

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL – PUCRS
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE E ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA DO DESENVOLVIMENTO**

PATRICIA NASI SANDES

**DEMANDA RESIDENCIAL POR FONTES ENERGÉTICAS
RENOVÁVEIS NO RIO GRANDE DO SUL
2008-2009**

Porto Alegre
2013

PATRICIA NASI SANDES

DEMANDA RESIDENCIAL POR FONTES ENERGÉTICAS RENOVÁVEIS
NO RIO GRANDE DO SUL
2008/2009

Dissertação apresentada como requisito parcial para o grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Economia do Desenvolvimento da Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Inácio de Moraes

Porto Alegre
2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**S217d**

Sandes, Patricia Nasi.

Demanda residencial por fontes energéticas renováveis no Rio Grande do Sul. / Patricia Nasi Sandes. – Porto Alegre, 2013.
73 f.

Dissertação (Mestrado em Economia do Desenvolvimento) –
Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia, PUCRS.
Orientador: Prof. Dr. Gustavo Inácio de Moraes

1. Economia do Desenvolvimento. 2. Desenvolvimento
Sustentável. 3. Recursos Energéticos. 4. Recursos Renováveis. I.
Moraes, Gustavo Inácio de. II. Título.

CDD 333.79**Bibliotecária Responsável**

Anamaria Ferreira
CRB 10/1494

Patricia Nasi Sandes

“Demanda Residencial por Fontes Energéticas Renováveis no Rio Grande do Sul, 2008-2009”

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia do Desenvolvimento, pelo Programa de Pós-Graduação em Economia, da Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovado em 20 de dezembro de 2013.

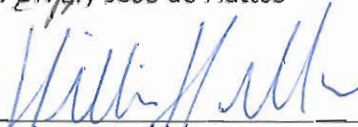
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Gustavo Inácio de Moraes
Presidente da Sessão



Prof. Dr. Ely José de Mattos



Prof. Dr. Milton Stella



Prof. Dr. Carlos Eduardo Lobo e Silva
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Economia

“Se não puder voar, corra. Se não puder correr, ande.
Se não puder andar, rasteje, mas continue em frente
de qualquer jeito.”

Martin Luther King

AGRADECIMENTOS

Especialmente a Deus, pela vida de bênçãos e por estar sempre cercado de pessoas especiais.

Aos meus pais Yara (*in memoriam*) e Diógenes (*in memoriam*) por terem ensinado os valores da honestidade, perseverança e do trabalho.

Ao meu marido Daniel, meus filhos Luíza, Bibiana e Pedro, por sua compreensão e paciência durante esse período, com quem sempre posso contar com sua ajuda em todos os momentos, cada um ao seu modo.

Agradeço aos colegas e amigos pelos conhecimentos e experiências compartilhados, contatos e aflições que dividimos juntos.

Agradeço ao Prof. Dr. Gustavo Inácio de Moraes, pela orientação e pela atenção deste trabalho nesta importante fase acadêmica; também pelas suas palavras de incentivo e créditos depositados.

RESUMO

Esta dissertação é uma apreciação sobre a demanda residencial por fontes energéticas no estado do Rio Grande do Sul. Nesta dissertação o objetivo principal é demonstrar os benefícios sociais, ambientais e econômicos que as fontes de energia renováveis proporcionam. Para atingir este objetivo, a metodologia utilizada foram as demonstrações dos dados energéticos das famílias do Rio Grande do Sul através do Balanço Energético do Rio Grande do Sul e da Pesquisa de Orçamentos Familiares – POF, publicada pelo IBGE. A presente dissertação pretende também determinar a intensidade da elasticidade-renda para as fontes energéticas mais importantes do estado. Nesse sentido, o artigo utilizar-se-á de técnicas econométricas para a determinação da elasticidade-renda no estado e compará-la também com a perspectiva de crescimento econômico do estado em anos vindouros. Pela aplicação destas metodologias os resultados demonstraram que a possibilidade de manter-se uma matriz energética residencial majoritariamente de energias renováveis, é viável. Assim, há um cenário otimista sobre a forma como a qualidade e quantidade de energia que uma sociedade demanda, pode ser suprida por fontes energéticas renováveis na busca pelo desenvolvimento social, econômico e ambiental.

Palavras-chaves: desenvolvimento sustentável, demanda de energia, fontes energéticas renováveis, eficiência energética, Rio Grande do Sul.

ABSTRACT

This dissertation is an assessment of the residential demand for energy sources in the state of Rio Grande do Sul in this dissertation the main objective is to demonstrate the social , environmental and economic benefits that renewable energy provide . To achieve this goal, the methodology used were demonstrations of energy data on the families of Rio Grande do Sul through the Energy Balance of Rio Grande do Sul and Search for Family Budgets- SFB, published by IBGE. In this dissertation also aims to determine the intensity of the income elasticity for the most important energy sources in the state. In this sense, the article will be used - econometric techniques to determine the income elasticity in the state and also compare it with the perspective of economic growth of the state in coming years. By applying these methodologies results demonstrated that the possibility of keeping a residential energy matrix of largely renewable energy is feasible. Thus, there is an optimistic scenery about how the quality and quantity of energy a society demand can be met by renewable energy sources in the pursuit of social, economic and environmental development.

Keywords: Sustainable developments, energy demand, renewable energy sources, energy efficiency, Rio Grande do Sul.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Termoelétricas a Carvão Mineral Instaladas no RGS (Nov/2008).....	17
Quadro 2 - Hidroelétricas no Rio Grande do Sul (Nov/2008).....	18
Figura 1 - Geração Elétrica Proporcional por Fontes no Rio Grande do Sul – 2008.....	19
Figura 2 - Geração Elétrica Proporcional por Fontes no Rio Grande do Sul – 2009.....	19
Figura 3- Relação entre Agentes e Consumidores.....	20
Quadro 3 - Geração de Energia Elétrica no RGS dos Principais Operadores em 2008..	21
Figura 4 - Oferta por Fontes Primárias e Secundárias no RGS 2008/2009.....	30
Figura 5 - Demanda por Fontes Primárias e Secundárias no RGS 2008/2009.....	31
Figura 6 - Consumo Mundial de Eletricidade por Setor.....	34
Figura 7 – Consumo Nacional de Energia por Setor.....	37
Figura 8 – Setores da Política Energética Nacional.....	38
Quadro 4 – Principais Problemas Ambientais.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Variação Patrimonial Mensal Familiar e Classes de Rendimentos.....	45
Tabela 2 - Demonstração dos Anos de Estudo, Número de Indivíduos e Porcentagem Representativa de Indivíduos da Amostra Conforme as Classes de Rendimentos – Estado do Rio Grande do Sul.....	46
Tabela 3 - Perfil Mensal das Famílias do Rio Grande do Sul Quanto á Energia Elétrica (kWh).....	48
Tabela 4 - Perfil Mensal das Famílias do Rio Grande do Sul Quanto ao uso da Lenha (Kg).....	49
Tabela 4.1 - Perfil Mensal das Famílias do Rio Grande do Sul Quanto ao Consumo de GLP – gás de cozinha (Kg).....	50
Tabela 5 – Teste de Co-integração em Painel de Pedroni.....	60
Tabela 6 – Resultados da Matriz de Correlação de Resíduos.....	61
Tabela 7 – Resultados da Estimação em SUR.....	62
Tabela 8 – Resultado para o Sistema de Equações Simultâneas.....	62
Tabela 8.1 – Resultados para a Estimação da Demanda de Lenha.....	62
Tabela 8.2 – Resultados para a Estimação da Demanda de Óleo Diesel.....	63
Tabela 8.3 – Resultados para a Estimação da Demanda de Gasolina.....	63
Tabela 8.4 – Resultados para a Estimação da Demanda de Eletricidade	63
Tabela 8.5 – Resultados para a Estimação da Demanda de Eletricidade Residencial	64

LISTA DE SIGLAS

ABCM	Associação Brasileira do Carvão Mineral
ABRACAVE	Associação Brasileira dos Produtores de Carvão Vegetal
ABRAF	Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
BEN	Balanco Energético Nacional
CAGED	Cadastro Geral de Empregados e Desempregados, gov. federal
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBPT	Instituto Brasileiro de Planejamento Tributário
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IEA	International Energy Agency
MME	Ministério de Minas e Energia
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PIB	Produto Interno Bruto
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
TEP	Toneladas Equivalente de Petróleo
VBPF	Valor Bruto da Produção Florestal

SUMÁRIO

1 Introdução	13
2 Matriz Energética do Rio Grande do Sul	15
2.1 - Oferta e Demanda de Energia Estadual	20
2.1.1 - Petróleo	21
2.2 - Combustíveis	27
2.2.1 Óleo Diesel.....	28
2.2.2 Óleo Combustível	28
2.2.3 Gasolina	29
2.2.4 Eletricidade.....	29
2.3 Comércio de Energia Elétrica	31
2.4 Energia Elétrica no Mundo	33
2.5 Energia Elétrica no Brasil	35
3 Apropriação da Energia pelas Famílias Gaúchas	39
3.1. Aspectos Sócio Ambientais no Estado do Rio Grande do Sul.....	44
4 - Demanda por fontes energéticas no Rio Grande do Sul – Estudo de Sensibilidade.....	52
4.1- Estrutura da demanda energética no Rio Grande do Sul.....	52
4.2 - Materiais, Métodos e Resultados	56
4.3 Comentários Finais	64
5. Conclusões.....	66
Referências	68

1 INTRODUÇÃO

No contexto de cada discussão sobre desenvolvimento sustentável é fundamental a abordagem sobre fontes energéticas, eficiência energética, formas de geração de energia.

A questão energética é um ponto de necessidade social, mas não podemos dissociá-la da visão econômica e ambiental. Mesmo quando a energia era mais simples, quando gerada por tração animal ou humano, e a iluminação se fazia com óleo de origem animal, ela contribuía para o desenvolvimento da sociedade e a sua disponibilidade impulsionava o crescimento da região. É ponto comum que a energia é fundamental no desenvolvimento social e este pensamento é transmitido pela sociologia desde o século passado: *'o homem só conseguiria existir se conseguisse repor a energia que usa no processo de viver'* - (Cottrel, 1955, apud Aguiar, 2004).

Atualmente sabemos que existem muitas fontes energéticas e o homem tem descoberto novos meios de explorar a geração de energia através dos avanços tecnológicos. Temos o desafio de buscar a eficiência energética através de recursos que sejam adequados para a sociedade de forma econômica e ambiental, e a tecnologia é aliada nesta busca. Além das ferramentas da ciência é preciso que o homem tenha consciência também do seu lugar no meio ambiente e usufrua da energia disponível sem causar danos a ele ou ao meio. A energia usada em processos industriais ou de grande porte já vem sendo tratada de forma eficiente pelas organizações (pela cobrança de gestão eficiente por parte dos colaboradores e consumidores nacionais e internacionais).

O objetivo desta dissertação é apresentar a matriz energética do estado e como a energia influencia na vida da sociedade gaúcha. Mostrar uma visão social de como a energia faz parte do nosso cotidiano e que algumas relações de consumo são determinantes para nosso bem estar.

A dissertação está descrita em cinco capítulos a partir da introdução. No capítulo 2 é apresentada a matriz energética do estado e a oferta e demanda das fontes energéticas mais consumidas. Cada um dos itens é descrito pela sua condição quantitativa e qualitativa no Rio Grande do Sul, onde é mostrado também o consumo por cada energia. Em seguida é mostrada, em linhas gerais, a energia elétrica e seu consumo no mundo e no Brasil.

No capítulo 3 veremos que a relação da sociedade com a energia elétrica, em particular, é mais complexa do que se pode ver num primeiro momento. A condição das sociedades quanto a sua disposição energética pode influenciar na pobreza, nos limites para oportunidade de crescimento, no fluxo migratório para as grandes cidades e até na

desesperança desta sociedade no seu futuro (Pereira et al., 2005). Também será mostrada a relação da sociedade com seu consumo e média de rendimentos. Essa demonstração será feita através da Pesquisa de Orçamentos Familiares, mostrando um perfil de 2008-2009 (quando foram coletados os dados). As tabelas apresentadas mostram o rendimento médio dos gaúchos e o uso das fontes energéticas mais consumidas: energia elétrica, GLP (gás de cozinha), lenha e carvão vegetal.

No capítulo 4 é feito um exercício econométrico que mostra a elasticidade-renda e elasticidade-preço das fontes energéticas mais ofertadas e demandadas do estado. O resultado deste exercício relaciona as variações das atividades econômicas com a mudança de padrões sociais no estado.

No capítulo 5 é apresentada a conclusão dessa pesquisa. É mostrado que o consumo energético social tem interferência direta no perfil sócio econômico ambiental. Dessa forma a sociedade pode (e deve) escolher a fonte energética mais adequada as suas necessidades e escolher por uma fonte de energia renovável. Pelas tecnologias hoje difundidas é possível viabilizar um meio energético antes não utilizado seja por limitações políticas, geográficas ou financeiras. É possível utilizar fontes energéticas renováveis e buscar um desenvolvimento sustentável para alcançar a melhor eficiência.

2 MATRIZ ENERGÉTICA DO RIO GRANDE DO SUL

Um dos aspectos para definir uma região em desenvolvimento, é a facilidade de acesso da população aos serviços de infraestrutura, como saneamento básico, transportes, telecomunicações e energia (Atlas E.E., 2008).

Em um ponto mais específico, a energia, podemos ter objetivos guiados tanto pelos governantes como pela iniciativa privada. Entretanto, a chance de êxito de um plano energético regional, com objetivos setoriais, estratégicos e políticos, vai ser definida pelo potencial das possibilidades energéticas de determinado território (Andrade, 2009). Pela inovação tecnológica e/ou pela restrição geográfica, é que se firmarão novas expectativas do aproveitamento adequado de energia, daí avaliando-se a possibilidade de fontes energéticas renováveis.

Na apreciação da matriz energética do estado (representação quantitativa da oferta de energia) o que se busca é um equilíbrio entre oferta e demanda do processo. O que pode ser o melhor caminho para se alcançar esse objetivo é a eficiência energética. Em um momento que se prima pela economia dos recursos energéticos, estreitar a relação entre a quantidade de energia empregada em uma atividade e aquela disponibilizada para sua realização pode ser a equação de equilíbrio.

Sendo geograficamente o estado mais setentrional da federação (pois fica na ponta do sistema nacional), o Rio Grande do Sul, deve-se saber que, mesmo assim, é possível que a energia elétrica consumida no RS tenha sido gerada no Paraná. O mesmo pode acontecer com um consumidor que ligue um equipamento elétrico em outro Estado, de forma que quanto mais usinas estiverem disponíveis geograficamente ao longo do sistema elétrico nacional, melhor será para a sua confiabilidade e robustez. Além da disponibilidade de geração, a existência de uma eficiente transmissão de energia também é relevante para o processo de otimização do sistema interligado.

No Rio Grande do Sul, em 2007/2008, estavam em operação 113 empreendimentos de geração de energia elétrica, totalizando uma potência instalada de 7.048.977 kWh. Desta capacidade instalada, 69,56% correspondiam a 13 usinas hidrelétricas - UHE, somando 4.903.270 kWh; 23,94% correspondiam a 34 usinas termelétricas - UTE, somando 1.687.839 kWh; 2,13% correspondiam a 3 usinas eólicas - EOL, somando 150.000 kWh. O restante da potência energética do Estado era representada por usinas hidrelétricas e termelétricas de pequeno porte. Conforme o Balanço Energético do Rio Grande do Sul (2010), a matriz

energética do estado é constituída principalmente por energia hidráulica e pelo carvão mineral. Veremos informações pontuais sobre estas duas fontes energéticas nos próximos parágrafos.

A região sul do Brasil detém a maior parte das reservas de carvão do país. As reservas medidas são de 1,4 bilhões de toneladas em Santa Catarina (SC) e de 5,3 bilhões de toneladas no Rio Grande do Sul (RS), conforme o Ministério do Meio Ambiente (2008). Um dos principais problemas ambientais associado ao uso de carvão é o fato de este ser um recurso de origem fóssil, não renovável. Quando queima esse combustível, como a de todos os derivados de carbono, gera CO₂ (gás carbônico), o principal gás de efeito estufa, responsável pelo aquecimento e por mudanças climáticas em escala global. Quando o derivado de carbono (C) é fóssil, como no caso do carvão, petróleo, xisto e gás natural, são lançados à atmosfera quantidades de carbono que estavam imobilizadas, contribuindo para aumentar o inventário de CO₂ no meio ambiente. No Brasil, não há legislação que limite a emissão de gases de efeito estufa (GEE) - o que é uma lacuna preocupante, pois, segundo o Plano Nacional Energético-PNE 2030 do Ministério de Minas e Energia-MME, “uma expansão expressiva da geração termelétrica a carvão no país produzirá aumentos importantes nas emissões de gases”.

Atualmente, o principal uso da combustão direta do carvão é na geração de eletricidade, por meio de usinas termoelétricas. Essa tecnologia está bem desenvolvida e é economicamente competitiva. Diversas indústrias necessitam de calor em processos de produção também, tais como a secagem de produtos, cerâmicas e fabricação de vidros; daí utilizam o carvão mineral na geração de calor (Dep. Nacional de Produção Mineral – DNPM).

Como já comentado anteriormente, o estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor do país de carvão mineral, com 52,3% da produção, ficando Santa Catarina com 46,3% e o Paraná com 1,4%. Em termos de faturamento, porém, o carvão catarinense, com um poder calorífico superior, garante a Santa Catarina uma participação maior em termos financeiros. A maior jazida de carvão mineral do país é a de Candiota (RS) que corresponde cerca de 23% das reservas oficiais do país (que chegam a 8,5 bilhões de toneladas) e também é a melhor em rentabilidade, uma vez que suas reservas apresentam-se em camadas bastante espessas e de grande continuidade. Em 2009, como no ano anterior, Rio Grande do Sul destacou-se também na produção de carvão vapor (BEN 2010): foram 4,68 milhões de toneladas produzidas, ficando na primeira posição no cenário nacional.

A Eletrobrás CGTEE, em 2009, possuía os direitos de exploração e produção de energia elétrica através de suas usinas termelétricas instaladas no estado do Rio Grande do Sul: Usina Termelétrica Presidente Médici (ou Candiota 2), com 446 MW; Usina

Termelétrica São Jerônimo, com 20 MW; e Nova Usina Termelétrica de Porto Alegre – Nutepa, com 24 MW. Antes de 1997, esses ativos faziam parte do parque gerador da Companhia Estadual de Energia Elétrica é CEEE. Em 2007, a Eletrobrás CGTEE iniciou a construção de Candiota 3, em parceria do grupo chinês Citic International Contracting Inc., com a previsão de uma potência instalada de 350MW (Eletrobrás-CGTEE, 2013).

