel, associada à construção e operação de novas PCH, resultará na desativação dos maiores sistemas termoelétricos isolados do estado até 2009, totalizando quase 70% da potência térmica neles instalada. Ao final do processo de expansão da rede e desativação de usinas, já no ano 2010, deverão restar isolados apenas os sistemas das pequenas localidades ribeirinhas no médio rio Madeira, foz do rio Machado e rio Guaporé, na fronteira com a Bolívia, só acessíveis por via fluvial. Suas demandas, distâncias ao tronco principal do gasoduto e condições de acesso não recomendam a implantação de gasodutos para atendê-las. A opção seria supri-las através de sistemas alternativos de transporte de gás, gasodutos virtuais fluviais. No entanto, não existe experiência no Brasil para esta solução, que envolve riscos econômicos e de segurança, o que requer estudo específico em busca da solução mais adequada. O uso de biocombustíveis derivados de atividade agrícola que gere emprego e renda nessas localidades poderia também ser considerado nos planos oficiais.

Os planos iniciais previam a operação comercial do gasoduto Urucu-Porto Velho em 2004. Neste segundo semestre de 2006 a obra não consta dos planos prioritários divulgados pela Petrobrás, nem se tem conhecimento de contrato entre as partes interessadas na compra e venda do gás que seria transportado pelo gasoduto. O plano nacional para o setor de energia elétrica, PDEE-2015, onde se incluem duas obras importantes para o setor elétrico de Rondônia: a

interligação do Sistema AC-RO ao Subsistema Centro Oeste-Sudeste, do Sistema Interligado Nacional e, a construção das UHE Santo Antonio e Jirau, no rio Madeira, constituem razões que poderiam explicar a demora do seu início após ser concedida a Licença de Instalação pelo IBAMA.

A interligação do Sistema AC-RO ao Sistema Interligado Nacional (Centro Oeste/Sudeste)¹ em 2008, ocorrendo antes que o gasoduto esteja construído, levará ao “apagamento” das térmicas de Porto Velho, devido ao custo da geração a diesel, que não mais seria subsidiado pela CCC – Sistemas Isolados. A interligação tornará o sistema Acre-Rondônia eletricamente mais confiável e com maior disponibilidade de geração, mas importador de energia. O subsídio da CCC para o sistema elétrico AC-RO é eliminado, bem como o estado deixa de creditar-se do ICMS do óleo diesel.

A futura hidrelétrica de Santo Antonio (3.150 MW) deverá estar produzindo a energia que as regiões mais desenvolvidas do Brasil necessitam, segundo o cronograma dos empreendedores, a partir de 2011. Para isso, uma segunda linha de transmissão em 750 kV, paralela à do Sistema Interligado SE/CO/RO, interligará o sistema elétrico das usinas do Complexo do Madeira ao SIN. Esses dois sistemas, o Centro Oeste/Sudeste/Rondônia e o de transmissão das hidrelétricas do Madeira, deverão ser interconectados na subestação Santo Antonio. Em 2014, entra em operações a Usina do Jirau (3.300 MW). Durante e após a construção das hidrelétricas do rio Madeira, novas indústrias potencialmente consumidoras de gás natural, de maior porte e maior conteúdo tecnológico que as existentes, especialmente no segmento metalúrgico, deverão instalar-se em Porto Velho.

A construção do gasoduto é estimada em vinte e dois meses. Sendo iniciada em agosto de 2007, como sugerem as condições climáticas da região, estaria concluída no segundo semestre de 2009, não muito após a interligação do sistema AC-RO ao SIN. As unidades geradoras do parque térmico de Porto Velho foram concebidas para queima de gás natural e manter-se-iam em operação, gerando a custos compatíveis com o sistema interligado, mesmo sem o subsídio da CCC – Sistemas Isolados. Manter-se-ia o binômio geração hídrica-geração

¹ Obra que deverá ser financiada através da sub-rogação de recursos da CCC, com previsão de o financiamento ser coberto em menos de 2 anos (MME, 2006, p.140).

térmica, com maior confiabilidade e disponibilidade no extremo da rede interligada. Manter-se-ia, também, a oferta de gás natural, insumo importante pela flexibilidade do uso e maior diversificação da matriz energética.

A dispersão, a escala de produção e o conteúdo tecnológico das empresas locais demandantes de gás, dificultam e encarecem a logística de distribuição do GN. O que traz a necessidade da formulação de políticas de estímulo ao uso do gás natural – rede de distribuição, financiamentos para conversão das instalações, garantias de suprimento, preços estáveis e competitivos, entregas regulares – para facilitar o acesso e estimular seu consumo. Considerando ainda as características da economia de Rondônia, diversas e diferentes barreiras específicas devem ser superadas para assegurar a penetração e a formação de um mercado próprio para o gás natural, de modo que sua disponibilidade possa converter-se num fator de desenvolvimento local. Dentre elas podemos citar:

- O baixo preço e a facilidade de acesso a produtos concorrentes, como a lenha e os resíduos de madeira;
- O desconhecimento do produto pelos potenciais consumidores;
- A formação e qualificação de técnicos de nível operacional, médio e superior para lidar com o novo produto;
- A inexistente logística de distribuição, principalmente a rede de dutos;
- A dispersão espacial e a pequena escala dos consumidores;
- A dispersão, pequena demanda e próxima desativação dos sistemas termelétricos isolados do interior do estado;
- As características dos processos das indústrias em operação, em geral de baixo conteúdo tecnológico;
- A inexistência, no parque industrial instalado, de unidades demandantes do gás como insumo ou matéria-prima;
- A distância em relação a Porto Velho da maior parte dos potenciais consumidores industriais do estado;
- As limitações de alcance da tecnologia GNC e os elevados custos e riscos da implantação de gasodutos;