Quadro 1 - Termoelétricas a Carvão Mineral Instaladas no RGS (Nov/2008)

Usina	Potência (KW)	Destino	Município	Proprietário
Charqueadas	72.000	PIE	Charqueadas	Tractebel Energia S.A.
Presidente Médici A, B e C	796.000	SP	Candiota	Cia Geração Térmica de Energia Elétrica
São Jerônimo	20.000	SP	São Jerônimo	Cia Geração Térmica de Energia Elétrica

Fonte: ANEEL, 2008

Segundo informações da Secretaria de Meio Ambiente do Estado, a rede hidrográfica estadual é dividida em três regiões e para cada uma destas está previsto a formação de um comitê para a gestão integrada dos seus recursos hídricos (segundo regulamentação da Lei 10.350/1994). São elas:

- Região Hidrográfica da Bacia do Rio Uruguai – é formada pelo rio Uruguai e seus afluentes, sendo o mais extenso rio do estado. Faz limite com Santa Catarina e Argentina e tem potencial hidráulico por ser um rio de planalto (onde ficam as hidroelétricas de Itá e Machadinho).
- Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba – está na Depressão Central e Encosta do Sudeste e os principais cursos de água são o Lago Guaíba, os Arroios Petim, Ribeira e Araçá.
- Região Hidrográfica da Bacia do Litoral - Nestas bacias os rios mais importantes são o Uruguai, Ijuí, Jacuí, Caí, Taquari, Ibicuí, Pelotas, Camaquã e Sinos; e os mais importantes navegáveis são o Jacuí e o Taquari.

No estado há três concessionárias de energia e, segundo dados de 2008 (CEEE, 2011), esta distribuição se apresenta: AES - Sul (34,90%); CEEE (27,89%) e RGE (31,48%)

Quadro 2 - Hidroelétricas no Rio Grande do Sul (Nov/2008)

Tipo	N de usinas	Potência (Kw)	Situação
CGH - Central Geradora Hidrelétrica	32	20.317	Em operação e outorgada
PCH – Pequena Central Hidroelétrica	31	287.551	Em operação, em construção e outorgada
UHE - Usina Hidroelétrica de Energia	13	4.903.270	Em operação, em construção e outorgada

Fonte: ANEEL, 2009

No passado, o parque hidrelétrico chegou a representar 90% da capacidade instalada. Em 2008 as usinas hidroelétricas correspondiam a 75,68% da potência total instalada no país. Esta redução aconteceu por três razões (Atlas da Energia Elétrica, 2008).

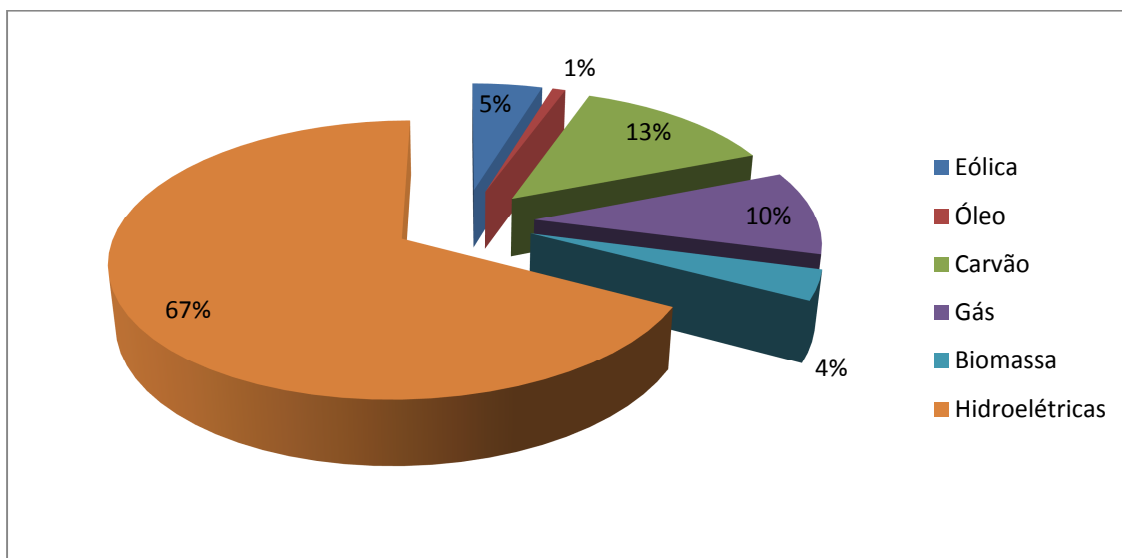
Era preciso reformular o setor elétrico para aumentar a segurança e a eficiência do abastecimento, buscando diversificar a matriz energética;

- Falta de estudos e inventários sobre empreendimentos hidráulicos, diminuindo a intenção por investimentos por setor;
- Dificuldades jurídicas para licenciamentos ambientais das usinas hídras, provocando o aumento de leilões de energia de usinas térmicas

Na matriz energética do estado observam-se ainda outros componentes importantes como o petróleo e a energia eólica que serão vistos no próximo capítulo – Oferta e Demanda.

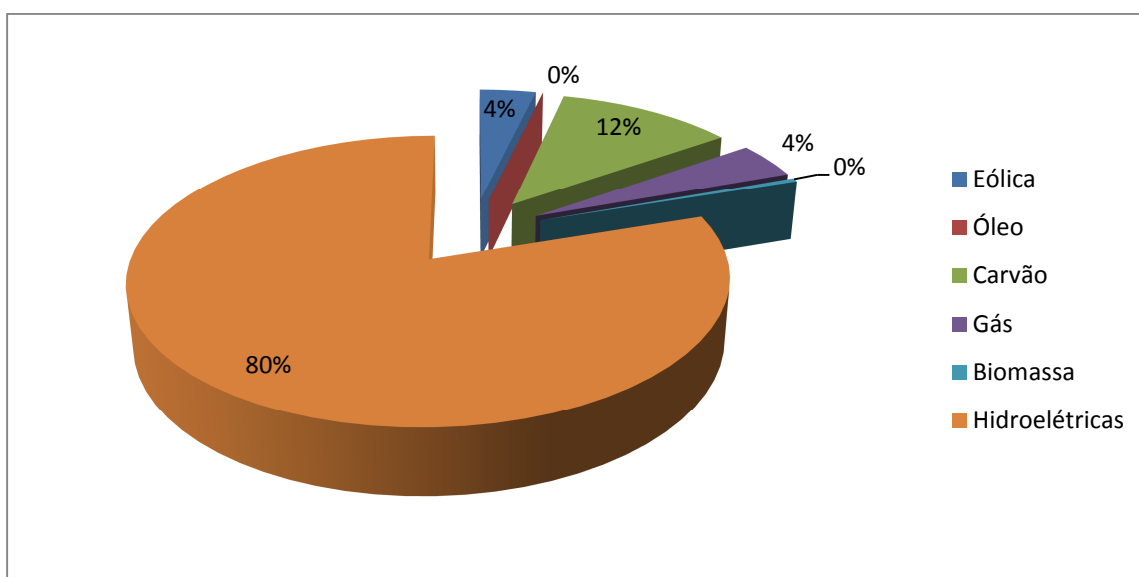
Abaixo temos a figura 1 que demonstra a geração elétrica por fontes no estado em 2008.

Figura 1 - Geração Elétrica Proporcional por Fontes no Rio Grande do Sul – 2008



Fonte: Bal. Energ. RGS, 2009

Figura 2 - Geração Elétrica Proporcional por Fontes no Rio Grande do Sul - 2009



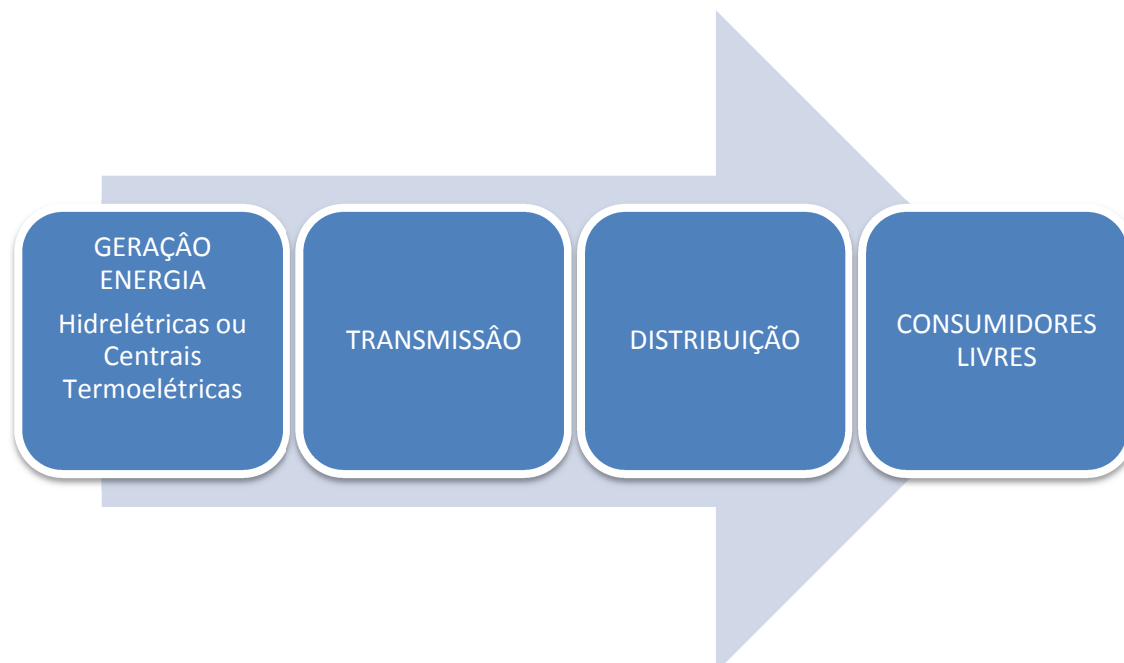
Fonte: Bal. Energ. RGS, 2010

O consumo de energia e desenvolvimento social, político e econômico das nações representam um fenômeno com uma relação de dependência, isto é, a influência de cada uma sobre as outras alterações de acordo com o desenvolvimento político adotado (Dias et al, 2004). Desta forma, se explicam as consequências inevitáveis dos agentes sociais sobre seus movimentos. No próximo item teremos informações sobre a oferta e demanda de energia no Rio Grande do Sul.

2.1 - OFERTA E DEMANDA DE ENERGIA ESTADUAL

A indústria da energia faz parte de uma cadeia econômica que tem início com a exploração de recursos naturais estratégicos (como água, minerais, petróleo e gás natural), de propriedade da União, e que termina no fornecimento de um serviço público básico para a sociedade. Por isso, no geral, ou é composta por estatais ou por companhias controladas pelo capital privado que atuam em um ambiente regulamentado pelos governos locais (Atlas da Energia Elétrica do Brasil, 2008). Para o atendimento ao consumidor, outros fatores como nível de atividade econômica, capacidade de geração e circulação de renda e densidade demográfica (número de habitantes por quilômetro quadrado) são variáveis importantes.

Figura 3- Relação entre agentes e consumidores



Fonte: elaboração própria com base em ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

Na geração de energia elétrica do estado, existem basicamente quatro grandes empresas: CEEE-GT, a Tractebel, a Dona Francisca Energia e a CGTEE. Existem ainda empresas de médio porte como a AES Uruguaiana e outras empresas de menor porte. Observa-se na tabela a contribuição de cada uma dessas principais empresas na geração de energia elétrica, em 2008.

Quadro 3 - Geração de energia elétrica no RGS dos principais operadores em 2008

Empresa	Natureza	Energia Produzida (MWh)
CEEE - GT	Hídrica	3.766.294,12
Comp. Energética Rio das Antas	Hídrica	608.069,78
Dona Francisca Energética	Hídrica	673.359,73
Tractebel	Hídrica	5.676.954,98
AES Uruguaiana	Térmica	656.533,33
CGTEE	Térmica	970.106,27
Petrobrás	Térmica	269.140,70
Tractebel	Térmica	340.967,84

Fonte: Bal. Energético RGS, 2009

Segundo o Balanço Energético do RGS (2009), o setor elétrico apresenta complexidade maior do que a verificada na maioria dos estados brasileiros, já que dispõe de um número elevado de agentes, especialmente na área de distribuição de energia elétrica.

Em 2008, a Oferta Interna de Energia - OIE oriunda de fontes primárias no RGS, atingiu 12.974.000 tep, ou 129,74 trilhões de kcal (redução de 4,98% em relação a 2007). Nesse mesmo período a demanda no estado foi de 3.103 milhões tep, sendo a demanda residencial de 509 mil tep. Em 2009, a OIE atingiu 14.600.000 tep, ou 146,00 trilhões de kcal (acréscimo de 11,40% em relação a 2008). Vejamos a oferta e demanda de algumas das fontes primárias de maior expressão.

2.1.1 - Petróleo

Toda a quantidade refinada no RGS do produto é importada, não há produção de petróleo no estado. A oferta da quantidade processada em 2008 (fonte primária predominante) foi de 7.707.000 tep (representando 59,41% da oferta de fontes primárias). Na ponta do consumo há os centros de transformação, no caso específico do Estado, nas refinarias de petróleo. Em 2009, segue sendo a oferta de fonte primária predominante com 9.194.000 tep (correspondendo a 10.364.858 m³ de petróleo), representando 62,97% da oferta de fontes primárias. Na ponta do consumo, verificou-se que no RS todo petróleo da OIE se mantém sendo destinado ao consumo das refinarias de petróleo. Tem-se que a capacidade nominal de refino de petróleo total do RS corresponde a 9,91% da capacidade nominal de refino do País.

Embora não tenhamos reservas de petróleo no estado (Bacia de Campos no RJ quem nos abastece) o advento do PRÉ-SAL em Rio Grande está movimentando o sistema FIERGS com o Comitê de Competitividade em Petróleo, Gás, Naval e Offshore (2011), com mais de

500 empresas cadastradas capacitadas. A densidade de participação do Estado nos negócios de petróleo e gás da estatal é pequena, 3%, na comparação com sua fatia no Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil (7% a 8%). Entretanto, no Polo Naval, há R\$ 10 bilhões de encomendas em fase de produção por indústrias localizadas dentro do Estado (Correio do Povo, 16/06/1012).

Segundo o programa do Comitê da FIERGS, há uma expectativa de um novo ciclo do petróleo – 30 a 40 anos – onde já está previsto um aporte de \$ 225 bilhões de dólares em investimentos pela Petrobrás (além de outros bilhões vindos de outras companhias interessadas). Segundo o Comitê (2011) o estado está preparado com empresas capacitadas nos mais diversos segmentos de maquinários, fabricação de navios e barcos e com potencial de vendas em engenharia (projeto e construção), automação industrial, máquinas e equipamentos, equipamentos termomecânicos entre outros.

A função principal do Comitê está em identificar e estimular investimentos nacionais e internacionais dos mais diversos segmentos. Pelos registros apresentados em 2011, há no estado mais de 500 empresas com Certificado de Registro e Classificação Cadastral – CRCC (Petrobras). Além da representatividade nas contas do estado com os royalties previstos e todo movimento industrial e comercial, a parte social ganha em vários níveis (emprego, renda, melhora das condições de vida, acesso a novas tecnologias, infraestrutura).

2.1.2. - Gás Natural

De idêntica maneira, tal como acontece com o petróleo, tudo que é consumido no RS é importado. Em 2008, a OIE do gás natural foi de 627.000 tep (que representa 4,83% da oferta das fontes primárias). No ano de 2008 pelo lado do consumo, observa-se que o gás natural foi consumido em sua maior parcela pelos centros de transformação (42,26%), na segunda posição o setor industrial (29,03%), seguido do setor energético (16,91%) e setor transporte (11%). Em 2009, a OIE do gás natural foi de 474.000 tep correspondendo a 538.290.000 m³ de gás natural. Ocorreu uma redução de 24,40% em relação ao ano de 2008, e pelo lado do consumo, observa-se que o gás natural foi consumido em sua maior parcela pelo setor industrial (36,50%), na segunda posição os centros de transformação (30,17%), seguido do setor energético (18,14%) e setor transportes (14,14%).

No estado, temos a Companhia de Gás do Estado do Rio Grande do Sul (Sulgás) que é responsável pela comercialização e distribuição de gás natural canalizado no Estado. Sociedade de economia mista tem como acionistas o Estado do Rio Grande do Sul (51%) e a Petrobras Gás S/A – Gaspetro (49%). Quando iniciou suas atividades (em 2000, com a conclusão do gasoduto Bolívia-Brasil) a Sulgas já tinha em seus objetivos difundir e expandir o gás natural como fonte de energia para setores como a indústria, o comércio e serviços, veículos e residencial. Para isso conta com uma rede canalizada de 691,4 Km que atende 38 municípios (sulgas, 2013).

O gás natural pode substituir com eficiência qualquer combustível sólido, líquido ou gasoso, oferecendo uma relação custo/benefício mais satisfatória. E os equipamentos podem ser adequados ao seu funcionamento para o uso do gás natural. Pode ser usado em diversos segmentos industriais ou comerciais- além do tradicional consumo doméstico, de forma a buscar maior eficiência energética. Essa possibilidade pode ser constatada em alguns itens listados pela SULGAS:

- Custo operacional mais baixo: por não deteriorar, derreter ou entupir equipamentos, precisa de um mínimo de manutenção, o que aumenta a vida útil do maquinário;
- Sistema limpo e eficiente: transporte feito através de tubulação subterrânea, de forma que não necessita de frete rodoviário, armazenagem ou limpeza de instalações;
- Produção contínua e possibilita a geração simultânea de energia térmica e elétrica – aproveitando o calor da queima do combustível para produzir energia elétrica;
- Entre outros.
- Nos veículos as vantagens são mais específicas, mas não menos interessantes:
- O gás natural veicular – GNV tem um custo bem abaixo dos demais combustíveis automotivos (chegando a uma economia de até 50%), e não há risco de adulteração por ser transportado em tubulações desde seu ponto de extração;
- Como em outros maquinários, aqui a manutenção também é menor pelo gás ter um nível muito baixo de resíduos que também aumenta a autonomia do veículo;
- Bem menos poluente e mais seguro do que os combustíveis convencionais.

Entretanto, há um ponto fundamental a ser levado em consideração na campanha pelo gás natural: o aumento de preços dos últimos anos. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (2013), entre os fatores que explicam um crescimento do preço do gás natural no médio e longo prazo está o aumento do consumo, não somente no mercado americano (onde a utilização do gás natural esta sendo vista como em combustível mais eficiente, devido ao baixo nível dos preços), mas também nos mercados europeu e asiático. Além destes mercados crescentes também existe a possibilidade da redução do uso da energia nuclear, que por sua vez deverá ser substituída por outras fontes, dentre elas, o gás natural.

É previsto pelo governo federal, conforme aponta o Plano Decenal de Expansão de Energia (2022), para os próximos anos, 'um elevado montante de investimentos necessários à expansão da infraestrutura do gás natural consistindo de ampliações e construções de novos gasodutos e unidades de processamento de gás natural. 'Esse montante a que se refere o governo federal está na ordem de 8 milhões de reais, a partir de 2013.