Embora os setores produtivos do estado mostrem pequena capacidade de aplicação imediata do gás natural, diversos aspectos positivos derivam da construção do gasoduto e do aproveitamento do gás. A primeira vantagem de sua utilização em substituição ao óleo diesel para geração de eletricidade, resulta da exploração de uma riqueza local, nacional, que gera emprego e produz renda regionalmente. Sua construção gerará empregos diretos e indiretos, demandando inúmeros serviços e produtos. Haveria necessidade de formação de novos quadros técnicos nos diversos níveis de qualificação, para atender as necessidades dos futuros usuários do gás. Novos cursos de formação e qualificação deverão ser criados por instituições de ensino de nível médio e superior. A tecnologia da transmissão de dados por fibra ótica, necessária à correta operação dos gasodutos, tornará mais rápida a velocidade de comunicação entre Manaus e Porto Velho. Ambientalmente, haveria redução nas emissões de gases poluentes e do efeito estufa e, de particulados, além dos ganhos decorrentes da maior eficiência térmica. Seu uso como GNV trará benefícios econômicos aos agentes e usuários do setor de transportes, além de reduzir os níveis de poluição urbana. Reduzem-se os riscos de acidentes no transporte de combustíveis e suas conseqüências, visto que o óleo diesel transportado através de balsas pelo rio Madeira, com riscos crescentes no período de vazante do rio. As condições de segurança na operação do gasoduto são superiores, além de mais fácil o controle de eventuais vazamentos decorrentes de acidentes. O preço do GN é inferior aos dos demais combustíveis fósseis, e menos sujeito aos efeitos de perturbações no mercado internacional. Mercê de suas características, o gás natural pode ainda estimular e atrair novos investidores para a região, uma vez que o produto esteja disponível.

Sintetizando as análises, pode-se dizer:

1. Operando com gás natural, o parque termelétrico de Porto Velho poderá gerar energia a custo compatível com as tarifas praticadas, prescindindo dos subsídios da CCC – Sistemas Isolados;
2. A construção do gasoduto Urucu-Porto Velho poderá ser financiada através da sub-rogação de recursos da CCC. A economia resultante da substituição do diesel por gás natural paga os custos de implantação do gasoduto em menos de um ano de operações;

3. A demanda por gás natural em Porto Velho e entorno (250 km) é estimada em 248.483 m³/dia;
4. A indústria cerâmica responde por 80% desta demanda, constituindo-se no setor de maior potencial de consumo, após o setor elétrico;
5. As reservas de gás da província de Urucu não autorizam a extensão do gasoduto para além da fronteira do estado, estando integralmente comprometidas com os mercados de Manaus e Porto Velho;
6. O gasoduto virtual – GNC – poderá expandir a área de atendimento com gás natural, antecipando consumo e ampliando o mercado de gás;
7. As vantagens ambientais do gás em relação aos derivados de petróleo contribuirão para a redução das emissões de gases tóxicos, do efeito estufa e das chuvas ácidas;
8. Além das vantagens econômicas para o setor de transporte de passageiros, haverá redução da poluição urbana com o uso do GNV;
9. A disponibilidade de gás natural é capaz atrair indústrias ainda não presentes no parque industrial do estado, devido às suas características e propriedades, o que poderá gerar novos efeitos positivos sobre a economia e o desenvolvimento local.

Referências

Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. **Nota Técnica nº 120/2005 – SRC/ANEEL**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/440.htm>>. Acesso em: 14jul.2006. Brasília: set.2005

_____. **Relatório de Acompanhamento de Estudos e Projetos de Usinas Hidrelétricas**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/428.htm>>. Acesso em: 12jul.2006.

_____. **Ofício nº 211-DR/ANEEL**, de 8 de agosto de 2006. Encaminhado à Comissão da Amazônia, Integração Nacional e Desenvolvimento Regional da Câmara de Deputados. Brasília: 2006

Agência Nacional do Petróleo - ANP. **Panorama da Indústria de Gás no Brasil: Aspectos Regulatórios e Desafios**. Rio de Janeiro: Jul.2002

_____. **Glossário**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 2dez.2004

_____. **Anuário Estatístico - 2005**. Disponível em: http://www.anp.gov.br/conheca/anuario_2005.asp. Acesso em: 14abr.2005

_____. **Dados Estatísticos Mensais**. Vendas de Combustíveis. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/petro/dados_estatisticos.asp>. Acesso em: 2set.2005.

_____. **Levantamento de Preços de Combustíveis**. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/petro/glp_consolidado>. Acesso em: set.2006

ALONSO, Paulo Sergio Rodrigues. **Estratégias Corporativas Aplicadas ao Desenvolvimento do Mercado de Bens e Serviços**: Uma nova abordagem para o caso da indústria de gás natural no Brasil. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro: 2004.

A Crise Energética. **ALTO MADEIRA**, Porto Velho, p.1, 01maio.1991.
AMARAL, Ricardo. O Estado Próximo do Século Passado. **O GLOBO**, Rio de Janeiro, 17jan.1993, Seção “O País”, p.8.

ANDRADE, Gézio Rangel. **Depoimento**. Audiência Pública na Comissão da Amazônia da Câmara dos Deputados em 26/10/2005. Disponível em: <<http://www2.camara.gov.br/comissoes/caindr/reunioes>>. Acesso em: jul.2006

ARAGÓN, Luis E. Há Futuro para o Desenvolvimento Sustentável na Amazônia? **O Futuro da Amazônia**. Dilemas, Oportunidades e Desafios no Limiar do Século XXI. Alex Fiúza de Mello (Org.), p. 33-53. Belém: Universitária, 2002.

Associação Brasileira da Indústria de Plásticos - ABIPLAST. **Perfil da Indústria Brasileira de Transformação de Materiais Plásticos - 2005**. Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br/dados/estatisticas/a20.pdf?644230>>. Acesso em: 15jun.2006.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR 6023/2002**. Informação e Documentação Referências – Elaboração. Rio de Janeiro: 27p.

AZEVEDO, Jose S. Gabrielli. **Plano de Negócios 2007-2011**. Disponível em: <http://www2.petrobras.com.br/ri/port/ApresentacoesEventos/ConfTelefonicas/pdf/PlanoNegocios20072011_Port.pdf>. Acesso em: 4set.2006.