2.1.3 - Carvão Mineral

Em 2008 ocorreu um crescimento de 12,17%, em relação ao ano de 2007, quando a OIE de carvão no RS foi de 1.093.000 tep. O que está diretamente relacionado a esse crescimento é a política adotada pelo Sistema Interligado Nacional – SIN, onde foi priorizado o uso de captação de energia nas usinas hídricas - onde o valor do MWh é mais barato. Em casos de estiagens as usinas térmicas são utilizadas com maior intensidade, para poupar os reservatórios hídricos nacionais. Pelo lado da demanda, a maior parcela do consumo foi no setor de transformação (centrais elétricas de serviço público), atingindo 736.000 tep (representando 60,03% do total da OIE). Na segunda posição o setor industrial com 450.000 tep, e o restante (3,27%) foi consumido pelas centrais elétricas autoprodutoras, da mesma forma ocorreu em 2009. Todo carvão vapor consumido no RGS é extraído do território gaúcho. Em 2009, a OIE de carvão no RS, foi de 1.041.000 tep, ou de 4.282.862 toneladas de carvão equivalente. São diversos tipos de carvão transformados no carvão equivalente. Verifica-se que o carvão mineral correspondeu a 7,13% da oferta de fontes primárias, ficando na quarta posição. Em relação ao ano de 2008, onde a OIE de carvão no RS foi de 1.226.000 tep, ocorreu um decréscimo de 15,09%. O que está diretamente vinculado a esse decréscimo, ou variação em relação aos anos anteriores, é o fato de o sistema interligado nacional priorizar o despacho nas usinas hídricas onde o valor do MWh é mais barato. As usinas térmicas são

utilizadas com maior intensidade em casos de estiagens, poupando assim os reservatórios nacionais, especialmente os da região Sudeste. Pelo lado da demanda, verificou-se que a maior parcela do consumo foi no setor de transformação (centrais elétricas de serviço público), atingindo 645.000 tep, representando 61,96% do total da OIE. Na segunda posição, aparece o setor industrial com 336.000 tep com a parcela de 32,28% da OIE. O restante, 5,76%, foi consumido pelas centrais elétricas autoprodutoras.

As usinas termoelétricas concorrem com as usinas hidroelétricas principalmente pela perda de eficiência que o sistema hidroelétrico tem sofrido nos últimos anos. Segundo o Relatório da ABCM (2012), os impactos econômicos e de confiabilidade de uma possível reforma das termelétricas, hoje ineficientes, são pequenos. A expectativa do governo federal quanto ao aumento da energia térmica, com previsão de dobrar a oferta deste energético até 1015 (PNE, 2011).

2.1.4 - Energia Hidráulica

Como o sistema brasileiro é interligado, a energia aqui tratada é aquela pertinente à geração anual nas hidroelétricas situadas no RS (grandes e pequenas). Em 2008, a OIE da energia hídrica atingiu 980.000 tep, o equivalente a 11.397.185 MWh (com 7,55% da OIE e ficando na quarta posição das fontes primárias) . Em relação à produção de 2007, houve uma diminuição na Oferta em 16,38%. Pelo lado da demanda, verificou-se em 2008 que toda a energia hidráulica foi consumida nos centros de transformação, sendo a maior parcela nas centrais elétricas de serviços públicos e a menor nas centrais elétricas autoprodutoras, sendo que nas usinas de fronteira como Itá, Machadinho e Barra Grande, o valor gerado é dividido por dois. Em 2009, a OIE da energia hídrica atingiu 1.381.000 tep, o equivalente a 16.055.074 MWh, perfazendo 9,46% da OIE e ficando na terceira posição das fontes primárias. Em relação à produção de 1.113.000 tep, em 2008, houve um aumento na oferta em 24,08%. Pelo lado da demanda, verificou-se em 2009 que toda a energia hidráulica foi consumida nos centros de transformação, sendo a maior parcela nas centrais elétricas de serviços públicos e a menor nas centrais elétricas autoprodutoras.

2.1.5 - Lenha

Em 2008, a OIE da lenha ficou em 1.845.000 tep., representando 14,22% das fontes primárias. Pelo lado da demanda, verificou-se que o maior consumo ficou com o setor agropecuário (representando 37,99% da OIE), em segunda posição, aparece o setor industrial (com 29,43% da OIE) e, na terceira posição, o setor residencial (com 27,59%). No ano de 2009, a OIE da lenha ficou em 1.920.000 tep, representando 13,15% das fontes primárias. Pelo lado da demanda, verificou-se em 2009 que o maior consumo continuou no setor agropecuário, 701.000 tep, representando 36,51% da OIE da lenha. Na segunda posição, aparece o setor industrial com 633.000 tep (32,97%) e, na terceira posição, o setor residencial com 507.000 tep (26,41%) (BERGS, 2010).

Sendo tradicionalmente uma fonte energética residencial, o consumo de lenha nos últimos anos vem aumentando significativamente em indústrias, o que pode especialmente ser constatado pelo uso de lenha de florestas plantadas (ABRAF, 2013). Principalmente pelo crescimento das indústrias de papel e celulose, siderúrgica a carvão vegetal, cerâmica e agroindústria, dentre outras, que têm sido pressionadas a apresentar a procedência de seus insumos na comprovação de práticas responsáveis e sustentáveis. Daí a lenha deve ter procedência comprovada. Este crescimento do consumo de florestas plantadas corresponde ao mercado brasileiro como um todo, mas especialmente ao sul e sudeste, pois representam 92,5% do mercado nacional (ABRAF, 2013). Segundo o IBGE (2013), a produção anual de toras de plantios florestais totalizou 193,9 milhões de m³ em 2012. Desse total, 67,4% foram direcionados ao uso industrial, 28,3% à produção de lenha e 4,3% ao carvoejamento.

O constante aumento de consumo entre 2008 e 2012 demonstra um crescimento do uso do energético, mas também um impacto para a economia e sociedade, gerando tributos, empregos, inclusão social e benefícios ao meio ambiente. Os benefícios sociais estão na geração de emprego e renda de grandes empresários até o pequeno produtor familiar, que se mantém de produtos florestais não madeireiros (SNIF, 2013). As pequenas propriedades rurais se mantêm também na produção de produtos como mel, cera, resina, borracha e corantes. Há também programas de inclusão social e educação pelas grandes empresas do setor para as comunidades que se fixam no campo, minimizando o êxodo rural e melhorando a qualidade de vida daquela sociedade (ABRAF, 2013).

Do ponto de vista ambiental, pode-se listar alguns pontos positivos em se investir na lenha como energético, são eles: no plantio de florestas temos o combate á desertificação do solo, reabilitando da terra degradada; sequestro e armazenamento de carbono e as

esternalidades positivas, como o ar puro e a paisagem. Redução da emissão de gases efeito estufa pelo desmatamento desordenado e a degradação ambiental das florestas – permitindo que florestas naturais sejam conservadas (SNIF, 2013).

A perspectiva econômica tem indicadores que demonstram a significância do uso da lenha. Tanto por parte dos produtores de florestas plantadas quanto pelo lado das indústrias que a tem como uma fonte de energia importante, temos bons ganhos de retorno. O indicador Valor Bruto da Produção Florestal (VBPF), arrecadação de tributos e geração de empregos diretos e indiretos, demonstram como o setor pode influenciar na economia, além de linhas de financiamento que movimentam a economia do estado CAGED (2012). Estimativas do Instituto Brasileiro de Planejamento Tributário (IBPT) apontam que tributos arrecadados pelos segmentos associados às florestas plantadas corresponderam a 7,6 bilhões em 2012, o que representa 0,48% da arrecadação nacional (ABRAF, 2013).

Em simulação pelo setor florestal brasileiro foi visto que será necessário reflorestar mais 6,72 milhões de hectares nos próximos dez anos. Pensando na expectativa da demanda futura, vai se alcançar uma área total de 13,50 milhões de hectares em 2020. ‘Entre as restritas espécies arbóreas aptas ao atendimento dessa demanda de madeira, está o eucalipto, que vem sendo utilizado comercialmente há quase um século na silvicultura brasileira’ (EMBRAPA, 2013).

2.2 - COMBUSTÍVEIS

Ao contrário do Brasil, a cana de açúcar não é uma das fontes primárias significativas no RS. Em 2008, a participação dos produtos da cana registrou na OIE modestos 7.000 tep. Pela ótica da demanda, observou-se que o consumo ocorreu no setor energético. Em 2009, a participação dos produtos da cana registrou na OIE modestos 2.000 tep . Pela ótica da demanda, observou-se que o consumo ocorreu no setor energético.

Outras fontes primárias como a composição da lixívia, da casca do arroz e da energia eólica, apresentaram OIE de 581.000 tep, representando 4,48% do total das fontes primárias. Em relação a 2007, houve acréscimo na OIE em 9,62%. Pela ótica do consumo, verificou-se que em 2008 o consumo predominou no setor industrial, sendo que uma parte do total foi consumida na transformação da energia eólica e da casca de arroz. Em 2009 apresentaram OIE de 590.000 tep, representando 4,04% do total das fontes primárias. Em relação a 2008, houve acréscimo na OIE em 1,55%. Pela ótica do consumo, verificou-se que o maior

dispêndio foi no setor industrial, sendo que uma parte do total foi consumida na transformação da energia eólica e da casca de arroz.

Em fontes energéticas secundárias verifica-se que o consumo final em 2008 atingiu 12.265.000 tep, tendo predominado a nafta, com 4.900.000 tep (39,95%). O consumo final de fontes secundárias teve um crescimento de 12% em relação a 2007. Já o consumo final energético (sem considerar a nafta e outros não energéticos do petróleo) atingiu 7.001.000 tep. Observa-se a predominância no consumo do óleo diesel em 2008 (33,07%), vindo, em seguida, a eletricidade, com 31,24%; e, em terceiro lugar, a gasolina (gasolina A), com 17,87%.

2.2.1 Óleo Diesel

Consumiu-se no RS o equivalente a 2.730.208 m³, representando um crescimento de 5,66% em relação a 2007 (cabe registrar que parte dessa produção foi exportada). Na ponta da demanda setorial, verificou-se que o maior consumo foi do setor transporte, com 2.182.000 tep, (94,25%), vindo, na segunda posição, o setor industrial, com 60.000 tep (2,59%). O consumo final em 2009 atingiu 10.773.000 tep, tendo predominado a nafta, com 3.236.000 tep (30,04%), com um decréscimo de 12,11% em relação a 2008. Já o consumo final energético (sem considerar a nafta e outros não energéticos do petróleo) atingiu 7.118.000 tep. Em 2009, as vendas de óleo diesel no RS foram de 6,26% do verificado em âmbito nacional.

2.2.2 Óleo Combustível

O consumo no RS, segundo o Balanço E. RGS – 2009 chegou a 153.000 tep, correspondendo a 2,19% do consumo de energéticos secundários, representando uma queda de 11,05% em relação a 2007. Foi consumido no RS, o equivalente a 2.266.000 tep, ou seja, 2.672.215 m³ de óleo diesel, representando um crescimento de 0,40% em relação a 2008. Cabe registrar que no RS foram refinados 5.390.276 m³ de óleo diesel, sendo parte dessa produção exportada. Pelo lado da demanda setorial, verificou-se em 2008, que o maior consumo de óleo combustível foi do setor industrial, 143.000 tep, representando 93,46%; praticamente empatados na segunda posição ficaram o consumo comercial e público, com 4.000 tep cada, representando, cada um, 2,61%. Na ponta da demanda setorial, verificou-se

que o maior consumo foi do setor transporte com 2.153.000 tep (95,01%), vindo à segunda posição, o setor industrial, com 55.000 tep (2,43%). Em relação ao diesel total, no ano de 2009, foram consumidos 2.771.466 m³, oriundo da mistura de 2.672.215 m³ de óleo diesel com 99.251 m³ de biodiesel.

2.2.3 Gasolina

Os consumidores ao abastecerem seus automóveis no Brasil usam a gasolina C, também designada de gasolina automotiva. A gasolina C é uma mistura da gasolina A com 25% (em volume) de álcool anidro. Com relação às vendas de gasolina C (mistura em volume de 75% de gasolina A com 25% de álcool etílico anidro), verifica-se que no RS foram vendidos 8,84% do total do País em 2009. Analisando a parcela da gasolina A que é misturada com o álcool anidro, e consta como “Gasolina” no Balanço Energético do RGS, temos em 2008, o consumo de 1.251.000 tep ou a 1.597.814 m³, representando 17,87% da parcela do consumo final de energéticos secundários (exclui nafta e outros produtos energéticos do petróleo). O consumo de gasolina A cresceu 7,94% em relação a 2007. Pelo ângulo do consumo setorial, verificou-se que em 2008 a gasolina A foi consumida no setor transportes, predominantemente no segmento rodoviário e uma pequena parcela no segmento aéreo. Em 2009, o consumo de gasolina A no RS chegou a 1.324.000 tep ou a 1.690.866 m³, representando 18,60% da parcela do consumo final de energéticos secundários (exclui nafta e outros produtos energéticos do petróleo). O consumo de gasolina A cresceu 5,84% em relação a 2008. Pelo ângulo do consumo setorial, verificou-se que em 2009 a gasolina A foi consumida no setor transportes, predominantemente no segmento rodoviário e uma pequena parcela no segmento aéreo.

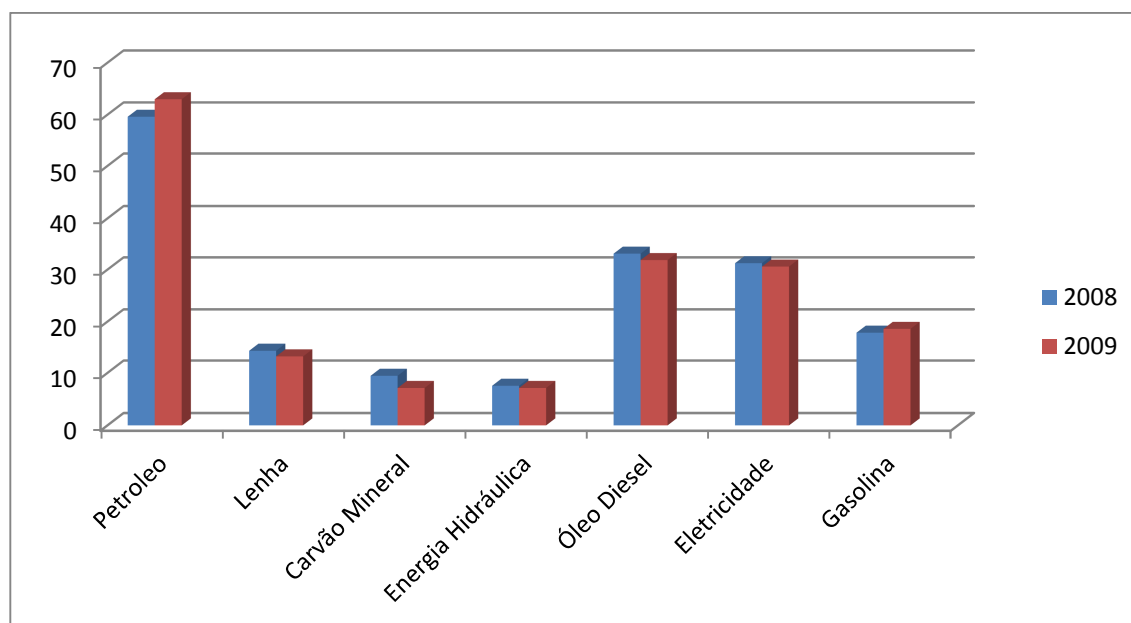
2.2.4 Eletricidade

Em 2008, o consumo final atingiu 2.187.000 tep ou 25.427.246 MWh, representando 31,24% do consumo final energético de fontes secundárias (exclui nafta e outros não energéticos do petróleo). O valor apurado representa um crescimento de 7,63% em relação a 2007. Pelo lado da demanda setorial em 2008, a maior parcela do consumo ficou com o setor industrial, 39,37% do total, atingindo 861.000 tep, vindo, em segundo lugar, o setor

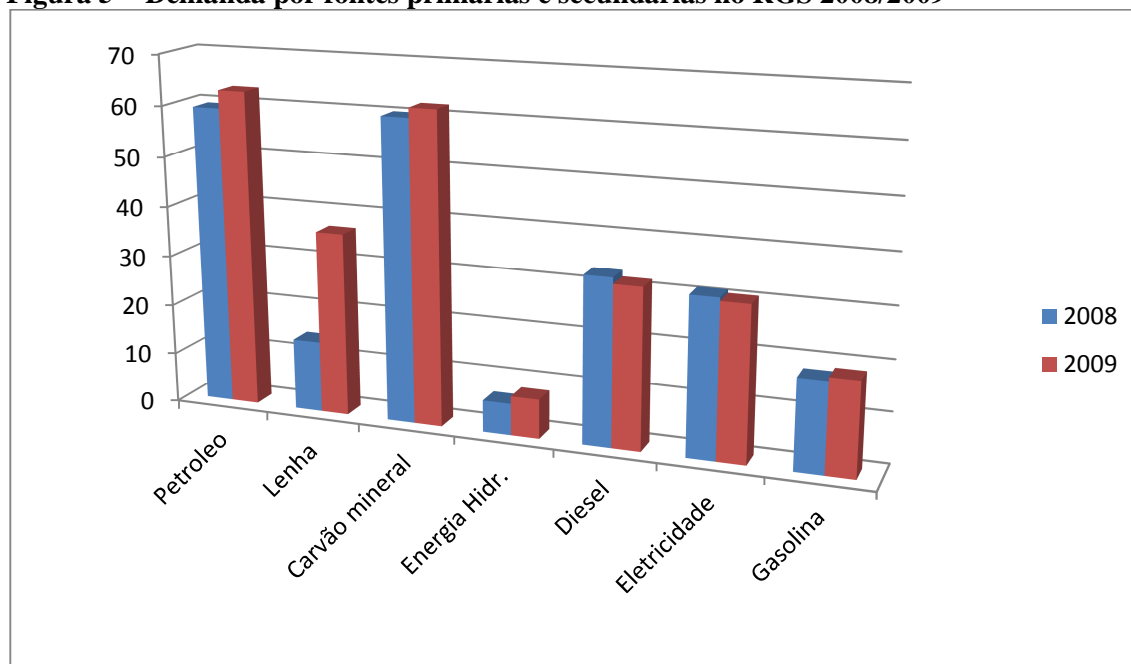
residencial, com 534.000 tep (24,42%) e, na terceira posição, o setor comercial, com 340.000 tep (15,55%). Em 2009 o consumo final de eletricidade no RS atingiu 2.177.000 tep ou 25.317.457 MWh, representando 30,59% do consumo final energético de fontes secundárias (exclui nafta e outros não energéticos do petróleo). O valor apurado representa um decréscimo de 0,43% em relação a 2008. Pelo lado da demanda setorial a maior parcela do consumo ficou com o setor industrial, 36,66% do total, atingindo 798.000 tep, vindo, em segundo lugar, o setor residencial, com 562.000 tep (25,82%) e na terceira posição, o setor comercial, com 358.000 tep (16,44%).