Banco Central do Brasil - BACEN. **Taxas de Câmbio**. Disponível em: <<http://www5.bcb.gov.br/pec/taxas/port/PtaxRPesq.asp?idpai=txcotacao>>. Acesso em: 4set.2006.

_____. **Serviços ao Cidadão**. Correção de Valores. Disponível em: <<http://www4.bcb.gov.br/pec/correcao/indexCorrige.asp?u=corrige.asp&id=correcao>> Acesso em: 5abr.2005

BASTOS, Lília da Rocha *et al.* **Manual para a Elaboração de Projetos e Relatórios de Pesquisa, Teses, Dissertações e Monografias**. LTC: Rio de Janeiro: 2001.

BARRETO, Henyo Trindade. Alternativas de Abastecimento e de Uso do Gás Natural para Geração de Energia e Outros Usos na Região Norte. Caso Urucu – Porto Velho.ppt. In: **Seminário Potencialidades e Alternativas Energéticas para a Região Amazônica**. Porto Velho: 11 set.2003. CD-ROM. Windows.

BARTHOLO Jr., Roberto S., BURSZTYN, Marcel, **Amazônia Sustentável. Estratégia de Desenvolvimento Rondônia 2020**. IBAMA, Brasília: 1999.

BASSAN, Dilani S.; SIEDENBERG, Dieter Rugard. Desenvolver Buscando a Redução das Desigualdades. In: **Desenvolvimento Regional. Abordagens Interdisciplinares**, p.137-153. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2003.

BECKER, Bertha K. **Reflexões sobre Políticas de Integração Nacional e Desenvolvimento Regional**. Brasília: MIN, 2000.

BINSZTOK, Jacob. Camponeses de Rondônia. In: **Ciência Hoje**. Nº 228, vol.38, jul.2006, p.30-35. Rio de Janeiro: SBPC, 2006.

BP p.l.c. **BP Statistical Review of World Energy** June 2006. Disponível em: <<http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=91&contentId=7017990>>. Acesso em: 04set.2006

BRANCO, Samuel Murgel, **Energia e Meio Ambiente**. São Paulo: Moderna, 2004.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado, 1988.

_____. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE. Portaria nº 218 de 05/abr/1993. Cria a Conta Consumo de Combustíveis – CCC. Brasília: 1993.

_____. Agência Nacional do Petróleo. **Portaria ANP nº 170**, de 26 de novembro de 1998. Regulamenta o transporte de petróleo e seus derivados, gás natural e biodiesel. Publicada no Diário Oficial da União de 27 de novembro de 1998.

_____. **Programa Brasil em Ação – Dois Anos**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/publica.htm>. Acesso em: 22jun.2006. Brasília: 1998.

_____. Agência Nacional do Petróleo. **Portaria ANP nº 104**, de 8 de julho de 2002. Aprova o regulamento Técnico que estabelece a especificação do gás natural a ser comercializado no país. Publicada no Diário Oficial da União de 9jul.2002.

_____. Agência Nacional do Petróleo. **Resolução ANP nº 27** de 14 de outubro de 2005. Regulamenta o uso das instalações de transporte dutoviário de gás natural. Publicada no Diário Oficial da União de 17out.2005.

_____. Governo Federal. **Plano Amazônia Sustentável**. Cenários Propostos para um Novo Desenvolvimento Regional. Resumo Executivo. Brasília, 2006.

CAMACHO, Fernando Tavares. **Regulação da Indústria de Gás Natural no Brasil**. Rio de Janeiro: Interciência, 2005.

CARVALHO, Luiz Carlos Cabral. **Logística de Abastecimento de Derivados de Petróleo na Região de Influência da Refinaria de Manaus**: Estudo de Viabilidade. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

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

Centrais Elétricas Brasileiras - ELETROBRAS. **Plano de Operação 2006. Sistemas Isolados**. GTON/CTP-001/2006. Brasília: jan.2006.

_____. **Plano Anual de Combustíveis. Sistemas Isolados - 2006**. RN nº 208 de 31/jan/2006, Brasília: jan.2006.

Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A - ELETRONORTE. **Interligação Elétrica entre o Sistema Rondônia e Rede de Transmissão Sudeste-Centro Oeste**. Palestra proferida em 07/abr/2003

_____. **Projeção da Demanda de Energia Elétrica e Perspectivas Sócio-econômicas - Ciclo 2004**. Brasília: Abr.2005.

_____. **Relatório Integrado do Desempenho Empresarial da Unidade de Negócios de Rondônia 1994–2005**, Porto Velho: 2006.

Centrais Elétricas de Rondônia S/A - CERON. **Unidades Geradoras Paralisadas - 19/fev/1991**. Acervo próprio, não publicado. Porto Velho: 1991.

_____. **Relatório Interno**. Apresentado ao Governador do Estado em 16 de março de 1992. Acervo próprio, não publicado. Porto Velho: mar.1992.

_____. **Boletim Estatístico**. Ceron 2000. Porto Velho: [2001?]

_____. **Relatório Anual da Administração 1998-2005**. Disponível em: <<http://www.ceron.com.br/corp/princ.htm>> Acesso em: 2out.2005. Porto Velho: 2005.

_____. **Memória de Cálculo Projeção Ciclo 05** – 2005-2016. Porto Velho: [2005]

_____. **Relatórios Mensais de Produção 1994-2005**. Porto Velho: 2006.

_____. **Relatório Mensal – Energia Suprida - 2005**. Porto Velho: 2006.

_____. **Suprimento de Energia Elétrica Localidades Isoladas**. Apresentação à Eletrobrás. 17ago.2006. Porto Velho: 2006.

Centro de Tecnologia do Gás – CTGAS. **Transporte do GN**. Disponível em: <<http://www.ctgas.com.br/template02.asp?parametro=2548>>. Acesso em: 4set.2006.

CHIEREGATI, Luiz Antônio. **Parecer Técnico sobre Argilas de Rondônia para uso Cerâmico**. Relatório de Viagem. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Porto Velho: fev/2000. Não paginado.

Comissão Pastoral da Terra - CPT. Documento Final. In: **V Seminário Sobre o Gás Natural de Urucu**. 10-12out.2002. Disponível em: <<http://www.amazonia.org.br/arquivos/39891.doc>>. Acesso em: 09ago.2004. Manaus: 2002.

COSTA, Fernando Córner. **Gás Natural Liquefeito**. Disponível em: <<http://www.gasbrasil.com.br/tecnicas/artigos/artigo.asp?arCod=300>>. Acesso em: 7fev.2004.

COSTA, Heloise Helena Lopes Maia da. Nova Regulamentação da Atividade de Distribuição de Gás Natural Comprimido a Granel. In: **Seminário Rio Oil & Gás**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/>>. Acesso em: 05mar.2006.

DALLABRIDA, Valdir Roque; SIEDENBERG, Dieter Rugard; FERNÁNDEZ, Victor Ramiro. Desenvolvimento Territorial: Uma Revisão Teórica na Perspectiva da Territorialização do Desenvolvimento. In: **Desenvolvimento Regional. Capital Social, Redes e Planejamento**, p. 101-133. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2004.

DE MASI, Domenico. A Sociedade pós-Industrial. São Paulo: Senac, 1999

DOMINGUES, P.C. Magalhães. **A Interconexão Elétrica dos Sistemas Isolados da Amazônia ao Sistema Interligado Nacional**. Dissertação (Mestrado em

Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis: 2003.

DOURADO, Rosana Aparecida, **Formulação de um Modelo de Projeção de Demanda de Energia Elétrica Aplicado a Sistemas Isolados em Desenvolvimento Natural**: O caso da Ceron. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis: 2004.

DUKE Energy Brasil. **Dicionário de Energia Elétrica**. Terminologia do Setor Elétrico Brasileiro. São Paulo: 2002.

Empresa de Pesquisa Energética - EPE. **Plano Nacional de Energia 2030**. Geração Hidrelétrica e Fontes Renováveis / Gás Natural. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/Estudos.htm>>. Acesso em: 7jul.2006.

Energy Information Administration - EIA – DOE. **International Energy Outlook – 2005**. Disponível em: <<http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html>>. Acesso em: 16jun.2006.

_____. **Energy Calculator**. Common Units and Conversions. Disponível em: <http://www.eia.doe.gov/kids/energyfacts/science/energy_calculator.html#natgascalc>. Acesso em: 4set.2006.

_____. **Europe Brent Spot Price FOB (Dollars per Barrel)**. Disponível em: <<http://tonto.eia.doe.gov/dnav/pet/hist/rbrteM.htm>>. Acesso em: 08ago.2006.

Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (Portugal) - ERSE. Disponível em: <<http://www.erse.pt/vpt/entrada/gasnatural/actividadesdosector/recepcaoorgasedut>>. Acesso em: 16jun.2006

FEARNSIDE, Philip M. **Brazil's Samuel Dam: Lessons for Hydroelectric Development Policy and the Environment in Amazonia**. Disponível em: philip.inpa.gov.br/publ_livres/Preprints/2005/SAMUEL-EM-8.pdf. Acesso em: 1jul.2005

_____. Gases de Efeito Estufa em Hidrelétricas da Amazônia (p.41-44). In: **Ciência Hoje**, v.35, nº 211, dez.2004. Rio de Janeiro: SBPC, 2004

Federação das Indústrias do Estado de Rondônia - FIERO. **A Indústria de Rondônia**. Propostas para o Desenvolvimento Industrial. Porto Velho: [1989?]

_____. **Rondônia - Perfil Socioeconômico Industrial**. Porto Velho: 2003.

_____. **Perfil dos Setores Produtivos de Rondônia**. Porto Velho: 2005.

_____. **Cadastro Industrial de Rondônia**. Base de dados interna. Porto Velho: 2006.

FERREIRA, Aurélio B.H. **Dicionário Aurélio Eletrônico** – Século XXI. Versão 3.0. LexikonInformática: nov.1999.

FURNAS, Centrais Elétricas S/A; ODEBRECHT, Construtora Norberto. **Complexo do rio Madeira**. Avaliação Ambiental Estratégica. Rio de Janeiro: 2005.

GASNET. **O Gás - a Matéria Prima**. Disponível em:
<http://www.gasnet.com.br/novo_gasnatural.asp>. Acesso em: 15/06/2006

GIDDENS, Anthony. **Conseqüências da Modernidade**. São Paulo: Editora Universidade Estadual Paulista, 1991.

GOMES, Gabriel. Petroquímica: Um Setor de Capital Intensivo. In: **Seminário: Petroquímica - Desafios e Oportunidades**. Câmara de Comércio Brasil-EUA, Rio de Janeiro: Ago.2005.

GRABOIS, Ana Paula. **Petrobras eleva em 71% investimento em gás e energia, para US\$ 22,1 bilhões até 2011**. Valor OnLine. Disponível em:
<[http://www.valoronline.com.br/valoronline/Geral/empresas/111/Petrobras+eleva+em+71+investimento+em+gas+e+energia+para+US\\$+221+bilhoes+ate+2011,,,111,3820424.html](http://www.valoronline.com.br/valoronline/Geral/empresas/111/Petrobras+eleva+em+71+investimento+em+gas+e+energia+para+US$+221+bilhoes+ate+2011,,,111,3820424.html)>. Acesso em: 01ago.2006.

GUILLEN, Cláudia. **Mensagem por Telefax**. Recebida de Rondônia Refrigerantes, em 30ago.2006. Porto Velho: 2006

GUIMARÃES, Kátia Ferreira da Costa Orlando, **Os Efeitos Positivos na Conversão do Combustível Líquido para Gás Natural [...]**. Monografia (Especialização em Tecnologia de Gás Natural), Uniderp, Campo Grande: set.2004.