Abaixo teremos dois gráficos; o primeiro deles que reflete os dados da oferta por fontes primárias e secundárias no Rio Grande do Sul, e o segundo gráfico apresenta dados da demanda por fontes primárias e secundárias no estado, ambos em 2008/2009.

Figura 4 - Oferta por fontes primárias e secundárias no RGS 2008/2009



Fonte: Bal. Energético RGS 2008/2009

Figura 5 - Demanda por fontes primárias e secundárias no RGS 2008/2009

Fonte: Bal. Energético RGS 2008/2009

Agora que já foram apresentadas as fontes de energia mais consumidas e suas expectativas para os próximos anos, podemos nos fixar em uma específica: a energia elétrica. Fator energético fundamental para o crescimento e desenvolvimento da humanidade, a eletricidade conta cada vez mais com o incentivo dos avanços tecnológicos na busca da eficiência energética. No próximo item serão vistos alguns pontos significativos da energia elétrica no mundo e no Brasil.

2.3 COMÉRCIO DE ENERGIA ELÉTRICA

O problema do abastecimento energético tem importantes consequências no desenvolvimento econômico e social de uma região. Tem sido tema recorrente de discussões na política energética de países ao redor do mundo, sendo os casos mais notórios a opção por um abastecimento nuclear ou ainda a instalação de usinas ou estoques de emergência para situações de debilidade.

Sabe-se desde a crise de energia vivenciada nos anos setenta (uma desregulamentação do sistema monetário internacional e dois choques petrolíferos – em 1973 e 1979) que, no entanto, a demanda possui um papel relevante na determinação da ocorrência de crises e o seu comportamento pode ser, em grande medida, induzido por variações de preços e por padrões tecnológicos disponíveis à sociedade de maneira viável economicamente. Pois, um problema

de especial interesse para economias emergentes e com grande necessidade, ainda, de resgate social é poder planejar como a evolução da demanda de energia pode afetar as escolhas de política econômica e a definição do perfil de oferta energética em anos e décadas à frente.

Como lembra Schmiheiny (1992, pp. 35-36), a obtenção de um desenvolvimento sustentável energético tem três sustentáculos: um permanente ganho de eficiência no uso do recurso energético, uma participação maior de fontes na matriz energética que garantam um horizonte de sustentabilidade e uso crescente das potencialidades locais aliada a uma nova política de preços e concessão de subsídios, com preocupação marcadamente de longo prazo, nos países em desenvolvimento. Esses três pilares devem ser planejados conjuntamente, entretanto a eficiência energética pode apresentar retornos rápidos, mitigando problemas mais emergenciais e permitindo que sejam possíveis as ações em relação aos outros objetivos.

Pelos fatores já citados anteriormente - aumento do consumo, restrição de recursos ou até inviabilidade tecnológica - é que se faz necessário uma avaliação sócio econômica de projetos que viabilizem o aproveitamento de recursos locais para geração de energia. Estes estudos devem levar em consideração principalmente os polos industriais, que são tradicionalmente os maiores consumidores por setor (Balanço Energético 2010). Dentro desta observação temos os dados econômicos internacionais, nacionais e locais para avaliar o potencial de mercado e a viabilidade do investimento.

Em conhecimento das fontes de energia renováveis (biomassa, biocombustível, energia eólica, hidroeletricidade, hidrogênio, energia maremotriz, energia solar) e não renováveis (carvão, gás natural, energia nuclear e petróleo) tem-se um ponto de partida para a avaliação do polo mercadológico e ambiental.

É usual que, por razões econômicas e de otimização energética de seus processos, a indústria produza uma parte da energia que consome. Alguns setores podem optar pela autoprodução também com o objetivo de garantir o suprimento (em termos de continuidade e qualidade) ou maior estabilidade do custo do insumo, ganhando competitividade no longo prazo (PNE 2030, 2007). Para um melhor gerenciamento do consumo de energia elétrica ao longo do tempo, é importante o estabelecimento de índices que indiquem a quantidade de energia necessária para cada produto manufaturado pela empresa como, por exemplo, kWh por quilograma de peça tratada ou kWh por metro de produto (Manual E.E., 2005)

O desenvolvimento e o emprego de tecnologias inovadoras em processos industriais capazes não só de reduzir o consumo de energia, a geração de resíduos e a emissão de GEEs, como ainda de contribuir para o aumento da competitividade das plantas, constitui um dos principais objetivos da indústria na atualidade. É consenso geral que as reservas fósseis não

serão baratas para sempre e que tampouco seu uso será feito sem prejuízos para o meio ambiente. Também há o conhecimento de que os serviços indispensáveis – como iluminação, força motriz e climatização de ambientes -- podem ser oferecidos com menos consumo de energia, possibilitando ganhos econômicos e ambientais (Eletrobrás, CNI, 2010).

A possibilidade de implantação de fontes energéticas renováveis é cada vez mais incentivada tanto pelos fatores negativos de fontes de energia fóssil como pela disponibilidade de novas tecnologias para facilitar e modernizar o sistema elétrico.

No próximo item veremos um perfil de como a energia elétrica é vista e usada no resto do mundo.

2.4 ENERGIA ELÉTRICA NO MUNDO

O crescimento da população afeta o consumo de energia por meio de aumentos de habitação, estabelecimentos comerciais, transporte e atividade econômica. Os efeitos podem ser atenuados, no entanto, com uma eficiente estrutura econômica (Annual Energy 2013).

A capacidade de geração elétrica no mundo está em torno de 4.624,80 Gwh com uma variação anual de 3,5 percentuais positivos (U.S. Energy Information Administration – EIA, 2013), sendo que o país com maior capacidade é os Estados Unidos (21,64% do total). Agregado a essa geração de energia há também a geração de gases de efeito estufa – GEE. Entre os países com maiores emissões estão a China (3000 ton/m) 2,30 tCo₂ por habitante, os Estados Unidos (2690 ton/m) 9,70 tCo₂ por habitante e em terceiro estão os países da União Européia (1642 ton/m) 3,35 tCo₂ por habitante (World Resources Institute –WRI, 2010).

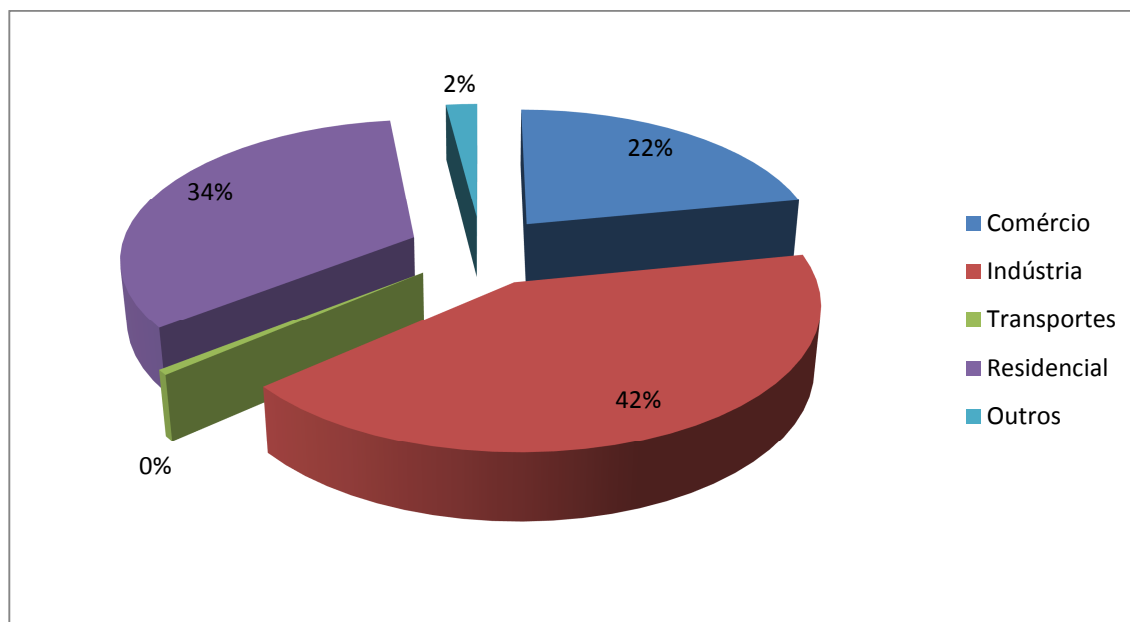
É importante notar que tanto o cenário técnico cresce continuamente, pelo aparecimento de novos meios de uso mais eficiente de energia, quanto os cenários econômico e de mercado, pelo barateamento destas em função de seu aperfeiçoamento e economias de escala alcançadas pela sua maior penetração (PNE 2030 Ef. Energética, 2012). Os ganhos de eficiência no setor de energia elétrica também reduzem a intensidade de energia global, como a troca de geradores mais velhos por mais novos e eficientes, proporcionando uma mudança também nos preços dos combustíveis e nos regulamentos ambientais (Annual Energy, 2013). Como no exemplo do consórcio britânico The London Array, que começou a montagem do maior parque eólico do mundo em alto mar. As primeiras duas turbinas de 3,6 MW já estão em funcionamento e serão instaladas 175 turbinas que somarão uma capacidade de 630 MW

(a mesma potência da usina nuclear de Angra 1, no Rio de Janeiro). Em seguida, a London Array começa a montar outro grupo de turbinas, que farão o parque eólico chegar a 1 GW.

Sabe-se que o esforço econômico necessário para que se cumpram os compromissos quantificados e qualificados em energia elétrica implicaria em custos muito altos para a economia. Entretanto, são trabalhados mecanismos tecnologicamente inteligentes que atuam como indutores de eficiência energética (Projetos MDL, 2010).

De conhecimento dos órgãos gestores e governantes (bem como dos setores envolvidos) está a condição de consumo energético. O Setor Industrial é responsável por quase metade do consumo final de energia elétrica, e certamente o que tem maior potencial de conservação de energia.

Figura 6 - Consumo Mundial de Eletricidade por Setor



Fonte: Electricity EStatistic, 2013

As chances de mitigar o consumo através da eficiência energética são viáveis. Basta que os órgãos competentes e os setores de maior consumo se habilitem em programas de incentivo para diminuir o consumo e implantar projetos energéticos, o que conseqüentemente trará uma melhor rentabilidade no processo produtivo.

No próximo item veremos como os projetos de energia elétrica foram implantados no Brasil, como o consumo acontece nos dias atuais e a expectativa dos governantes para a matriz energética brasileira.

2.5 ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

Segundo Rosa, Sigaud e Mielnik (1988), entre 1883 (quando foi instalada a primeira usina elétrica, em Campos-RJ) e 1900 a capacidade instalada no Brasil ampliou-se 232 vezes, passando de 52 KW para 12.085 KW, dos quais 5.500KW (46% do total) eram gerados por usinas hidrelétricas. Esta capacidade hidrelétrica se desenvolvia segundo a racionalidade das empresas privadas: novos investimentos justificavam-se na expectativa de um mercado financeiramente compensador.

O primeiro projeto sobre a exploração dos aproveitamentos hidráulicos foi sancionado pela Presidência da República em 1934, intitulado Código de Águas (depois de ficar engavetado desde 1907), determinando que as quedas d'águas seriam patrimônio da União. Mais adiante o projeto foi alterado, incorporando ao texto original os direitos de exploração já adquiridos, ou seja, as novas normas valeriam para novos projetos a partir daquela data. Anos mais a frente, em abril de 1954, o Plano Nacional de Eletrificação propunha uma empresa de dimensão nacional que coordenasse a produção e a distribuição de energia elétrica. Em junho de 1962 foi constituída a Eletrobrás, uma empresa de economia mista (Mielnik,1988).

Entre os países em desenvolvimento o Brasil se destaca como um dos que mais investiram em grandes projetos, principalmente na década de 70. Seus mais significativos financiamentos aconteceram certamente pelos petrodólares que financiavam países que não eram exportadores de petróleo, mas tinham forte potencial econômico e crescente capacidade industrial – como o Brasil e a Coréia do Sul.

Na década de 1970, com a segunda fase da crise do petróleo (que elevou o preço em mais de 300%), o governo brasileiro criou o Pró-Álcool que visava incrementar a produção e distribuição do álcool (obtido principalmente da cana-de-açúcar e da mandioca, como combustível alternativo). Na produção de cana-de-açúcar o Brasil tem vantagem, ou seja, solo adequado, grandes áreas e sol abundante.

Conforme Gonçalves, Feijó e Abdullah (2004):

“O mercado de energia elétrica no Brasil passou por importantes modificações institucionais ao longo da segunda metade da década de 1990, resultantes do esgotamento da capacidade de investimento por parte do Estado, quando teve início o processo de privatizações”.

De acordo com o CONGRESSO NACIONAL (2002), no período de 1991 a 1995, o acréscimo médio à capacidade instalada de geração de energia foi de 1.179 MW/ano. No período de 1996 a 2000, o acréscimo correspondente foi de 3.100 MW/ano.

O Plano Decenal de Expansão 1999/2008, elaborado pela Eletrobrás, previa um aumento da participação de energias renováveis. No entanto, as fontes compreendidas no conceito mais restrito de “renováveis” (solar, eólica, biomassa etc.) poderão permanecer inexpressivas no todo. Os constantes esforços governamentais culminaram com o lançamento do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), em 2002, tornando-se o principal plano diretor para a diversificação da matriz energética nacional (Eletrosul, 2012). Combinar o uso de diferentes fontes de energia, eólica, fotovoltaica e principalmente biomassa, poderia garantir o abastecimento contínuo, uma substituindo a outra, em períodos de baixa produtividade. De acordo com a capacidade produtiva projetada e aspectos logísticos, é possível que a vinhaça (usada para gerar o biogás) possa vir representar 35% do consumo de gás na indústria, até 2020.

A siderurgia, produtos químicos, metais não ferrosos, celulose e papel e produtos cerâmicos não só vêm ao longo dos últimos anos investindo significativamente na melhoria de seus processos produtivos. Por seu comportamento econômico mais dinâmico, abre boas perspectivas de manutenção de altas taxas de crescimento no futuro (Eletrobrás, CNI, 2010).

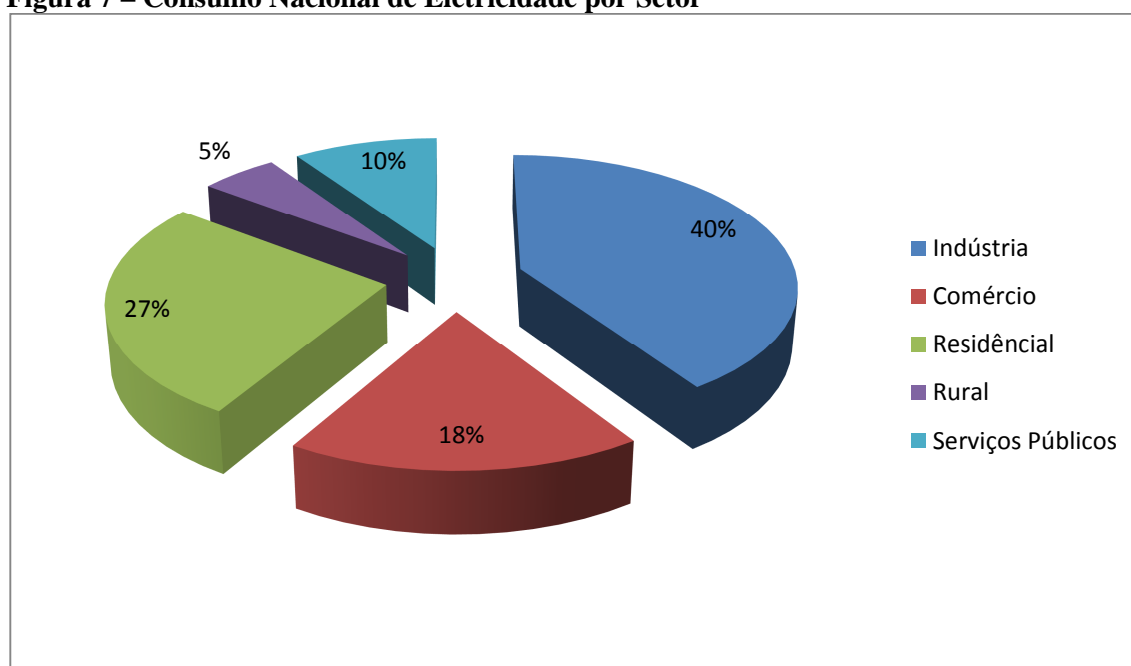
Uma análise mais detalhada da indústria mostra que seu crescimento nos próximos anos será puxado principalmente pela extrativa mineral e pela indústria da construção civil. A indústria de extração mineral deve se beneficiar de um mercado interno vigoroso e das perspectivas favoráveis de créditos que vão viabilizar a política do Governo Federal para o setor. Na construção civil, a expectativa tem uma lógica de crescimento ligada à demanda dos países emergentes mais dinâmicos e que devem manter os preços das commodities em patamares elevados (Plano Decenal 2030, 2013).

O Brasil possui a matriz energética mais renovável do mundo industrializado com 45,3% de sua produção proveniente de fontes como recursos hídricos, biomassa e etanol, além das energias eólica e solar. As usinas hidrelétricas são responsáveis pela geração de mais de 75% da eletricidade do país. Vale lembrar que a matriz energética mundial é composta por 13% de fontes renováveis no caso de Países industrializados, caindo para 6% entre as nações em desenvolvimento (BEN, 2013). Grande parte do sistema elétrico brasileiro, 98% em termos de geração e carga, encontra-se hoje eletricamente interligado, permitindo o uso otimizado dos recursos energéticos. Esse grande sistema constitui o Sistema Interligado Nacional – SIN, cuja operação coordenada é centralizada no Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS. O restante da carga é constituído por um grande número de sistemas isolados (PNE 2030, 2007).

De acordo com dados do Banco de Informações de Geração – BIG/ANEEL, a capacidade instalada total do sistema elétrico brasileiro em 31/12/2011 era de cerca de 118.417.000 MW. Esse total engloba não apenas as unidades geradoras do Sistema Interligado Nacional – SIN, mas conta também com aquelas instaladas nos sistemas isolados e a autoprodução clássica, não contabilizando a parcela de importação da UHE Itaipu não consumida pelo sistema elétrico Paraguaio (Inf. Gerenciais ANEEL, 2012).