Iniciativa para Integração da Infra-estrutura Regional Sulamericana - IIRSA –
Disponível em:
<http://www.iirsa.org/BancoConocimiento/C/cartera_de_proyectos_del_eje_peru-

brasil-bolivia/cartera_de_proyectos_del_eje_peru-brasil-bolivia.asp?CodIdioma=POR&CodSeccion=28>. Acesso em: 16jul.2006

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Contas Regionais**. PIB de Rondônia. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Contas_Regionais/2003/UF/>. Acesso em: 18ago.2005.

_____. **Projeção da População**. Estimativas 1980-2010. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_Projecoes_Populacao/>. Acesso em: 7abr.2005

_____. **Cidades@**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. Acesso em: 12jan.2006.

_____. **Participação das Grandes Regiões e Unidades da Federação no Valor Adicionado Bruto do Brasil** por Atividade Econômica (2000–2003). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2003/tabela08.pdf>. Acesso em: 15jul.2006.

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA. **Amazônia – Informações Científicas**. Disponível em: <http://www.inpa.gov.br/amazonia.html>. Acesso em 08jul.2006.

International Energy Agency - IEA. **Integrating Energy and Environmental Goals**. Investment Needs and Technology Options. Milão (Itália): IEA, 2003.

_____. **World Energy Outlook – 2004**. Paris (França): Stedi, 2004.

KEELING, Charles D., WHORF, T.P. **Atmospheric Carbon Dioxide Record from Mauna Loa**. Disponível em: <http://cdiac.ornl.gov/trends/co2/sio-mlo.htm>. Acesso em: 4set.2005

LENTINI, Marco et al. **Fatos Florestais da Amazônia – 2005**. IMAZON, Belém: 2005.

LIMA, Abnael Machado de. **Terras de Rondônia**. Aspectos Físicos e Humanos. Porto Velho: OFF-7, 1996.

LIMA, Eduardo. **Publicação eletrônica**. Mensagem recebida por marrocos@ronet.com.br, de White Martins Gases Industriais, Gerência de Negócios - Gás Natural, em 21fev.2006.

LIMA, Maria Regina Soares; COUTINHO, Marcelo Vasconcelos. Globalização, Regionalização e América do Sul. In: **Análise de Conjuntura OPISA**, nº 6, mai.2005. Rio de Janeiro: IUPERJ/UCAM, 2005. Disponível em: <<http://observatorio.iuperj.br/04b.htm>>. Acesso em: 07jul.2006.

LLORENS, Francisco Albuquerque. **Desenvolvimento Econômico Local**. Caminhos e Desafios para a Construção de uma Nova Agenda Política. Rio de Janeiro: BNDES, 2001.

LOSS, João Carlos. **Projeto Gasoduto Urucu – Porto Velho**. Apresentação da ANP, out.2001. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 29maio.2006.

LOUREIRO, Violeta Refkalefsky. Amazônia: uma história de perdas e danos, um futuro a (re)construir. **Estud. av.**, São Paulo, v. 16, n. 45, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v16n45/v16n45a08.pdf>>. Acesso em: 23Ago.2006.

MAIURI, Dalton Rubens. **A Regionalização da Geração de Energia como Fator de Desenvolvimento**: o Caso da Região de Itapeva, SP. Dissertação (Mestrado em Energia), Universidade de São Paulo. São Paulo: 2001.

MANNARINO, Ronaldo P., Impactos Socioeconômicos da Entrada do Gás Natural na Matriz Energética do Amazonas, In: **T&C Amazônia**, Ano II, Nº 6, p.15-22. Manaus: jan.2005.

MARCUSSO, José Luis. **Plano Diretor para Desenvolvimento da Produção de Gás Natural e Petróleo da Bacia de Santos**, Apresentação do Gerente-Geral da UN de E&P da Bacia de Santos (UN-BS) em maio-2006, Sede do IBP, Rio de Janeiro: Disponível em: www.ibp.org.br. Acesso em: 5maio.2006.

MARTA, José Manoel Carvalho. **Imperialismo, Globalização e Energia**: O Caso de Mato Grosso. Tese (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos), Universidade Estadual de Campinas. Campinas: 2001.

MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. **Manifesto do Partido Comunista**. São Paulo: Escriba, [196-]

Ministerio de Energia e Minas - MEM. **Ventajas del Uso del Gas Natural en la Industria.** Lima (Peru): 2005.

Ministério da Integração Nacional - MIN. **Diagnóstico e Cenarização Macrossocial da Amazônia Legal:** Panorama Social da Região Amazônica - 1970/96. Acordo SUDAM/PNUD. Belém: 2001.

Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Biodiversidade Brasileira:** Avaliação e Identificação de Áreas e Ações Prioritárias para a Conservação, Brasília: MMA/SBF, 2002.

Ministério de Minas e Energia - MME. **Balanço Energético Nacional:** BEN – 2005, Brasília: 2005.

_____. **Plano Decenal de Expansão.** Sumário Executivo 2003-2012. Brasília: 2002.

_____. **Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2006-2015.** Disponível em: www.mme.gov.br. Acesso em: 8abr.2006. Brasília: 2006.

MONTANA Pinasa - Madeiras. **Carvão.** Disponível em: <<http://sacrahome.net/montana/node/114>>. Acesso em: 8set.2006

MONTENEGRO, Ricardo S.P., SHI KOO PAN, Simon. Gás Natural para a Produção de Eteno no Estado do Rio de Janeiro. In: **BNDES Setorial**, nº 12, p. 135-160, set.2000. Rio de Janeiro: 2000.

MORAES, Eduardo de. O Mercado de Ar-Condicionado e Refrigeração a Gás Natural. **Revista Gás Brasil.** Ano II, Nº 6, p.62. Cotia: 2004.

MORET, Artur de Souza. **Biomassa Florestal, Petróleo e Processo de Eletrificação em Rondônia.** Análise das Possibilidades de Geração Descentralizada de Eletricidade. Tese (Doutorado em Planejamento de Sistemas Elétricos). Universidade Estadual de Campinas. Campinas: 2000.

MORET, Artur de Souza; BORRERO, Manoel Antonio Valdes. **Contribuição de combustíveis alternativos na produção de energia elétrica:** uma previsão a partir de resíduos agrícolas para o estado de rondônia. In: X Congresso Brasileiro de Energia, p.172-180. Rio de Janeiro, 2004.

MS – Ministério da Saúde. **Evolução de Casos de Malária** de 1980 a 2005. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/malaria_2006.pdf>. Acesso em: 03set.2006

NERI, Jucas Tadeu C. F. **Um Enfoque Sobre o Projeto Cerâmicas do CTGas**. Disponível em: <http://www.ctgas.com.br/tecnologia/um_enfoque_sobre_o_projeto_ceramicas_do_ctgas.pdf>. Acesso em: 10jul.2006.

NERI, Judas T.C.F. *et al.* **Conversão de Fornos Cerâmicos para Gás Natural**. A Experiência do CTGás no Rio Grande do Norte. Out.2000. Disponível em: <<http://www.ctgas.com.br/template02.asp?parametro=64>>. Acesso em: 6fev.2006

PERRUT, Fabio Marques. **Potencial para Difusão das Tecnologias Alternativas ao Transporte do Gás Natural no Brasil**: O Caso Gás Natural Comprimido e Gás Natural Liquefeito. Monografia de Bacharelado. Instituto de Economia. UFRJ, 2005.

_____. Potencial de Difusão de GNC e GNL no Brasil. In: **Boletim Infopetro**, Ano 6, nº 4, jul/ago.2005. Instituto de Economia - UFRJ, 2005.

Petróleo Brasileiro S/A - PETROBRAS. **Relatório de Impactos Ambientais**. Gasoduto Coari-Manaus. Manaus: 2004.

Petrobrás Gás S/A - GASPETRO. **Estudo de Impacto Ambiental do Gasoduto Urucu – Porto Velho, Rev. 01**. mar.2001. CD-ROM.

PORTO, Márcio A.A. **Complexo Hidrelétrico do rio Madeira**. Câmara dos Deputados. Audiência pública da Comissão Permanente da Amazônia, Integração Nacional e de Desenvolvimento Regional, em 9maio.2006. Brasília: 2006.

PORTO VELHO - Prefeitura Municipal. **Estimativas da População Residente**. Porto Velho e Distritos. Porto Velho, 2006.

PRAÇA, Eduardo Rocha. **Distribuição de Gás Natural no Brasil**: Um Enfoque Crítico e de Minimização de Custos, Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/atlas/instalacao/index.php>>. Acesso em: 15nov.2006

RIFKIN, Jeremy, **A Economia do Hidrogênio**. Quando não Houver mais Petróleo, São Paulo: M.Books, 2003.

RIZZO, Luis Gustavo Pascual, PIRES, Marcos Cordeiro, **A Questão Energética: da Exaustão do Modelo Fóssil ao Desafio da Sustentabilidade**. Revista de Economia & Relações Internacionais, vol.3(6), jan.2005.

RONDÔNIA (Estado). Secretaria da Agricultura, da Produção e do Desenvolvimento Econômico e Social. **Relatório de Gestão 2005**. Porto Velho: 2005.

SANTOS, Antonio L. Fernandes. **Metodologia para Previsão e Decisão de Investimentos Tecnológicos em Gás Natural**. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

SANTOS, Edmilson Moutinho dos, *et all*, **Gás Natural**. Estratégias para uma Energia Nova no Brasil. São Paulo. Annablume, 2002.

SAUER, Ildo Luis. O Papel do Gás Natural na Matriz Energética e seu Impacto no Desenvolvimento Sustentável na Amazônia. In: **II Fórum de Temas de Interesse da Amazônia Ocidental**, Auditório da Suframa. Manaus: set/2003.

SCHAEFFER, Roberto. A Questão Ambiental na Geração Termelétrica. In: **Seminário de Geração a Gás**, Auditório do CTGás. Natal, ago.2002. Disponível em: <http://www.ctgas.com.br/template02.asp?parametro=4293>. Acesso em: 10jun.2006.

SEVÁ FILHO, Arsênio Oswaldo, **Análise Preliminar Técnica e Ambiental da Produção e do Escoamento de Óleo e Gás em Urucu [...]**. 21p. Disponível em: http://fit.fem.unicamp.br/~seva/relat_urucu_seva_set99.pdf. Acesso em: 1mar.2006

SILVA, Fábio Carlos da. Raízes Amazônicas, Universidade e Desenvolvimento Regional. p.55-70. **O Futuro da Amazônia**. Dilemas, Oportunidades e Desafios no Limiar do Século XXI. Alex Fiúza de Mello (Org.). Belém: Universitária, 2002.

SOUZA, Elaine Raquel. **Publicação eletrônica**. Mensagem da Central de Atendimento Brastemp recebida por marrocos@ronet.com.br, em 04jan.2006.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno, OLIVEIRA, Ricardo Gorini de, CAMPOS, Adriana Fiorotti, **As Empresas do Setor Elétrico Brasileiro**. Estratégias e Performance. Rio de Janeiro: Cenergia, 2002.

VARGAS, Jose Israel; ALVIM, Carlos Feu. Preços de Petróleo: O Terceiro Choque?. In: **Economia & Energia**, Ano VIII, nº47, Dez-2004/Jan2005. Disponível em: <http://ecen.com/eee47/eee47p/precos_petroleo_3choq.htm>. Acesso em: ago.2006

WERTHEIM, Peter Howard, Perspectivas Promissoras para o Desenvolvimento do Gás natural no Amazonas, **Oil & Gas Journal Latinoamerica**, jul-ago,2004. Disponível em: <http://www.gasnet.com.br/artigos/artigos_view2.asp?cod=522> Acesso em: 9mar.2005.

WITTMANN, Milton Luiz; DOTTO, Dalva Maria Righi; BOFF, Vilnar Antonio. Estruturas Organizacionais em Rede e Desenvolvimento Regional: Contextualização e Complexidades. p.11-35. In: **Desenvolvimento Regional: Capital Social, Redes e Planejamento**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2004.