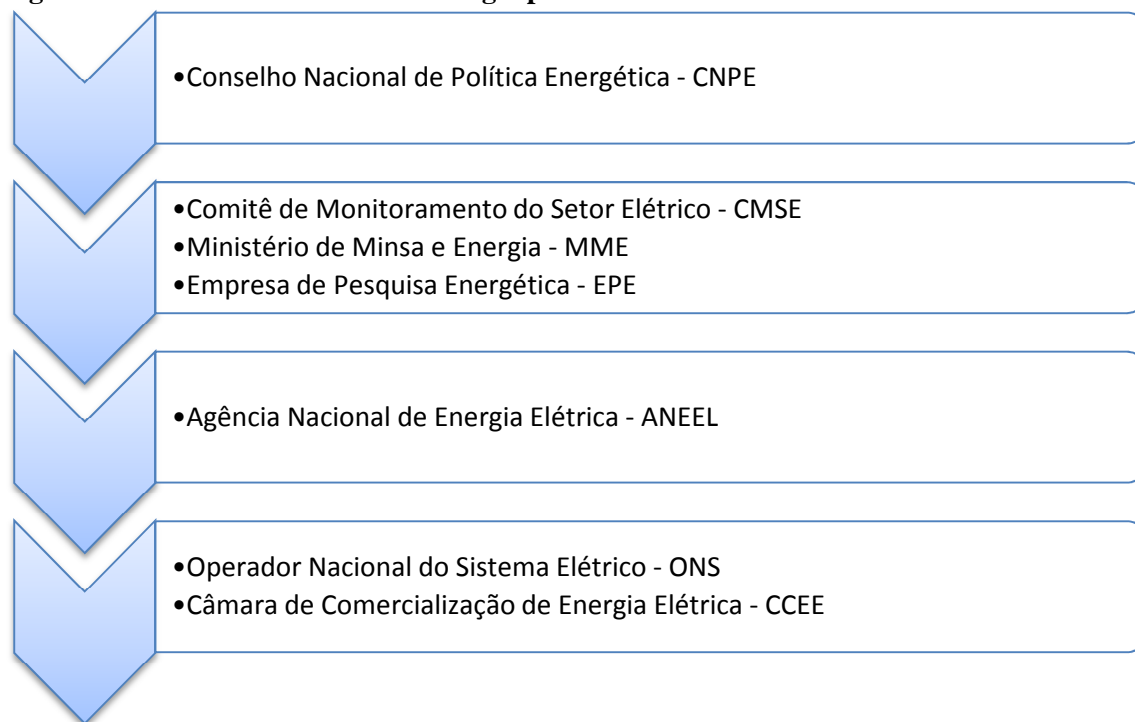
Quanto á demanda, temos valores que ficam em torno de 253,0 Mtep, no mesmo período. Esse consumo fica evidenciado no quadro abaixo que mostra a porcentagem de consumo de cada setor.

Figura 7 – Consumo Nacional de Eletricidade por Setor



Fonte: BEN 2013

O Sistema Interligado Nacional – SIN é uma rede de energia elétrica abastecido em vários estados com as fontes energéticas. A eficiência deste sistema depende muito mais de uma tecnologia adequada e uma gestão eficiente do que propriamente da disponibilidade da fonte de energia. A organização política no Brasil sobre o esquema energético é descrita no esquema abaixo e funciona da seguinte forma:

Figura 7 – Consumo Nacional de Energia por Setor

Fonte: ANEEL, 2013

A evolução do setor elétrico ocorrida ao longo dos últimos anos, além de novas tecnologias, trouxe também tarifas crescentes e interrupções no suprimento de energia. Mas aconteceu também uma maior flexibilização da legislação na intenção de incentivar novos arranjos comerciais que contribuam para aumentar a oferta de energia no país. Este cenário vem abrindo espaço para investimentos em produção e distribuição de energia, o que é fundamental para o sistema elétrico. Se há a possibilidade de suprir localmente uma parcela específica do consumo, a capacidade de geração do sistema para atendimento ao restante do mercado deverá ser expandida (PNE 2030, 2007).

A oferta e demanda são igualmente importantes num mecanismo de gestão por energia elétrica. Na intenção de regulação do mercado energético, pesquisas são desenvolvidas para contribuir com um desenvolvimento sustentável e mais igualitário para todos. Uma janela para o cenário nacional pode ser exemplificada com o consumo familiar, onde a faixa salarial ou o padrão de consumo são norteadores do consumo energético.

3 APROPRIAÇÃO DA ENERGIA PELAS FAMÍLIAS GAÚCHAS

A humanidade sempre foi dependente das associações que mantém com o meio, tendo este um papel importante em sua sobrevivência e em seus sistemas. Nesse sentido a percepção ambiental torna-se bastante relevante uma vez que será possível identificar e caracterizar as distintas relações entre humanos e o meio ambiente. Entretanto, muitas sociedades não conseguem um padrão de consumo mínimo de acordo com o mínimo esperado para a condição humana. Como comenta Furriela (2001), ocorre que em muitas regiões da África, da Ásia, da América Latina e do próprio Brasil, não há sequer a alimentação básica para milhões de famílias. Ou seja, há que se priorizar ainda a dimensão econômica, antes de se estabelecer a adequada dimensão ambiental e equacionar o desenvolvimento sustentável em todas as dimensões na qual está inserido: econômico, ambiental, social e institucional.

Para Aguiar (2004), o aumento da população em todo o planeta (e também no Brasil), preocupa acerca da preservação ambiental, do consumo e da exploração das riquezas, tornando pertinente e oportuno o debate sobre a produção e o consumo de energia. Pelas necessidades sociais diárias, deve-se desenvolver a economia tendo por base o aumento do consumo de produtos, entre eles a energia. O suprimento de energia a todos os cidadãos é fundamental ao bem estar social e ao desenvolvimento econômico do país, o que também assegura a busca pelo desenvolvimento sustentável (Aguiar, 2004). Não é fácil estabelecer relações entre as fontes energéticas e a sociedade que as consomem, uma vez que são dependentes da intensidade da fonte energética e da localização dos recursos. Um ponto de forte ligação com a energia é o padrão de consumo, expresso sobretudo na dimensão de enriquecimento per capita (afirma Cohen, Lenzen, Schaeffer, 2005, apud Reister, 1987).

Para se fazer qualquer referência sobre indicadores de desenvolvimento deve-se, necessariamente passar por aqueles que falam das condições de vida da sociedade e sua condição econômica. E nem todos apresentam uma referência imediata e direta entre as variáveis usadas para sua formulação. Já pelo conjunto de informações, é consenso que um dos principais instrumentos de gestão para o desenvolvimento são os indicadores, que de alguma forma transmitem o meio ambiente (Camargo et al., 2011). Esse importante instrumento surgiu na década de 60, quando os sociólogos norte-americanos foram convocados a explicar o que acontecia na sociedade – já que as teorias econômicas não explicavam o crescimento econômico concomitantemente com a insatisfação social (Santagada, 2007). A esse estudo, acrescenta também Santagada (2007), se chamou de Teoria

Sociológica da Modernização, já que se estava vivendo a era da modernização industrial. Passada esta primeira década de estudos e experimentos, os anos 70 foram dotados de pesquisas, os anos 80 foram determinados pelo abandono das estimativas dos indicadores e vieram a revitalizar-se nos anos 90 quando a Organização das Nações Unidas, criou através de programas como o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento- PNUD outros nove índices:

- Índice de Desenvolvimento Humano - IDH (1990);
- Índice da Liberdade Humana - ILH (1991);
- Índice de Liberdade Política- ILP (1992);
- Índice de Desenvolvimento Ajustado ao Sexo – IDS (1995)

Nome atual é Índice de Desenvolvimento por Gênero – IDG (1997)

- Medida da Participação Ajustada ao Sexo – MPS

Nome atual é Índice de Poder por Gênero – IPG

- Medida de Privação de Capacidade – MPC (1996)
- Índice de Pobreza Humana – IPH(1997)

Usar os índices socioeconômicos implica que se obtenham dados, elaborá-los, fazer análises e saber interpretar os resultados. Segundo Camargo (apud Müller, 1995) os aspectos considerados em uma análise de impactos de usinas geradoras de energia elétrica, por exemplo, serão classificados em fixos, que não podem sofrer modificação pela ação antrópica na larga escala. Os fatores variáveis, de outra forma, apontam as ações do homem e se alteram segundo as decisões humanas reagindo às pressões causadas por elas. Ou seja, o homem e suas escolhas sociais é que farão a diferença em seu desenvolvimento, apesar dos fatores tecnológicos. Seu meio social vai determinar o quanto ele pode crescer e desenvolver, apropriando-se dos recursos naturais.

Desde os escritos de Leslie White (1943, 1959) e Fred Cottrel (1955) que as ciências sociais entenderam a relação entre a complexidade social da humanidade e o aproveitamento energético (Moran, 1994). Aguiar (2004) ainda comenta sobre a relação direta que Cottrel parece estabelecer entre o uso da energia e de seus conversores com a sociedade que está incorporada – sendo, portanto a estrutura social responsável pelos seus energéticos. Ele ainda admitiria que *‘o homem só conseguiria existir se conseguisse repor a energia que usa no processo de viver’*. Cottrel não arriscou nenhuma afirmação do comportamento do sistema social baseado na energia. Mas é fácil encontrar exemplos na estratégia de escolha e de

aplicação de fontes energéticas nos quais a energia é abundante, onde nem sempre se faziam escolhas sobre a fonte mais eficiente econômica, ambiental ou social. Fred Cottrel não formulou uma teoria, mas pesquisou as relações sociedade X energia e mostrou a importância desta compreensão em processos sociais e na sua influência nos sistemas de valores. Cottrel, citado por Machado (Aguiar apud Machado, 1998), fala da sua tese: “*A energia disponível para o homem limita o que ele pode fazer e influencia o que ele fará*”.

Em se tratando de necessidade e uso de energias, é importante destacar que cada sociedade tem suas percepções de maneiras diferentes. A cultura assume papel relevante no condicionamento da percepção e dos valores ambientais das pessoas (Mollina apud Tuan, 1980). Conforme ilustrado pela pesquisa realizada sobre Avaliação de Projetos Energéticos (Pereira et al., 2005), em geral, as famílias continuam utilizando lenha e carvão para cocção e outros combustíveis fósseis, como GLP e querosene, para iluminação. A passagem para fontes de energia mais atuais está baseada principalmente na disponibilidade do recurso, na condição de pagamento da comunidade e, nas preferências culturais. A pesquisa ainda afirma que é inquestionável que a falta de energia numa sociedade (ou o seu uso limitado) leve às características únicas nas condições e qualidade de vida - afirma Pereira et al. (2005), tais como: a pobreza, os limites para oportunidade de crescimento, o fluxo migratório para as grandes cidades e a desesperança desta sociedade no seu futuro.

Sobre a pobreza, sabemos que a renda é um indicador tradicional de bem-estar social e que o acesso à energia não implica um efeito direto na renda familiar (Pereira, 2005). Entretanto, Pereira et al. (2005), acreditam que com a eletrificação, as famílias possam vir a aumentar sua produtividade bem como iniciar novas atividades rentáveis, gerando uma maior renda. O advento da eletrificação, seja na cidade ou no meio rural, é direto - estando ligada à rede a terra tem maior valor, assim como os lotes urbanos. Nas palavras de Chiarini (2008): “*Daí pode-se dizer que o nível de pobreza de uma localidade não depende somente da situação local, mas também da situação de seus vizinhos imediatos*”.

As oportunidades de crescimento das sociedades sob a ótica energética são importantes não somente para os membros da comunidade, como também para as opções políticas. Como diz Martins (2011), os desafios energéticos para as sociedades estão de um ponto de vista cada vez mais global, os tornando ainda mais complexos e em alguns casos, com impactos que serão revelados em longo prazo. Fazemos o comentário sobre a narrativa de Rattner (2005), que conta sobre uma decisão arbitrária do governo e do parlamento austríaco de implantar um reator nuclear no final da década de 70. Neste exemplo, através de uma consulta pública ampla maioria da população decidiu contra a utilização de energia

nuclear e assumiu o prejuízo de mais de um bilhão de dólares americanos. Com resultado, o reator nunca foi ativado e a sociedade austríaca encontrou outras fontes energéticas que contribuem destarte o prejuízo, para um alto índice de desenvolvimento humano – IDH.

Comentários sobre o fluxo migratório em virtude das limitações energéticas são ainda mais incisivos. A adaptabilidade humana diz respeito ao êxito da cointegração entre o meio e o homem, avaliados por alguns critérios como os demográficos, energéticos ou nutricionais (Moran, 1994). Há casos em que a comunidade não cabe no projeto energético da sociedade e segundo relata Bermann (2002), sofrem com a implantação do empreendimento. Constantemente a construção de uma usina hidrelétrica representa para as populações ribeirinhas a destruição de seus projetos de vida, impondo sua expulsão das terras que vivem há gerações (em geral, sem compensações que pudessem, pelo menos, assegurar a manutenção de suas condições de vida futuras). Particularmente atingidas pelas obras, são muitas vezes desconsideradas frente à perspectiva da perda irreversível das suas condições de produção e reprodução social, determinada pela formação do reservatório. Se existe a decisão política de se garantir o acesso à energia elétrica, como bem menciona Pereira, Lauria (2005), os governantes devem ter ciência de que estão assumindo uma dimensão estratégica de soberania, de integração social e de redução das desigualdades no campo.

A desesperança da sociedade no seu futuro é um reflexo do desamparo destes indivíduos quanto às suas necessidades primárias. Meios de sociabilidade básicos como a renda, energia, saneamento, benfeitorias por artifícios tecnológicos são alguns itens para um progresso sustentável. Como salienta Martirani et al. (2006) :”*É preciso que se encontre um equilíbrio na distribuição dos frutos do progresso material, científico e tecnológico entre os povos do mundo*”. Rattner (2005) nos alerta para o aumento no consumo de energia, no consumo dos combustíveis fósseis, a dependência política e econômica externa; bem como o esgotamento de alguns recursos naturais, que são resultados do aumento da população e consequentemente do seu consumo.

A intenção de estabelecer condutas sustentáveis, através de mudanças na sociedade de consumo, há muito vem sendo vista como estratégia para o crescimento e desenvolvimento global (Molina, 2010). Daí, podemos comentar sobre a teoria do eco desenvolvimento que surgiu nos anos 70, que se referia inicialmente às regiões rurais da África, Ásia e América Latina, comentada por Brüseke (Cavalcanti, 1994). No cenário de sociedade rural, encontramos muitas famílias que têm suas rendas provenientes exclusivamente de atividades agrícolas- produção agropecuária, valores adquiridos com explorações agrícolas e das chamadas rendas não agrícolas (Pereira et al., 2005). Assim, a eletrificação rural não é

vantajosa (para as concessionárias), por ser de baixo consumo e a pequena capacidade de pagamento dos consumidores rurais. Mas é um equívoco planejar a eletrificação rural apenas pensando na parte financeira do empreendimento. Como Pereira et al. (2005) bem comentam, os benefícios indiretos e as “externalidades positivas” advindas da eletrificação rural devem ser contabilizados e considerados no projeto energético. Atualmente as teorias de eco desenvolvimento também se adéquam aos meios urbanos incorporando conceitos de sustentabilidade, meio ambiente, economia, sociedade.

Impactos causados pela crescente demanda por energia para suprir a produção de bens de consumo sobrecarregam nosso sistema energético (Banco do Nordeste). A importância de renovar a matriz energética não está somente na ameaça do fim do petróleo- energético fóssil mais usado no mundo, mas em melhorar a qualidade de vida da sociedade de forma geral. A implementação da energia renovável pode não só melhorar a vida da sociedade, mas também proporcionar uma coexistência equilibrada entre homem, natureza e tecnologias (Bermann, 2002). E na renovação de uma matriz energética, mesmo que se intensifique ou se prime por fontes renováveis, deve-se manter a intenção do consumo consciente. Pois, mesmo que o consumo seja necessariamente alto, Cavalcanti (1994) comenta, não se pode ultrapassar as possibilidades de produção da natureza. E, ciente das limitações da oferta, para equilibrar os gastos energéticos temos como ferramenta a eficiência energética (relação entre uma quantidade de energia usada para determinada tarefa e a energia disponibilizada - Ministério de Minas e Energia, 2013). Acompanhando a eficiência energética de determinados aparelhos domésticos, eletrônicos ou mesmo de porte industrial, temos como avaliar se podemos reduzir ainda mais o consumo de energia. Em se tratando de consumo doméstico podemos dizer que a exigência é contínua da menor classe de renda até a maior (Cohen, Lenzen, Schaeffer, 2005). O consumo de energia estabiliza em determinada faixa de renda e tende a ter pouco acréscimo em faixas de renda maiores. Isto pode ser explicado pelo consumo de bens e serviços energéticos (eletrodomésticos, TV a cabo) que tendem a minimizar quando as necessidades básicas são saciadas. Sendo os serviços e equipamentos adquiridos, não há por que duplicar estes itens (por exemplo, 2 geladeiras).

Segundo as informações da pesquisa de Cohen, Lenzen, Schaeffer (2005), o consumo direto de energia (eletricidade, gás e combustíveis) das classes de rendimentos mais baixas é muito alto chegando em torno de 30% da sua renda, enquanto que o consumo indireto (bens e serviços) está abaixo de 10%. A pesquisa original que deu início aos questionamentos no Brasil aconteceu na Índia, em 2002, por Shonali Pachauri e Daniel Spreng. Brasil e Índia têm em comum, além de serem países em desenvolvimento, uma parte significativa de consumo

energético no setor rural. E sobre intensidades energéticas totais, segundo documenta Pachauri e Spreng, as primeiras pesquisas (de bens e serviços ou outros processos através da análise de insumo-produto), são para a Alemanha – por Denton (1975), para os EUA – por Bullard e Herendeen (1975) e Wright (1974), para o Canadá – por Bush, (1981), para o Reino Unido – por Pick and Becker (1975), e para a Nova Zelândia - por Peet (1993), nos países da OCDE.

Segundo a pesquisa de Pachuri e Spreng (2003), o grande consumo energético acontece nos domicílios, e a Comissão de Planejamento do país estima que as perdas de energia estão aproximadamente em 20% (ou mais) do total de eletricidade disponível. Uma proporção significativa destas perdas é atribuída a furtos, especialmente por famílias rurais, ou onde não há medição adequada da energia. Foi apurado por Pachauri e Spreng (2003) que a forma mais indicada de economizar energia seria através da substituição dos fatores de produção e redução do consumo de materiais. Isto porque não havia uma política energética implantada ou tampouco um programa governamental voltado para a população.

Em vista das pesquisas feitas em diversos países, Cavalcanti (1994) nos elucida que não há uma única teoria do desenvolvimento ecologicamente equilibrado. O que há é uma diversidade de métodos para compreender e investigar a questão de acordo com cada região.

3.1. ASPECTOS SÓCIO AMBIENTAIS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Ponto fundamental para um desenvolvimento sócio econômico sustentável é encontrar alternativas que mantenham a produção e consumo equilibrados com as tecnologias disponíveis, conjugando todas as possibilidades técnicas e sociais.

Na busca de alguns objetivos para a sustentabilidade energética, comentamos a citação de Geller (2003) quanto às iniciativas do poder público, de onde se pode enumerar:

- Diversificação do sistema energético;
- Redução de investimentos;
- Redução da importação de energia;
- Aumento da eficiência energética;
- Redução de impactos ambientais;
- Contribuir para o desenvolvimento social;
- Desenvolvimento e implementação de fontes renováveis de energia.

É pela expectativa do desenvolvimento e implementação de fontes renováveis que veremos algumas informações sócio econômicas no estado do Rio Grande do Sul. Informações sobre dados fornecidos pelo IBGE, a Pesquisa sobre Orçamentos Familiares – POF nos mostram um panorama da sociedade gaúcha no período da pesquisa em 2008/2009.