Revista Brasil Energia, **Percalços do Gás Natural na Indústria**, Dez, 2002

APÊNDICE A – Histórico do Gás Natural na Amazônia

Carvalho (2002, p.19) historiando a produção de petróleo na região, diz: “A história da exploração do petróleo no Brasil envolve três fases principais: antes do monopólio da Petrobras, entre 1858 a 1953, a fase de monopólio, que foi de 1953 a 1997, e a fase após o monopólio, a partir de 1997”. Em 1917 o Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil perfurou o primeiro poço exploratório, o S-1, em busca de carvão mineral e outros combustíveis fósseis. A partir de 1938, a pesquisa de petróleo em todo o Brasil ficou a cargo do Conselho Nacional de Petróleo - CNP. Somente em 1954, a Petrobrás, recém criada em 1953, descobriu óleo bruto em quantidades não comerciais em Nova Olinda, Autáz Mirim e Maués (AM). Seguiu-se um período de insucessos, inclusive na descoberta o campo de gás de Pirapema (AP), em 1976 (SAUER, 2003, slide3) e (CARVALHO, 2002, p.20).

Em 1978 foi descoberto gás natural na Bacia do Solimões, na região do rio Juruá (Tefé-AM). A Petrobrás, baseada nas evidências e possibilidades produtivas da bacia do Solimões, manteve um programa exploratório que resultou, em julho de 1986, na descoberta das jazidas de gás e petróleo na região do rio Urucu, em Coari (AM). Em 1987 o MME criou um Grupo de Trabalho com a incumbência de avaliar a viabilidade econômica das reservas, o qual concluiu favorável ao aproveitamento.

Segundo Mannarino (T&C, 2005, p.16), o escoamento do petróleo produzido no campo de Urucu foi iniciado em 1988, por meio de balsas-tanque, através do rio Urucu. A dificuldade do transporte na vazante do rio obrigou a construção de um oleoduto até o rio Tefé, de maiores dimensões, em 1989. No entanto, persistiram os problemas derivados da operação da grande quantidade de balsas necessárias. Em 1996 foi construído o poliduto Urucu-Coari (margem direita do rio Amazonas) capaz de escoar 60 mil barris de petróleo e gás de cozinha por dia. Em 1999 foi acrescentado um gasoduto. Tendo em vista o suprimento da Refinaria de Manaus, que abastece toda a região de derivados básicos de petróleo, foram realizados investimentos de vulto no conjunto industrial do Pólo Arara, na região de Urucu.

O aumento da capacidade de processamento nas UPGN do Pólo Arara tornou possível o início do aproveitamento comercial do gás natural seco ali produzido. Atualmente, a Petrobrás usa parcela menor do gás nas próprias instalações – geração de energia, tochas de segurança, força motriz, etc. – enquanto a maior parte é reinjetada nos poços. A seqüência de eventos que antecipam a

comercialização do gás natural na Amazônia, a concretizar quando forem concluídos os gasodutos Coari-Manaus e Urucu-Porto Velho, pode ser assim resumida:

- 1917 – perfuração do primeiro poço exploratório;
- 1954 – descoberta de petróleo em Nova Olinda, Autáz Mirim e Maués (AM);
- 1956 – inauguração da Refinaria de Manaus;
- 1976 – descoberta de gás em Pirapema (AP);
- 1978 – ano da descoberta da Província de gás do Juruá (AM);
- 1986 – foi descoberta a Província Petrolífera do Urucu (AM);
- 1988 - início da produção comercial de petróleo no Urucu.

O propósito de promover o aproveitamento do gás natural recebeu impulso quando a Comissão designada pela Portaria MME 128/95, para “analisar e identificar a alternativa mais adequada – quanto aos aspectos estratégicos, de desenvolvimento regional, técnico-econômico-ambiental e de viabilização da sua implantação – referente ao suprimento de energia elétrica aos nove estados da Amazônia Legal” concluiu que o suprimento aos estados de Rondônia e Acre deveria “ter como fonte primária de energia o gás natural da bacia do Urucu e Juruá, através de seu transporte até Porto Velho” (DOMINGUES, 2003, p.65, 66). A partir daí, diversas ações tiveram curso com esse objetivo. Assim:

Em agosto de 1996 foi assinado Protocolo de Intenções entre a Petrobrás e o setor elétrico, com a interveniência do MME e do governo do Amazonas, estabelecendo condições básicas para o aproveitamento do gás (GASPETRO, 2001, Cap.2, p.3).

Em abril de 1997, a diretoria da Petrobrás aprovou a decisão do transporte do gás de Urucu via gasoduto, recomendando à Gaspetro os estudos de viabilização.

Em 1999 foi descoberto o 1º campo de gás na Bacia do Amazonas (Uatumã).

Em junho de 1999 foi assinado Termo de Compromisso entre a Petrobrás e o Estado do Amazonas para desenvolvimento do gasoduto Coari-Manaus. Posteriormente, foi denunciado pelo governo do Estado.

No período seguinte, ações de cunho mais político que técnico, econômico ou ambiental, resultaram em atrasos na implementação dos gasodutos, principalmente o de Porto Velho. Debateram-se as opções de transporte por meio de gasoduto ou

barcaças de GNL e questionaram-se a ação legislativa e regulatória que o Estado do Amazonas pretendeu realizar.

Em junho de 1999 foi assinado Termo de Compromisso entre Gaspetro, Petrobrás, Eletronorte e Rongás, com a interveniência do MME e do governo de Rondônia, estabelecendo que o gasoduto Urucu-Porto Velho seria construído e operado por uma SPE – Sociedade de Propósito Específico.

Em fevereiro de 2001 foi encaminhado ao IBAMA o pedido de licença prévia para construção do gasoduto.

Em março de 2001 o EIA-RIMA foi entregue ao IBAMA para análise.

Em abril de 2001, o mesmo EIA-RIMA foi entregue ao IPAAM e à SEDAM (órgãos ambientais do Amazonas e Rondônia, respectivamente).

Em maio de 2000 foi assinado Acordo de Implementação entre Petrobrás, Gaspetro, Eletronorte e Rongás, com interveniência do MME, Eletrobrás e governo de Rondônia, para construção do gasoduto Urucu-Porto Velho com capacidade para 2 milhões de m³/dia, sendo 1,7 milhão para geração de energia elétrica e 0,3 milhão de m³/dia para outros fins (MME, 2006). O Acordo previa o gasoduto em operação em julho de 2004.

Em outubro de 2001 foi criada a Transportadora TNG Participações como proprietária do gasoduto, uma associação entre a Gaspetro e a Dutonorte, cada uma com 50% das quotas da empresa. A Dutonorte, por sua vez, é uma associação da transnacional El Paso (50%) com a brasileira Termogás (50%).

Em outubro de 2002, o IBAMA expediu a Licença Prévia nº 133/2002 para construção do gasoduto Urucu-Porto Velho em nome da Gaspetro.

Em abril de 2003 a justiça concedeu liminar em ação impetrada pelo Ministério Público Federal no Amazonas, suspendendo os efeitos da Licença Prévia nº 133/2002.

Em maio de 2004, o MPF-AM, Gaspetro, TNG, IBAMA e IPAAM firmaram Termo de Compromisso quanto à adoção de medidas de proteção e compensação ambiental por parte dos empreendedores, relativo à construção do gasoduto.

Em maio de 2004, após assinatura de Termo de Compromisso, o MPF-AM retirou a ação que impedia o licenciamento do gasoduto, revalidando a LP-133/02.

Em fevereiro de 2005, através de decreto presidencial, foi criada a Flona Balata-Turfari, com área de 802.023 hectares, envolvendo os municípios de Tapauá e Canutama, no Amazonas.

Em 29 de agosto de 2005, foi publicado o Decreto nº 5.025, tornando de utilidade pública para fins de desapropriação, imóveis, constituídos de terras e benfeitorias, necessários à construção do gasoduto Urucu-Porto Velho.

Em setembro de 2005, após ajustes e complementações ao EIA-RIMA original e reconsideração pelo MPF-AM, o IBAMA concedeu Licença de Instalação para dois trechos do gasoduto. O trecho I iniciando em Urucu e terminando no limite superior da Flona Balata-Tufari. O trecho II, iniciando em Porto Velho e terminando no limite inferior da mesma Flona. O gasoduto percorre os municípios de Coari, Tapauá e Canutama, no Amazonas e Porto Velho em Rondônia.

Em março de 2006 o IBAMA concedeu Licença de Instalação para o percurso total do gasoduto, embora alguns condicionantes impostos possam protelar por mais alguns anos sua construção.



Figura 6.1 Província de Urucu e Gasodutos de Manaus (em construção) e Porto Velho (planejado).

Fonte: (SAUER, 2003)

APÊNDICE B - Glossário

Acesso livre - acesso de terceiros aos dutos e terminais marítimos destinados à movimentação de petróleo, seus derivados e gás natural.

Blackout – Perda total da potência elétrica fornecida pela concessionária dos serviços elétricos.

City gate – conjunto de instalações contendo tubos coletores e sistema de medição de gás natural oriundo de uma concessão, de uma UPGN, de um sistema de transporte ou de um sistema de transferência de Custódia de Gás Natural “Estação de Entrega e Recebimento de Gás Natural” ou “Estação de Transferência de Custódia de Gás Natural” (ANP).

Combustível fóssil - substância mineral composta de hidrocarbonetos e usada como combustível. São combustíveis fósseis: o carvão mineral, o xisto, o petróleo e o gás natural.

Distribuição: atividade de comercialização por atacado com a rede varejista ou com grandes consumidoras de combustíveis, lubrificantes, asfaltos e gás liquefeito envasado, exercida por empresas especializadas, na forma das leis e regulamentos aplicáveis. A atividade de distribuição compreende a aquisição, armazenamento, transporte, comercialização e o controle de qualidade dos combustíveis líquidos derivados de petróleo, álcool combustível e outros combustíveis automotivos.

Efeito estufa – aquecimento da atmosfera terrestre, provocada pelo represamento de radiações de ondas longas irradiadas para o espaço, por meio de gases. Os principais responsáveis por esse efeito são: gás carbônico, vapor d’água, metano, e óxido nítrico.

Flare - equipamento de segurança utilizado na queima de gases em operação normal da unidade industrial e, dimensionado para queimar todo o gás gerado na pior situação de emergência.

Gas lift – Processo artificial de extração de óleo bruto em reservatórios com pressão insuficiente, através da injeção de gás comprimido no poço.

Gás natural – todo hidrocarboneto ou mistura de hidrocarbonetos que permaneça em estado gasoso ou dissolvido no óleo nas condições originais do reservatório, e que se mantenha no estado gasoso nas condições atmosféricas normais (ANP).

Hidrocarbonetos – Compostos químicos formados exclusivamente por átomos de carbono e hidrogênio, principais constituintes dos combustíveis fósseis.

Midstream – atividades industriais intermediárias entre a fase inicial (exploração) e a final (refino e venda). Refere-se, principalmente, ao transporte dutoviário.

Monopólio natural – atividade econômica onde a economia de escala resulta em custo médio de produção menor, quando há um só produtor.

Off shore – Instalações de pesquisa, exploração e produção de petróleo ou gás natural, localizadas no mar.

Parafina – Hidrocarbonetos de cadeia saturada.

Petróleo – todo e qualquer hidrocarboneto líquido em seu estado natural, a exemplo do óleo cru e condensado (ANP).

Reservas: recursos descobertos de petróleo e gás natural comercialmente recuperáveis a partir de uma determinada data.

Reservas Desenvolvidas: reservas de petróleo e gás natural que podem ser recuperadas através de poços existentes e quando todos os equipamentos necessários à produção já se encontram instalados.

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

Reservas Provadas: reservas de petróleo e gás natural que, com base na análise de dados geológicos e de engenharia, se estima recuperar comercialmente de reservatórios descobertos e avaliados, com elevado grau de certeza.

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

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

Upstream – Etapas iniciais do processo de industrialização de petróleo ou gás natural, envolvendo a exploração, produção e transporte.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)