A POF é realizada no intuito de construir as ponderações para os índices de inflação apurados, neste caso, pelo IBGE. Porém, indiretamente é uma pesquisa que revela um retrato sócio econômico das famílias brasileiras, de onde importantes informações podem revelar, entre outros aspectos, o grau de consumo das famílias.

No Rio Grande do Sul, as visitas compreenderam 2.210 mil domicílios (mais de 59.000 em todo o Brasil), formando uma amostra composta por lares no interior e na região metropolitana em todos os estratos de renda. Para padronizar a pesquisa em todo Brasil, foi adotado pelo IBGE valores de salário mínimo de 15 de janeiro de 2009 (POF, 2010, pág 33), que são:

Tabela 1- Variação Patrimonial Mensal Familiar e Classes de Rendimentos

Reais Mensais (R\$)	Salários Mínimos
• Até 830,00	• Até 2 salários
• De 830,00 até 1.245,00	• De 2 a 3 salários
• De 1.245,00 até 2.490,00	• De 3 a 6 salários
• De 2.490,00 até 4.150,00	• De 6 a 10 salários
• De 4.150,00 até 6.225,00	• De 10 a 15 salários
• De 6.225,00 até 10.375,00	• De 15 a 25 salários
• Acima de 10.375,00	• Acima de 25 salários

Fonte: POF, 2010

Alguns dados característicos, esperados, emergem: em se tratando da mais baixa renda – até 2 salários mínimos – podemos constatar que os indivíduos nesta base salarial no Rio Grande do Sul apresentam, em média, menos que 7 anos de estudo (para 94% dos indivíduos). Sobre a observação das rendas familiares, anos de estudos e a representatividade de cada segmentação, temos observações importantes fornecidas pela Pesquisa sobre Orçamentos Familiares, em especial aquela que trata de informações sobre as pessoas da amostra (POF 1-pessoas).

Na primeira classe de rendimentos (até 2 salários mínimos), constatou-se que aproximadamente 12,82% (859 indivíduos) se encontram nela; com uma estimativa de anos de estudo em torno de 5 anos. Na segunda segmentação de rendimentos familiares (entre 2 e 3 salários), verificou-se que aproximadamente 14,17% (950 indivíduos) da população se encontram nela; tendo em torno de 5 anos e meio de estudos. Já para a terceira classe de rendimentos familiar (entre 3 e 6 salários), apresenta que engloba 34,46% (2310 Indivíduos) da população amostral, com um aumento gradativo nos anos de estudos, um pouco acima dos 6 anos. Para a quarta esfera de rendimentos (entre 6 e 10 salários), representando 18,46% (1238 indivíduos) da amostra que tem uma estimativa de mais de 7 anos e meio de estudo.

Da tabela 1 constata-se a relação direta entre renda e anos de estudo e a concentração na faixa que compreende entre 3 e 6 salários mínimos. Como frequência acumulada, nota-se que cerca de 60% dos indivíduos encontram-se até 6 salários mínimos.

Tabela 2 - Demonstração dos Anos de Estudo, Número de Indivíduos e Porcentagem Representativa de Indivíduos da Amostra Conforme as Classes de Rendimentos – Estado do Rio Grande do Sul

	Média de Anos de Estudo	Nº de Indivíduos	Porcentagem Representativa
Até 2 salários	5,08	859	12,82%
Entre 2 e 3 salários	5,43	950	14,17%
Entre 3 e 6 salários	6,33	2310	34,46%
Entre 6 e 10 salários	7,74	1238	18,46%
Entre 10 e 15 salários	8,51	1035	10,45%
Entre 15 e 25 salários	8,83	500	7,45%
Acima de 25 salários	10,12	210	3,13%

Fonte: elaboração própria com base na POF 1 – pessoas

Esses dados sócio-econômicos, junto a outros, podem ser cruzados com o consumo energético para se avaliar as consequências do processo de desenvolvimento econômico e as perspectivas de desenvolvimento sustentável do estado do Rio Grande do Sul.

A disposição de energia deveria ser compatível com o aumento do consumo provocado pelos ciclos de crescimento econômico, observado principalmente nos países em desenvolvimento. Entretanto, as fontes tradicionais deveriam ser substituídas por menos agressivas, segundo o Atlas de Energia Elétrica (2008). Induzindo os consumidores, através de incentivos regulatórios e/ou por preço, a substituir energéticos mais poluentes por outros

de menor impacto ambiental e a aderir a práticas mais eficientes (na busca da eficiência energética), é possível obter o mesmo resultado utilizando menor quantidade de energia. Outro fator, além do impacto ambiental, é a possibilidade de esgotamento, no médio prazo, das reservas de recursos naturais mais utilizadas, entre elas o carvão mineral e o petróleo (Atlas Energia Elétrica, 2008).

Em se tratando do consumo de energia pela sociedade, a energia mais absorvida, nesta faixa residencial, é a energia elétrica (37,37%), seguida pelo consumo de lenha (33,71%), GLP (Gás Liquefeito de Petróleo – gás de cozinha- 27,53%) e carvão vegetal (1,40%), consecutivamente (Bal. Energ. RGS, 2010). Coletando alguns dados obtidos pela Pesquisa de Orçamentos Familiares – POF (2008/2009) pode-se construir algumas observações pontuais quanto ao consumo de energia elétrica residencial no estado.

Sobre o perfil de consumo de energia elétrica das famílias gaúchas, podemos dizer que, quando se trata do percentual gasto, a primeira classe de rendimentos (até 2 salários) consome em torno de 8,19% da sua renda, o que representa aproximadamente 112 KWh (aproximadamente R\$ 41,73 mensais). A representação da população de domicílios visitados por esta classe de rendimentos (até 2 salários) fica em torno dos 6,44%.

Na segunda classe de rendimentos (de 2 a 3 salários) o percentual de consumo gira em torno de 6,25%, aproximadamente 133,69 Kwh (próximo de R\$ 49,00). Nesta classe de rendimentos, 6,25% da população de domicílios estão incluídas. Para a terceira classe de rendimentos (de 3 a 6 salários) gasta uma média de 3,88 % da sua renda. Essa porcentagem representa aproximadamente 167 KWh (em média R\$ 68,49), e é representada por menos de 15% da população de domicílios visitados. A classe de rendimentos do quarto segmento (de 6 a 10 salários) consome em média 2,61% da sua renda com energia elétrica (aproximadamente 7,94% da população amostral). O que significa um gasto de 194 KWh (em média R\$83,15) por menos de 8% da população visitada. Na quinta classe de rendimentos (de 10 a 15 salários) o consumo elétrico é em média de 1,83% da sua renda – em torno de 3,91% dos domicílios visitados. Com um gasto de pouco maior de R\$92,00 (221,56 KWh). A sexta classe de rendimentos (de 15 a 25 salários) consome em média 1,40% da sua renda com energia elétrica (aproximadamente 2,97% da população amostral). O que significa um gasto de 249,72 KWh (em média R\$109,12). Finalmente, na sétima e última classe de rendimentos (acima de 25 salários) o percentual de consumo gira em torno de 0,80%, aproximadamente 312,31Kwh (próximo de R\$ 134,84). Nesta classe de rendimentos, 1,35% da população de domicílios estão incluídas.

Os dados confirmam a energia com um bem essencial, na medida em que a proporção dos gastos em energéticos na renda cresce à medida que esta decresce. Adicionalmente, segundo o Balanço Energético do Rio Grande do Sul, 2009, a situação de segurança pública (como índice de homicídio e de roubo) e da escolaridade (analfabetismo, qualidade do ensino, taxa de cobertura, de reprovação e de evasão escolar) também estão relacionados, de forma indireta, com a oferta e a demanda de energia na sociedade. A energia é fator determinante para o desenvolvimento econômico e social (ao fornecer apoio mecânico, térmico e elétrico).

Tabela 3 - Perfil Mensal das Famílias do Rio Grande do Sul Quanto à Energia Elétrica (KWh)

	Valor Médio das Despesas de Aquisição (R\$)	Percentual do Gasto de Energia por Renda (%)	Quantidade Média Consumida Final (kWh)	Representação da População por Classes de Rendimentos (%)
Até 2 Salários	41,73	8,19	112,02	9,14
De 2 a 3 Salários	49,10	4,75	133,69	8,88
De 3 a 6 Salários	68,49	3,88	167,28	21,02
De 6 a 10 Salários	83,15	2,61	194,00	11,28
De 10 a 15 Salários	92,78	1,83	221,56	5,55
De 15 a 25 Salários	109,12	1,40	249,72	4,22
Acima de 25 Salários	134,84	0,80	312,31	1,92

Fonte: elaboração própria com base na POF 2 – despesas 90 dias

A segunda fonte de energia mais consumida no estado é a lenha, que tem na primeira classe de rendimentos (até 2 salários) um percentual de consumo que gira em torno de 12%, aproximadamente 119 Kg (próximo de R\$ 70,00). Nesta classe de rendimentos, 40% da população de domicílios estão incluídas. A segunda classe de rendimentos (de 2 a 3 salários) gasta uma média de 13 % da sua renda. Essa porcentagem representa aproximadamente 200 Kg (em média R\$ 125,00), e é representada por aproximadamente 30% da população de domicílios visitados. A classe de rendimentos do terceiro segmento (de 3 a 6 salários) gasta em média 3,13% da sua renda com o consumo de lenha (aproximadamente 60% da população amostral); o que significa mais de 92 Kg (em média R\$ 60,00). Na quarta classe de rendimentos (de 6 a 10 salários) o consumo é em média de 1% da sua renda – em torno de

10% dos domicílios visitados. Com um gasto de pouco mais de R\$ 30,00 (60 Kg). Não há registros de consumo para classes de rendimentos superiores a 10 salários.

Tabela 4- Perfil Mensal das Famílias do Rio Grande do Sul Quanto ao uso da Lenha(Kg)

	Valor Médio das Despesas de Aquisição (R\$)	Percentual do Gasto de Energia por Renda (%)	Quantidade Média Consumida Final (Kg)	Representação da População por Classes de Rendimentos (%)
Até 2 Salários	70,00	12,03	119,08	9,14
De 2 a 3 Salários	125,00	12,92	199,50	8,88
De 3 a 6 Salários	60,00	3,13	92,70	21,02
De 6 a 10 Salários	30,00	1,04	60,00	11,28

Fonte: elaboração própria a partir da POF 2 – despesas 90 dias

Sobre o perfil de consumo de GLP – gás de cozinha das famílias gaúchas, podemos dizer que, quando se trata do percentual de energia gasto, a primeira classe de rendimentos (até 2 salários) consome em torno de 12,32% da sua renda, o que representa aproximadamente 22,45 Kg (aproximadamente R\$ 60,00 mensais). A representação da população de domicílios visitados por esta classe de rendimentos (até 2 salários) fica em torno dos 6,30%. Na segunda classe de rendimentos (de 2 a 3 salários) o percentual de consumo gira em torno de 6,67%, aproximadamente 25,24 Kg (próximo de R\$ 68,70). Nesta classe de rendimentos, 6,08% da população de domicílios estão incluídas. A terceira classe de rendimentos (de 3 a 6 salários) gasta uma média de 4,03 % da sua renda. Essa porcentagem representa aproximadamente 25,14 Kg (em média R\$ 69,00), e é representada por 6% da população de domicílios visitados. A classe de rendimentos do quarto segmento (de 6 a 10 salários) consome em média 2,34% da sua renda com GLP (aproximadamente 7,39% da população amostral). O que significa um gasto de 26,37 Kg (em média R\$ 71,85) por menos de 8% da população visitada. Na quinta classe de rendimentos (de 10 a 15 salários) o consumo médio é de 1,38% da sua renda – em torno de 3,68% dos domicílios visitados. Com um gasto de pouco maior de R\$ 69,00 (25 Kg). A sexta classe de rendimentos (de 15 a 25 salários) consome em média 1,24% da sua renda com GLP (aproximadamente 2,67% da população amostral). O que significa um gasto de 33,53 Kg (em média R\$ 95,00). Finalmente, na sétima e última classe de

rendimentos (acima de 25 salários) o percentual de consumo gira em torno de 0,70%, aproximadamente 35,53 Kg (próximo de R\$ 102,00). Nesta classe de rendimentos, 1,12% da população de domicílios estão incluídas.

Tabela 4.1 - Perfil Mensal das Famílias do Rio Grande do Sul Quanto ao Consumo de GLP – gás de cozinha (Kg)

	Valor Médio das Despesas de Aquisição (R\$)	Percentual do Gasto de Energia por Renda (%)	Quantidade Média Consumida Final (kg)	Representação da População por Classes de Rendimentos (%)
Até 2 Salários	60,00	12,32	22,45	9,14
De 2 a 3 Salários	68,70	6,67	25,24	8,88
De 3 a 6 Salários	69,00	4,03	25,14	21,02
De 6 a 10 Salários	71,85	2,34	26,37	11,28
De 10 a 15 Salários	69,26	1,38	25,00	5,55
De 15 a 25 Salários	95,14	1,21	33,53	4,22
Acima de 25 Salários	102,29	0,67	35,53	1,92

Fonte: elaboração própria a partir de dados da POF 2 – despesas 90 dias

O consumo doméstico de carvão não está demonstrado nas tabelas da POF por domicílios visitados no estado. Desta forma expressamos estes dados do Balanço Energético do Rio Grande do Sul (2010), que apresenta um consumo residencial de carvão vegetal de 31.816 toneladas por ano.

Os dados apresentados sobre a demanda de energia residencial podem ser relacionados com o PIB estadual, uma vez que a relação entre infraestrutura (que vai suprir a demanda) do setor elétrico e/ou energético e seus fluxos de energia podem ser interpretados também pelas variações no Valor Adicionado Bruto (VAB) setorial.

Mesmo na última década (1999-2009) o PIB gaúcho tendo um aumento real de 26,1%, assim como um grande crescimento nos setores mais significativos da economia gaúcha (agropecuária- 49%, serviços- 29%, indústria- 12,6%), as variações negativas começam a ser notadas. Comentamos, segundo Fiori (2013), que neste período 2008-2009, o PIB do estado tinha tido uma perda de 0,8% em relação ao ano anterior, bem como o PIB nacional também caiu 0,2%. A apreciação feita pelo autor que interpreta estes valores principalmente pela

estiagem que ocorreu em 2008 visto que o maior valor adicionado bruto (VAB) vem da agropecuária, seguido pela indústria e serviços, respectivamente.

Sobre a indústria, apresentava taxas de crescimento negativas em três dos cinco anos subsequentes, culminando em uma queda de 7,5% em 2009, em grande parte devida à crise internacional (Fiori, 2013).

Fatores locais (variações no clima), nacionais (impulso de alguns setores da economia como o da construção civil) ou externos como crises internacionais, determinam definitivamente a variação da oferta e demanda energética. Visto isto é inegável que fatores sócio, econômicos, políticos e ambientais estão interligados.

4 - DEMANDA POR FONTES ENERGÉTICAS NO RIO GRANDE DO SUL – ESTUDO DE SENSIBILIDADE

O problema do abastecimento energético tem importantes consequências no desenvolvimento econômico e social de uma região. Tem sido tema recorrente de discussões e dificuldades a política energética de países ao redor do mundo, sendo os casos mais notórios a opção por um abastecimento nuclear ou ainda a instalação de usinas ou estoques de emergência para situações de debilidade.

Sabe-se desde a crise de energia vivenciada nos anos setenta que, no entanto, a demanda possui um papel relevante na determinação da ocorrência de crises e o seu comportamento pode ser, em grande medida, induzido por variações de preços e por padrões tecnológicos disponíveis à sociedade de maneira viável economicamente.

Pois, um problema de especial interesse para economias emergentes e com grande necessidade, ainda, de resgate social é poder planejar como a evolução da demanda de energia pode afetar as escolhas de política econômica e a definição do perfil de oferta energética em anos e décadas à frente.

Este capítulo pretende examinar a evolução do consumo energético no Rio Grande do Sul e seu objetivo central é determinar a intensidade da elasticidade-renda para as fontes energéticas mais importantes do estado. Nesse sentido, pretende utilizar-se de técnicas econométricas para a determinação da elasticidade-renda no estado e compará-la também com a perspectiva de crescimento econômico do estado em anos vindouros.

Para tanto, foi dividido em três seções. Na segunda seção discute-se o padrão de oferta e demanda energética do Rio Grande do Sul nas últimas décadas e os relaciona com as variações das atividades econômicas e mudança de padrões sociais no estado. A terceira seção apresenta, utilizando-se de técnicas econométricas, as diferentes elasticidades-renda e elasticidades-preço obtidas na demanda energética da região. Uma última seção se dedica a comentários finais.

4.1- ESTRUTURA DA DEMANDA ENERGÉTICA NO RIO GRANDE DO SUL

A publicação do Balanço Energético do Rio Grande do Sul, pela CEEE, com dados para oferta primária e secundária, além da demanda setorial informa-nos sobre a dinâmica

energética no estado desde 1979 até 2009. Nesse período, transformações importantes na sociedade e economia gaúchas tomaram corpo.

Em especial, a participação da economia estadual no PIB brasileiro manteve-se ao redor de 7%, caracterizando um ritmo de crescimento semelhante ao brasileiro no período. Todavia, em anos recentes essa evolução demonstrou-se desfavorável ao estado, ainda que em proporções pequenas.

No período também se assistiu a consolidação do polo industrial na macrorregião da Serra gaúcha. Os municípios ali localizados internalizaram um método de produção, uma vocação para determinados segmentos industriais, caracterizando um movimento de interiorização da produção industrial, antes localizada, sobretudo na região metropolitana. Outro aspecto relevante é que os municípios da região destacaram-se, em uma comparação nacional, como locais nos quais há qualidade de vida e possibilidades de lazer e turismo.

Importante também foi o movimento migratório da zona rural para as cidades, fruto de uma maior produtividade na agricultura, mas também consequência de crises provocadas pelo clima que impediram a viabilidade e a manutenção de alguns empreendimentos rurais.

Este processo, por um lado gerou desconcentração industrial, poderia contribuir para um gasto energético maior na medida em que a população se torne mais distribuída. Por outro lado, a migração rural-urbana ao estimular a concentração populacional tornou possível uma maior eficiência energética já que o espaço de circulação de mercadorias, serviços e interesses restringe-se.

Nesse período, não menos importante, assiste-se a emergência de demandas ambientais crescentes, caracterizadas por uma agenda crítica à opção nuclear que os países desenvolvidos tomam após a crise do petróleo. Em 1973, a participação do petróleo e seus derivados é de 45%, ao passo que no ano 2000 situava-se em 35%. A maior parte da participação em queda do petróleo foi absorvida pela energia nuclear, que se em 1973 possuía irrisórios 0,8% da oferta mundial de energia, em 2000 terá 6,8% de participação. O gás, por sua similaridade com o petróleo, também se destaca ao absorver 16,2% da oferta mundial de energia em 1973 e 21,1% em 2000 (Balanço Energético do Brasil, 2002). Tais opções refletem a percepção errônea sobre a segurança da energia nuclear e a suposta ausência de resíduos desta, além da inviabilidade técnica de se modificar o aparato produtivo, caracterizado pela substituição do petróleo pelo gás.

A relação entre o desenvolvimento sustentável e a energia foi contemplada em *Nosso Futuro Comum*¹, que dedicou um capítulo para o tema. Os grandes problemas ambientais têm íntima relação com o uso energético, daí a preocupação da Comissão Brundtland² em inserir a temática dentro do relatório, com o objetivo de sensibilizar as autoridades nacionais para a questão³. A tabela 1, inserida na sequência, mostra a relação entre os principais problemas ambientais e a origem desses problemas, acrescentando os grupos sociais mais prejudicados por esses problemas:

Quadro 4 – Principais Problemas Ambientais

Problema Ambiental	Principal Fonte do Problema	Principal grupo social afetado
Poluição urbana do ar	Energia (indústria e transporte)	População Urbana
Poluição do ar em ambientes fechados	Energia (cozinhar)	Pobres na zona rural
Chuva Ácida	Energia (queima de combustível fóssil)	Todos
Diminuição da camada de ozônio	Indústria	Todos

¹Documento requisitado pela ONU e apresentado pela Comissão Brundtland em 1987, propõe o desenvolvimento sustentável, que é “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades”.

² Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, organizada pela ONU no início da década de 1980.

³ O presidente do grupo temático de energia na comissão Brundtland foi Enrique Iglesias, hoje ocupando o cargo de presidente do Banco Interamericano de Desenvolvimento.

Quadro 4 – Principais Problemas Ambientais (continua)

Problema Ambiental	Principal Fonte do Problema	Principal grupo social afetado
Aquecimento por efeito estufa e mudança do clima	Energia (queima de combustível fóssil)	Todos
Disponibilidade e qualidade da água doce	Aumento populacional, agricultura	Todos
Degradação costeira e marinha	Transporte e Energia	Todos
Desmatamento e Desertificação	Aumento populacional, agricultura e energia	Pobres Rurais
Resíduos Tóxicos, químicos e perigosos.	Indústria e Energia Nuclear	Todos

Fonte : Goldemberg (1998, p. 62) apud Moraes (2005)

Como é possível notar no quadro 1 a energia está presente como causa direta do problema em sete dos nove problemas, e em mais um de forma indireta (camada de ozônio). Também chama a atenção que os problemas ambientais, regra geral, não distinguem classe social e poder aquisitivo.

Como lembra Schmiheiny (1992, pp. 35-36) a obtenção de um desenvolvimento sustentável energético tem três sustentáculos: um permanente ganho de eficiência no uso do recurso energético, uma participação maior de fontes na matriz energética que garantam um horizonte de sustentabilidade e uso crescente das potencialidades locais aliada a uma nova política de preços e concessão de subsídios, com preocupação marcadamente de longo prazo, nos países em desenvolvimento. Esses três pilares devem ser planejados conjuntamente, embora a eficiência energética possa apresentar retornos rápidos, mitigando problemas mais emergenciais e permitindo que seja possível continuar as ações em relação aos outros objetivos.

Mas os efeitos macroeconômicos também se manifestaram desde então. A este propósito, Williamson (1989) cita seis efeitos do choque do petróleo sobre a economia mundial: taxas de inflação pressionadas, propensão mundial a poupar em elevação com a transferência de renda aos países da OPEP, desequilíbrios dos balanços de pagamentos, esses mesmos países contrataram profissionais e mercadorias em larga escala, modificações nas técnicas de produção e padrões de consumo e por fim, uma diminuição na taxa de crescimento do produto potencial da economia mundial.

No caso brasileiro, as indefinições da política econômica, consequência da desorganização do mercado mundial após o segundo choque de petróleo, produziram oscilações e os problemas da inflação e da dívida externa dominaram a determinação das políticas econômicas. Em especial, as variações do produto apresentaram oscilações significativas, ao sabor de planos econômicos anti-inflacionários malsucedidos.

Pelos fatores já citados anteriormente - aumento do consumo, restrição de recursos ou até inviabilidade tecnológica - é que se faz necessário uma avaliação sócio econômica de projetos que viabilizem o aproveitamento de recursos locais para geração de energia.

Estes estudos devem levar em consideração principalmente os polos industriais, que são tradicionalmente os maiores consumidores por setor (Balanço Energético 2010). Dentro desta observação temos os dados econômicos nacionais e locais para avaliar o potencial de mercado e a viabilidade do investimento. Em conhecimento das fontes de energia renováveis (biomassa, biocombustível, energia eólica, hidroeletricidade, hidrogênio, energia maremotriz, energia solar) e não renováveis (carvão, gás natural, energia nuclear e petróleo) tem-se um ponto de partida para a avaliação do polo mercadológico e ambiental de cada estado.

4.2 - MATERIAIS, MÉTODOS E RESULTADOS

Nesta seção pretende-se construir um exercício econométrico que aponte as tendências para a demanda das diferentes fontes energéticas em relação a preço e produto econômico. Normalmente, os estudos dedicam-se a fontes específicas sem considerá-las em conjunto ou optam por uma metodologia de séries de tempo para efetuar a avaliação.

Resultados para a energia elétrica em anos recentes podem ser encontrados em Andrade e Lobão (1997), Schimidt e Lima (2004), considerando o Brasil, e Mattos et alii (2005) para a energia elétrica industrial em Minas Gerais. Em ambos os casos optou-se por uma metodologia de vetores auto regressivos (VAR). Resultados para a elasticidade cruzada

entre gasolina e álcool podem ser encontrados em Alves e Bueno (2002), sendo que neste caso aplicou-se a metodologia ARCH/GARCH para o alcance dos resultados.

Irffi et alli (2009) estudam a demanda por eletricidade no Nordeste, subdivididas em classes de consumo para o período 1970 e 2003. Comprovam em especial que a metodologia utilizada, um mínimo quadrados ordinários dinâmicos com mudança de regime fornece previsões adequadas para os períodos subseqüentes, especialmente entre 2004 e 2006, comparados aos trabalhos citados anteriormente. De todo modo, quanto mais particularizada a avaliação (neste caso em classes de consumo) e quanto menor o período de previsão (neste caso 3 períodos), maior a eficiência da previsão.

Castro e Montini (2010) também tentam antecipar a demanda por eletricidade considerando a presença de variáveis exógenas e a presença de um processo auto-regressivo. As variáveis exógenas escolhidas foram renda média real, inflação de bens de consumo duráveis e a tarifa média residencial para energia elétrica.

Outra linha de estudiosos dedica-se a construir cenários de demanda energética baseados na evolução sócio-econômica particular à região. Bajay (2004) resume essas metodologias, sobretudo preocupado com a antecipação e possibilidade de ampliar os sistemas energéticos. Mesmo no uso dessas metodologias será necessário avaliar a trajetória das elasticidades, o que nos obriga a uma avaliação econométrica preliminar.

Neste estudo, porém, consideraremos que a demanda de uma fonte energética pode estar influenciada pela demanda de outra fonte energética, não apenas porque eventualmente são fontes substitutas ou complementares entre si, mas principalmente porque a decisão dos agentes em alocar despesas em uma fonte pode comprometer as despesas com outras fontes.

As informações referentes ao consumo energético estão disponibilizadas em bases anuais no Balanço Energético do Rio Grande do Sul, produzido pela CEEE. A demanda por lenha, óleo diesel, gasolina e eletricidades residencial e industrial foram escolhidas com base no consumo total, sendo esses produtos os principais grupos a serem consumidos na estrutura energética do estado.

Os dados relativos à atividade econômica, mais especificamente a evolução do produto interno bruto, e evolução da população foram obtidos na base de dados da Fundação de Economia e Estatística – FEE – RS. Finalmente, os dados relativos ao preço das fontes energéticas foram obtidos juntos ao Balanço Energético Nacional, tabela 7.9. Para tanto, foram considerados os preços médios em dólares americanos por unidade física, apurados pela EPE – Empresa de Planejamento Energético. Como observação final, aponta-se o fato de

que esses preços são pesquisados em bases nacionais, limitando o alcance dos mesmos para o caso específico no Rio Grande do Sul.

Para considerar o problema da forma como foi colocado, a utilização do S.U.R (seemingly unrestricted regressões aparentemente não correlacionadas) aponta para a metodologia mais adequada. O S.U.R., originalmente concebido por Zellner (1962) considera que quando os resíduos de uma equação estão correlacionados com os resíduos de outra equação, estimam-se melhor os parâmetros de cada uma das equações se considerada a estimativa conjunta desses parâmetros. Fato que as equações que representam a demanda energética entre cada uma das fontes possuem, tendo um comportamento empírico relacionado entre si, com dependência entre si. Não suficiente, as equações apresentam algumas das variáveis independentes em comum. Desse modo, o erro das equações está, provavelmente, correlacionado contemporaneamente, uma vez que as decisões sobre a utilização de uma fonte energética afetam as decisões sobre o uso de outra fonte energética. O teste de Breusch-Pagan é utilizado para comprovar a relação de dependência entre os resíduos das diferentes equações do sistema.

O modelo SUR pressupõe, segundo GREENE (2000), que os erros são homocedásticos e possuem média igual a zero e, ainda, que a covariância entre os erros das equações, ao longo do tempo, seja idêntica a zero. Contudo, existe correlação contemporânea entre os erros das diferentes equações, tendo como consequência a inviabilização da estimação via MQO. Ressalte-se que a utilização de mínimos quadrados generalizados ou estimadores de máxima verossimilhança corrige a violação destes pressupostos. Porém, há duas situações nas quais estimar o modelo SUR via MQO ou MQG resulta idêntico: ou quando todas as correlações contemporâneas são idênticas a zero ou quando as variáveis exógenas são as mesmas para cada uma das equações do sistema. A seguir os pressupostos são detalhados para as especificações do modelo que será utilizado:

$$\text{cov}(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{jt}) = E(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{jt}) = \sigma_{ij} \quad i, j = 1, 2, 3, 4, 5; \quad (1)$$

$$E(\varepsilon_{it}) = 0 \quad \text{para } i = 1, 2, 3, 4, 5; t = 1985, 1986, 1987, \dots, 2009; \quad (2)$$

$$\text{Var}(\varepsilon_{it}) = E(\varepsilon_{it})^2 = \sigma_{ii} = \sigma_i^2 \quad \text{para todo } t = 1985, 1986, \dots, 2009 \text{ e } i = 1, 2, 3, 4, 5; \quad (3)$$

$$\text{cov}(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{js}) = \text{cov}(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{js}) = 0 \quad \text{para todo } T \neq S \text{ e } i, j = 1, 2, 3, \dots, 7; \quad (4)$$

Portanto, o sistema de equações que se quer estimar é composto por cinco equações:

$$\begin{aligned} * \log (\text{Demanda em T.E.P. Lenha})_t &= \\ &= \alpha_i + \beta \log (\text{preço Lenha})_t + \gamma \log (\text{PIB})_t + \varepsilon_{it} \quad (5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * \log (\text{Demanda em T.E.P. Gasolina})_t &= \\ &= \alpha_i + \beta \log (\text{preço Gasolina})_t + \gamma \log (\text{PIB})_t + \varepsilon_{it} \quad (6) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * \log (\text{Demanda em T.E.P. Óleo Diesel})_t &= \\ &= \alpha_i + \beta \log (\text{preço Óleo Diesel})_t + \gamma \log (\text{PIB})_t + \varepsilon_{it} \quad (7) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * \log (\text{Demanda em T.E.P. Eletricidade Industrial})_t &= \\ &= \alpha_i + \beta \log (\text{preço Eletricidade Industrial})_t + \gamma \log (\text{PIB})_t + \varepsilon_{it} \quad (8) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * \log (\text{Demanda em T.E.P. Eletricidade Residencial})_t &= \\ &= \alpha_i + \beta \log (\text{preço Eletricidade Residencial})_t + \phi \log (\text{População})_t + \varepsilon_{it} \quad (9) \end{aligned}$$

Na qual:

$t = 1985, 1986, 1987, 1988, (\dots), 2009;$

$\alpha = \text{constante};$

$\beta = \text{coeficiente do preço da fonte energética};$

$\gamma_i = \text{coeficientes do PIB com relação à fonte } i;$

$\phi = \text{coeficiente da população};$

$\varepsilon_{it} = \text{termo de erro.}$

O símbolo “log” representa a transformação logarítmica presente nos dados. Desse modo, a partir dessa transformação, busca-se obter a elasticidade de cada uma das variáveis dependentes com relação às variáveis independentes.

Embora as séries possuam raiz unitária, como é muitas vezes característico em séries de tempo, foi possível estimá-las mesmo sob a presença de raiz unitária pois o teste de co-integração em painel de Pedroni (1997, 1999) validou a relação para esse conjunto de variáveis escolhidas, conforme resultados da tabela 4. Das sete estatísticas produzidas pelo teste, quatro comprovam a relação a 1% e cinco a 10%. Desse modo, assume-se que as variáveis podem ser estimadas em nível.

Tabela 5 – Teste de co-integração em painel de Pedroni

Alternative hypothesis: common AR coefs. (within-dimension)				
	Statistic	Prob.	Weighted Statistic	Prob.
Panel v-Statistic	-0.720062	0.7643	-2.091088	0.9817
Panel rho-Statistic	-0.273040	0.3924	-1.276558	0.1009
Panel PP-Statistic	-2.692448	0.0035	-4.614637	0.0000
Panel ADF-Statistic	-3.784395	0.0001	-4.774351	0.0000
Alternative hypothesis: individual AR coefs. (between-dimension)				
	Statistic	Prob.		
Group rho-Statistic	-0.005195	0.4979		
Group PP-Statistic	-4.245440	0.0000		
Group ADF-Statistic	-4.087150	0.0000		

Fonte: Resultados do Modelo

Tabela 6 – Resultados da matriz de correlação de resíduos

Equação	Lenha	Óleo Diesel	Gasolina	Eletricidade Industrial	Eletricidade Residencial
Lenha	1				
Óleo Diesel	0,3320	1			
Gasolina	0,4598	0,6863	1		
Eletricidade Industrial	0,4112	0,8296	0,7875	1	
Eletricidade Residencial	0,5776	0,1348	0,5028	0,1175	1

$R^2 = 0,0742$; $\lambda^2 = 35,0$; P-value = 0,000

Breusch-Pagan teste de independência dos resíduos; H_0 : Não correlação entre os resíduos

N = 25

$\lambda^2 = 1.765,32$; P-value = 0,000

Fonte: Resultados do modelo

A estimação dos parâmetros realizada, de fato, comprova-se melhor se construída através do SUR. A tabela 7, com os resultados da correlação entre os resíduos demonstra o argumento, sobretudo através da estatística lambda do teste de Breusch-Pagan. Neste a hipótese nula, de não correlação entre os resíduos foi rejeitada. Dessa forma, as equações propostas têm erros correlacionados. Chama atenção, adicionalmente, a forte correlação dos resíduos entre a eletricidade industrial e óleo diesel, mas também entre a eletricidade industrial e a gasolina. Outras fortes correlações são indicadas pelas equações do óleo diesel e da gasolina, além da eletricidade residencial e lenha. Essas correlações são justificadas em função do uso final para cada uma das demandas, indicando possíveis processos de complementariedade e substituição entre as fontes.

Tabela 7 – Resultados da estimação em SUR

Equação	obs	Param.	RMSE	R ²	Chi ²	P
Lenha	25	2	0,0314798	0,3961	29,18	0,000
Óleo Diesel	25	2	0,0360100	0,7538	102,75	0,000
Gasolina	25	2	0,0919664	0,5085	32,27	0,000
Eletricidade Industrial	25	2	0,0534339	0,7894	98,62	0,000
Eletricidade Residencial	25	2	0,0373167	0,9195	400,87	0,000

Fonte: Resultados do modelo

Nas tabelas 8, indicam-se o coeficiente de ajustamento e a significância de cada uma das equações em separado. Note que exceção feita à lenha, e talvez mesmo nesse caso, os graus de ajustamento foram expressivos.

Tabela 8 – Resultado para o Sistema de Equações Simultâneas**Tabela 8.1 – Resultados para a Estimação da Demanda de Lenha**

Variável	Coeficiente	P-value
α (Constante)	1,4079	0,124
β^* Preço da Lenha	-0,0605	0,127
γ * PIB	0,6163	0,000

Tabela 8.2 – Resultados para a Estimação da Demanda de Óleo Diesel

Variável	Coeficiente	P-value
α (Constante)	-10,1631	0,000
β^* Preço do óleo diesel	-0,2286	0,000
γ * PIB	2,1475	0,000

Tabela 8.3 – Resultados para a Estimação da Demanda de Gasolina

Variável	Coefficiente	P-value
α (Constante)	-11,3863	0,004
β^* Preço da gasolina	-0,0516	0,616
γ * PIB	2,2072	0,000

Tabela 8.4 – Resultados para a Estimação da Demanda de Eletricidade Industrial

Variável	Coefficiente	P-value
α (Constante)	-16,9985	0,000
β^* Preço da elet. industrial	-0,1146	0,046
γ * PIB	2,5170	0,000

Tabela 8.5 – Resultados para a Estimação da Demanda de Eletricidade Residencial

Variável	Coefficiente	P-value
α (Constante)	-22,3743	0,000
β^* Preço da elet. residencial	0,0169	0,769
ϕ * População	3,5718	0,000

Fonte: Dados da Pesquisa

Finalmente, os diferentes parâmetros obtidos para cada uma das equações podem ser constatados nas tabelas de 8.1 a 8.5. Curioso notar que para as variáveis preços, apenas o óleo diesel e a eletricidade industrial apresentam significância e determinam o comportamento esperado. Assim, um aumento de 10% no preço do óleo diesel, indica uma redução do consumo deste em 2,2%. Para a eletricidade industrial, um aumento do preço em 10% provoca uma redução de 1,1%. Essas inelasticidades comprovam o caráter de bem essencial para a energia. Novamente, alerta-se para o fato de que trabalhamos com preços nacionais e não regionais, o que seria ideal.

Para o nível de atividade, contudo, os resultados são distintos. Para o óleo diesel, para a gasolina e para a eletricidade industrial a demanda demonstra-se elástica à variação do PIB, numa intensidade superior a 2. De modo análogo, a eletricidade residencial demonstra-se elástica à variação do aumento da população, numa intensidade superior a 3. Esses resultados

apontam para um efeito-renda expressivo na economia gaúcha para as fontes energéticas principais. O que também, possivelmente, sugere que esforços no sentido de se incrementar a eficiência energética sejam necessários. Quanto a eletricidade residencial, embora a população tenha perspectiva de se estabilizar no Rio Grande do Sul, adianta-se que a estabilização do consumo energético dependerá da melhoria dos conversores, também com finalidade de melhorar a eficiência energética. De qualquer forma, percebe-se o risco da ausência desses esforços.

Somente para a lenha o nível de atividade demonstra-se inelástico. Esse resultado é em parte justificado, pela substituição desta por outras tecnologias que proporcionam maior conforto. Mas também há que se considerar o efeito da própria renda nesta opção de substituição.

4.3 COMENTÁRIOS FINAIS

O planejamento energético de uma economia sofisticada como a do Rio Grande do Sul requer antecipação e o recolhimento de informações sistemáticas sobre a evolução dos indicadores conjunturais e estruturais sócios econômicos.

Buscou-se através de uma metodologia de estimação em painel, inferir as elasticidades-preço e elasticidades-renda da demanda pelas fontes energéticas principais: lenha, óleo diesel, gasolina, eletricidade residencial e eletricidade industrial. O método SUR provou-se adequado, pois se demonstra que os erros das especificações estão correlacionados entre si, o que era esperado, já que as decisões pelo uso dessas fontes estão interligados na decisão de firmas e consumidores.

Os resultados obtidos apontam para uma elasticidade-renda expressiva, no período compreendido entre 1985 e 2009, para o óleo diesel, a gasolina e a eletricidade industrial. Também foi expressiva a elasticidade para a eletricidade residencial com relação à população. No caso da lenha, os resultados apontam para uma inelasticidade-renda.

Com relação às elasticidades-preço os resultados apontam para valores baixos e pouco significativos.

Somente no caso do óleo diesel e eletricidade industrial, duas fontes tradicionalmente relacionadas a grandes consumidores obteve-se significância.

Trabalhos futuros, reconhecendo a interligação das demandas, podem avançar no sentido de se averiguar a elasticidade cruzada entre as fontes, bem como relações quadráticas

presentes no comportamento da demanda. Ao mesmo tempo, a oferta de novas fontes como a eólica, a solar e o biodiesel podem ser incorporados à análise.

5. CONCLUSÕES

Na formulação deste trabalho pensou-se em 3 questões principais quanto ao uso de energia residencial: como se apresenta a matriz energética do estado do Rio Grande do Sul? Fontes de energia renováveis podem representar uma maior eficiência energética na matriz do estado? A energia elétrica residencial pode ser majoritariamente abastecida por fontes de energia renováveis? Partindo desta expectativa foi feita uma pesquisa com base na matriz energética do estado e o perfil de consumo residencial das famílias gaúchas.

Inicialmente é importante confirmar a necessidade de políticas energéticas de médio e longo prazo em todos os espaços econômicos. A demanda energética de um país ou região pode direcionar políticas públicas a fim de minimizar falhas, equalizar problemas. O crescente aumento populacional induz ao aumento de consumo, o que por sua vez ativa a produtividade industrial para que o consumidor tenha além de suas necessidades garantidas, mas todo consumo que ele puder pagar.

No Rio Grande do Sul a oferta e a demanda estão equilibradas porque além da energia gerada aqui, há importação de produtos importantes como o gás de cozinha. Entretanto, governo e empresas tentam meios de mitigar os gastos, mas esbarram sempre num divisor de águas – os custos. Em algumas situações podem-se fazer boas parcerias entre governo e iniciativa privada. Mas como foi citado no trabalho, nem sempre o governo terá disponibilidade de verbas, projetos capacitados para uma planta energética ou legislação adequada. Foi o que ocorreu com a energia eólica em nosso estado, que por falta de legislação, inibiu por alguns anos investimentos significativo no Rio Grande do Sul.

Nosso estado tem um bom potencial hídrico, biomassa (casca de arroz), térmico (tanto pelo carvão mineral como pelo vegetal) numa matriz energética diversificada. É benefício para governo, empresas e sociedade uma boa gestão energética. Os resultados de um planejamento eficiente trás desenvolvimento social, equilíbrio político e estabilidade econômica. A sociedade, sendo a última instância que o caminho da energia percorre, é também um indicativo de mudanças.

O consumo energético residencial, em particular, pode ser abastecido por fontes energéticas renováveis. Há recursos naturais e potência energética em condições de serem usadas nas residências – meio rural ou cidades- como demonstrado na pesquisa. Adequar à disponibilidade de determinada fonte energética, avaliar os custos e contar com o apoio tecnológico, são pontos importantes na busca pela eficiência energética. Não é uma tarefa simples equilibrar estes fatores, mas há de se levar em consideração a questão cultural

também. É pela forma como as pessoas vivem e consomem que temos um perfil sócio econômico das regiões.

A sensibilidade na demanda social varia conforme suas necessidades são supridas. Se um fator importante como a energia está equilibrado para uma região, a tendência é que outros indicadores de bem estar estejam também equilibrados. Como foi demonstrado no capítulo 4, há uma relação direta entre renda e alguma fonte de energia, de forma inversa acontece com o preço. Uma pequena variação no perfil de consumo das famílias pode alterar índices conjunturais. Os ganhos de escala, como já comentado, afetam tantas áreas de bem estar social quanto a capacidade de desenvolvimento que aquela sociedade permitir.

Sobre políticas públicas, seria um bom começo na direção de montar um perfil sócio econômico, investir em pesquisa e desenvolvimento. Sem dados atualizados sobre como vive e se comporta a sociedade, faltam ferramentas para uma boa gestão. Rever algumas necessidades legais para o mercado energético em especial, é um dos fatores de estímulo para os investimentos em qualquer área. Reavaliar a capacidade de geração elétrica de unidades geradoras de energia. Muitas estão deficitárias e com sua eficiência comprometida.

Estamos limitando a qualidade do nosso futuro quando não respeitamos, de forma direta ou indireta, as indicações para um desenvolvimento sustentável. Para que pesquisas futuras possam acontecer de forma eficiente, dados conjunturais atualizados são essenciais para a fidelidade dos resultados. Ponto importante também é o cenário cultural de cada região, que deve ser levado em consideração quanto às preferências sociais. Demonstrada a interligação entre as fontes, trabalhos futuros podem seguir por esta indicação e averiguar a elasticidade cruzada entre elas, assim como relações quadráticas presentes no comportamento da demanda. Ao mesmo tempo, a oferta de novas fontes como a eólica, a solar e o biodiesel podem ser incorporados à análise equilibrada para uma demanda gerenciada.

REFERÊNCIAS

ABCM – Associação Brasileira do Carvão Mineral. **Análise De Viabilidade Técnico Econômica Das Termelétricas A Carvão Nacional: Enfoque Sistêmico**. ABCM – Associação Brasileira do Carvão Mineral, 2012. Disponível em: http://www.carvaomineral.com.br/arquivos/20120903_ABCM_RT01_final_MMF_Rev_IR_DSR_FLZ_MMF.pdf. Acesso em dez, 2013.

ABRAF Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário Estatístico 2013** – ano base 2012. Brasília, 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Termoelétricas a Carvão e Hidroelétricas**, 2009. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/>. Acessado em jul. 2012.

AGUIAR, Wilson M. **O Uso de Fontes Alternativas de Energia Como Fator de Desenvolvimento Social para Segmentos Marginalizados da Sociedade**. Tese (Mestrado em Ciências em Planejamento Estratégico). Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2004.

ALVES, Denisard C.; BUENO, Rodrigo L.S. Short-Run, Long-Run and Cross Elasticities of Gasoline Demand in Brazil. **Energy Economics**, v. 25, p. 191-199, 2003.

ANDRADE, Ricardo Barretto de, **Da Integração Energética à Integração Política: a Adoção de uma Política Energética Comum como Eixo da Integração Sul-Americana**. São Paulo: Cadernos PROLAM/USP; Ano 8; V. 1; p. 149-163, 2009.

ANDRADE, T.; LOBÃO, W. **Elasticidade-renda e Preço da Demanda Residencial de Energia Elétrica no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA - Texto para Discussão, n. 489, 1997.

ANNUAL ENERGY OUTLOOK 2013 – **with projections to 2040**, U.S. Energy Information Administration, Office of Integrated and International Energy Analysis U.S., Department of Energy. Washington, DC, April, 2013.

ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL, 3 edição, Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, 2008. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/>. Acesso em fev. 2012.

BAJAY, Sérgio Valdir. Planejamento da Expansão de Sistemas Energéticos: Tipos de Modelos, suas Vantagens Relativas e a Atual Competência para Desenvolvê-los no Brasil. **Relatório do Projeto BRA/01/039** - Apoio à Reestruturação do Setor Energético, Contrato 2003/000971. Brasília: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), 2004.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 2003. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2003.

_____, 2010. Brasília: Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/BENRelatorioFinal2010.aspx>. Acesso em agosto 2012.

BERMANN, Célio. A Perspectiva da Sociedade Brasileira sobre a Definição e Implementação de uma Política Energética Sustentável – Uma Avaliação da Política Oficial. IN: **Concepções de uma Política Energética Sustentável do Seminário Internacional Fontes Alternativas de Energia e Eficiência Energética** – Opção Para Uma Política Energética Sustentável no Brasil. Anais. Brasília - DF: Câmara dos Deputados, 18-20 de junho de 2002.

BIOMASSA, Perfil Da Bioenergia, 2009. Disponível em: <http://sustentabilidade.allianz.com.br/buscar.cfm?203/Perfil-da-bioenergia-preservando-a-natureza>. Acessado em: Nov. 2012

BRASIL. Eficiência Energética e Conservação de Energia. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dez 2013.

CAMARGO, Arilde S. G.; UGAVA, Cássia M. L.; AGUDELO, Libia P. P. Proposta de Definição de Indicadores de Sustentabilidade para Geração de Energia Elétrica. In: **Revista Educação & Tecnologia**. Periódico Técnico Científico dos Programas de Pós-Graduação em Tecnologia dos CEFETs-PR/MG/RJ, n. 8, 2011.

CAPELETTO, Gilberto José; MOURA, Gustavo H. Z. **Balanço Energético do Rio Grande do Sul 2009**: ano base 2008. Porto Alegre: Grupo CEEE, Secretaria de Infra-Estrutura e Logística do Rio Grande do Sul, 2009.

_____; _____. **Balanço Energético do Rio Grande do Sul 2010**: ano base 2009. Porto Alegre: Grupo CEEE, Secretaria de Infra-Estrutura e Logística do Rio Grande do Sul, 2010.

_____; _____. **Balanço Energético do Rio Grande do Sul 2011**: ano base 2010.. Porto Alegre: Grupo CEEE, Secretaria de Infra-Estrutura e Logística do Rio Grande do Sul, 2011.

CASTRO, João B.; MONTINI, Alessandra A. Previsão de Consumo Residencial de Energia Elétrica no Brasil: Aplicação do Modelo ARX. In: **Future Studies Research Journal**, São Paulo, v. 2, n. 2, pp. 03 - 16, Jul./dez. 2010.

CAVALCANTI, Clóvis (Org.). **Desenvolvimento e Natureza**: Estudos para uma Sociedade Sustentável. Recife: Instituto de Pesquisas Sociais - Fundação Joaquim Nabuco - INPSO-FUNDAJ, 1994.

CHIARINI, Túlio. Clusters De Pobreza No Rio Grande Do Sul: Análise A Partir De Indicadores De Dependência Espacial Para Pobreza Como Sinônimo De Insuficiência De Renda E Privação. IN: **Encontro de Economia Gaúcha**, 4, 2008. Porto Alegre – RS: Fundação de Economia e Estatística; Pontifícia Universidade Católica do RGS – PUCRS, 29-30 maio 2008.

COHEN, Claude; LENZEN, Manfred; SCHAEFFER, Roberto. **Energy Requirements of Households in Brazil**. Energy Policy. Zürich, Switzerland: Energy Policy and Economics, Swiss Federal Institutes of Technology, n. 33, p. 555–562, 2005.

COMPANHIA DE GAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL – **Sulgás**. Disponível em: <http://www.sulgas.rs.gov.br/>. Acesso em dez, 2013.

COMPANHIA ESTADUAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA – **CEEE**. Disponível em: <http://www.ceee.com.br/pportal/ceee/Component/Controller.aspx>. Acesso em out 2013.

CORREIO DO POVO. **Petrobras Começa a Sondar Petróleo no Rio Grande Do Sul**. Disponível em: <http://www.correiodopovo.com.br/Noticias/?Noticia=434031>. Acesso em Nov. 2013.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL - DNPM. **Carvão Mineral**, 2007. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriaDocumento/SumarioMineral2008/carvaomineral.pdf>. Acessado em agosto de 2013.

DIAS, Rubens A.; MATTOS, Cristiano R.; BALESTIERI, José A.P. **The Limits of Human Development and the Use of Energy and Natural Resources**. Energy Policy. Zürich, Switzerland: Centre for Energy Policy and Economics, Swiss Federal Institutes of Technology, n. 34, p. 1026-1031, 2004.

ELECTRICITY INFORMATION 2013. **International Energy Agency** – OECD/IEA. Paris, France, 2013

ELETROBRAS. **Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica**, 2009. Disponível em: <http://www.cgtee.gov.br/sitenovo/index.php?secao=2>. Acessado em 16 de agosto de 2013.

ELETROBRÁS. Disponível em: <http://www.eletrabras.com/elb/data/Pages/LUMIS293E16C4PTBRIE.htm>. Acessado em out. 2013.

ELETROSUL. **Centrais Elétricas do Sul do Brasil**, 2009. Disponível em: <http://www.eletrosul.gov.br/home/conteudo.php?cd=1031> Acesso em novembro de 2011.

FIERGS. O Potencial do Rio Grande do Sul na Indústria de Petróleo, Gás, Naval e Offshore-Comitê de Competitividade em Petróleo, Gás, Naval e Offshore. Sistema FIERGS. Porto Alegre, 2011.

FIORI, Tomás P.; FIALKOW, Jaime C.; PERFEITO, Pedro. Evolução das Desigualdades Intermunicipais do PIB per capita do Rio Grande do Sul e suas Macrorregiões Norte, Nordeste e Sul, 1999-2009. In: **Indicadores Econômicos FEE**. Porto Alegre – RGS: Fundação de Economia e Estatística RGS, v. 41, n. 1, p. 149-166, 2013.

FRACCARO, Laila, C. Z. ; SILVA, Mariana P; MOLINA, Silvia M. G. A Percepção Ambiental Sob a Ótica da Ecologia Humana: O Estudo da População Rural do Município de Ipeúna. IN: **V Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade** – ENANPPAS - ANPPAS, Florianópolis – SC, outubro 2010.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA - **FEE Dados**. Disponível em: http://www.fee.rs.gov.br/feedados/consulta/listar_variaveis.asp. Acesso em nov 2013.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER – **FEPAM**. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/>. Acessado em ago 2013.

FURRIELA, Rachel B. Educação para o Consumo Sustentável. IN: **Ciclo de Palestras sobre Meio Ambiente** - Programa Conheça a Educação do Cibec/Inep- MEC/SEF/COEA, 2001. Secretaria de Educação Fundamental: Ministério da Educação e Cultura – MEC, 2001.

GELLER, Howard S., **Revolução Energética**: políticas para um futuro sustentável. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2003.

GOLDEMBERG, José. **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento**. São Paulo: Edusp, 1998.

GONÇALVES, Willian M.; FEIJÓ, Flávio T.; ABDALLAH, Patrícia R.A Inserção De Fontes Alternativas De Energia Como Elemento Do Desenvolvimento Regional: Estado Atual E Perspectivas. IN: **IV Encontro de Economia Gaúcha** – EEG, Porto Alegre – RS, 29-30 maio, 2008.

GREENE, W. H. **Econometric Analysis**. 3a Ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2000.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Orçamentos Familiares** - POF, 2008-2009. Rio de Janeiro/RJ: SEPLAN, 2012.

IRFFI, Guilherme; CASTELAR, Ivan; SIQUEIRA, Marcelo L.; LINHARES, Fabrício C. **Previsão de Demanda de Energia Elétrica para Classes de Consumo na Região Nordeste, Usando OLS Dinâmico e Mudança de Regime**. Economia Aplicada, v.13, n. 1, p. 69-98, 2009

ITAIPU BINACIONAL. **Energia Hidráulica**. Disponível em: <http://www.itaipu.gov.br/energia/energia-hidraulica>. Acessado em set 2013.

LIVRO VERDE DA UNIÃO EUROPÉIA – **Sobre a Eficiência Energética ou “Como fazer mais com menos”**. Bruxelas: Comissão das Comunidades Europeias, 2005. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0048:FIN:PT:PDF>. Acesso em abril de 2012.

MARTINS, Margarida Q. **Políticas de Energia-Clima na União Europeia**. Lisboa: II Jornadas MOPT Energia e Sustentabilidade, 2011.

MATTOS, L.B.; REIS, B.S.; LIMA, J.E.; LÍRIO, V.S. Demanda Industrial de Energia Elétrica em Minas Gerais, 1970-2002. In: **Revista de Economia e Agronegócio**, v.3, n.1, p. 97-120, 2005.

MEZA, Lidia A. et al. Selecção De Variáveis Em DEA Aplicada a uma Análise do Mercado de Energia Eléctrica. In: **Revista Investigação Operacional**. Lisboa – Portugal: Associação Portuguesa de Investigação Operacional – Apdio, v 27, p. 21-36, 2007.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA **Plano Decenal de Energia 2030**. Brasília: Empresa de Pesquisa Energética, 2012.

_____. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2022**. Brasília: Empresa de Pesquisa Energética, 2013.

_____. **Plano Nacional Energético 2030**. Brasília: Empresa de Pesquisa Energética, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Governo Federal página acessada em 12 de agosto de 2013

MORAN, Emílio F. **Adaptabilidade Humana: Uma Introdução á Antropologia Ecológica**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, v.10, 1994.

PEDRONI, Peter. **Critical Values for Co-integration tests in heterogenous panels with multiple regressors**. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, special edition, p. 653-670, 1999.

PETROBRÁS. **Biocombustíveis**, 2008. Disponível em: (<http://www.petrobras.com.br/pt/energia-e-tecnologia/fontes-de-energia/biocombustiveis/>). Acesso em jul 2012.

ROSA, Luiz P.; SIGAUD, Lygia; MIELNIK, Otávio. **Impactos de Grandes Projetos Hidrelétricos e Nucleares**: aspectos econômicos e tecnológicos, sociais e ambientais. São Paulo: Marco Zero, 1988.

SACHS, Ignacy. **A Revolução Energética do século XXI**. São Paulo: Revista Estudos Avançados, n 21, pág. 21-38, 2007.

SCHMIDHEINY, Stephan. **Changing Course: A Global Business Perspective on Development and the Environment**. Cambridge : The MIT Press, 1992

SCHMIDT, Cristiane A. J; LIMA, Marcos A. M. A Demanda por Energia Elétrica no Brasil. In: **Revista Brasileira de Economia**, v. 58, n.1, p.68-98, jan-mar 2004.

WALTER, Arnaldo. **Fomento À Geração Elétrica Com Fontes Renováveis De Energia No Meio Rural Brasileiro**: Barreiras, Ações E Perspectivas. São Paulo: Enc. Energia Meio Rural, ano 3, 2003.

WILLIAMSON, John. **Economia Aberta e a Economia Mundial** – Um Texto de Economia Mundial. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

ZELLNER A. An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regression Equations and Tests of Aggregation Bias. In: **Journal of the American Statistical Association**, v. 57, p. 500-509, 1962.