

# **Textos para Discussão FEE N° 91**

**Secretaria do Planejamento, Gestão e Participação Cidadã  
Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser**

## **Planejamento Energético do Rio Grande do Sul, 1980-2010: história e memórias – com pitadas de humor, pessimismo e esperança**

**Jaques Alberto Bensussan**

**Porto Alegre, março de 2011**



**SECRETARIA DO PLANEJAMENTO, GESTÃO E  
PARTICIPAÇÃO CIDADÃ**

**Secretário:** João Motta



**DIRETORIA**

**Presidente:** Adalmir Antonio Marquetti

**Diretor Técnico:** André Luis Forti Scherer

**Diretor Administrativo:** Roberto Pereira da Rocha

**CENTROS**

**Estudos Econômicos e Sociais:** Renato Antonio Dal Maso

**Pesquisa de Emprego e Desemprego:** Dulce Helena Vergara

**Informações Estatísticas:** Cecília Rutkoski Hoff

**Informática:** Luciano Zanuz

**Documentação:** Tânia Leopoldina P. Angst

**Recursos:** Maria Aparecida R. Forni

**TEXTOS PARA DISCUSSÃO**

Publicação cujo objetivo é divulgar resultados de estudos direta ou indiretamente desenvolvidos pela FEE, os quais, por sua relevância, levam informações para profissionais especializados e estabelecem um espaço para sugestões. As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista da Fundação de Economia e Estatística.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte.

Reproduções para fins comerciais são proibidas.

<http://www.fee.rs.gov.br/textos-para-discussao>

# Planejamento Energético do Rio Grande do Sul, 1980-2010: história e memórias - com pitadas de humor, pessimismo e esperança

Jaques Alberto Bensussan\*

Economista da FEE e Dr. pela Unicamp

## RESUMO

Este texto trata da História do Planejamento Energético do Rio Grande do Sul através dos trabalhos desenvolvidos entre os anos de 1980 e 2010, destacando o papel da Comissão Estadual de Energia, que possibilitou a formação de uma equipe cujo legado resultou em teses, trabalhos de pesquisas, inventários e no Balanço Energético e na Prospectiva Energética, e ressaltando, ainda, a existência de conhecimento técnico em descompasso com o desempenho institucional tão necessário para o preenchimento das necessidades sociais.

**Palavras-Chave:** Prospectiva Energética; Balanço Energético; Energia Útil; Planejamento Energético.

**Classificação JEL:** N76; N7; N76.

## ABSTRACT

*This text tells the history of the Energy Planning of Rio Grande do Sul through the works done between 1980 and 2010, highlighting the role of the State Commission of Energy, which allowed formation of a team and whose legacy has resulted in theses, research papers, inventories, the Energy Balance and prospective studies. Emphasizing also the existence of technical knowledge in contrast to the institutional performance as necessary for the fulfillment of social needs.*

**Keywords:** Energetic Prospective; Energetic Balance; Usufel Energy; Energy Planning.

**JEL Classification:** N76; N7; N76.

## INTRODUÇÃO

Este texto trata da História do Planejamento Energético do Rio Grande do Sul de 1980 a 2010, através dos trabalhos que aconteceram e que brotaram no seio da Comissão Estadual de Energia, em resposta, inicialmente, aos choques do petróleo e que, depois, tomaram outras formas, novas abrangências, mesmo na dispersão, quando os apaixonados pelo tema se abrigaram em outras instituições.

A falta de tradição brasileira em Planejamento Energético, que se contrapõe ao setorial, não está relacionada ao desinteresse por parte dos pesquisadores, muito menos pela falta de estudos, mas, sim, a um amadurecimento, ainda esperado das instituições, que deverão impor-se no elo entre as necessidades sociais e a esfera de decisão.

---

\* E-mail: bensussan@fee.tche.br

## **O PLANEJAMENTO ENERGÉTICO ESTADUAL: A CONTRIBUIÇÃO DA COMISSÃO ESTADUAL DE ENERGIA**

Nesta seção, serão abordadas as três fases da Comissão Estadual de Energia (Cenergs): a primeira abrange o período de 1981 a 1986, marcando uma visão global da energia; a segunda cobre o período de 1987 a 1990, que se notabiliza pela idéia descentralizadora; e, finalmente, a fase que vai de 1991 a 1994, quando os rumos se perdem.

### **A PRIMEIRA FASE DA CENERGS (1981-86)**

Pretende-se relatar a experiência do Rio Grande do Sul em planejamento energético a partir de sua visão explicitamente colocada pela Comissão Estadual de Energia (ver Zilberman, I. Goss, J. *et al.* - 1983), cujas idéias centrais passarão a ser resumidas e cuja vivência se fez presente no período que abrange os anos de 1981 a 1986.

As crises energéticas atingiram de modo desigual os países importadores de petróleo, seja por apresentarem diferenças em suas bases tecnológicas, em seus aspectos estruturais e sociopolíticos, seja por diferirem em seus graus de dependência e de industrialização, seja pela capacidade de mobilização de seus recursos disponíveis, etc.

No início, os países tinham que resolver os problemas emergenciais advindos da crise, manifestados nos preços relativos e no balanço de pagamentos, levando a maioria das nações a adotarem prioritariamente ajustes financeiros e medidas de conservação energética. Após, em uma etapa mais elaborada, passou-se a buscar opções em novos energéticos e em novas tecnologias, processos e gerenciamentos.

Os efeitos da crise chegaram ao Brasil, em 1974, através do déficit da balança comercial, ao quebrar o regular equilíbrio que até então vinha apresentando. Em resposta, o Governo restringiu as importações e expandiu as exportações, obtendo resultados notáveis, embora à sombra do crescimento da dívida externa.

O diagnóstico da questão energética aponta sua origem e subordinação ao setor externo da economia, atingindo a todos os segmentos de atividade, definindo, em síntese, um modelo energético com menor dependência do petróleo, cujas diretrizes objetivavam: substituição do petróleo importado por outras fontes, como o petróleo nacional, o carvão mineral, o álcool anidro e a eletricidade, através da modificação de seus preços relativos, sob o controle direto do Governo Federal; incremento dos investimentos da Petrobrás nas áreas de prospecção e pesquisa; aceleração do Pró-Álcool, incluindo a pesquisa tecnológica e investimentos agroindustriais; racionalização do uso da energia; e desenvolvimento da pesquisa científica e tecnológica, para aproveitamento alternativo de outras fontes de energia.

O planejamento energético brasileiro tem seguido uma vocação setorialista, do ponto de vista institucional, caracterizando-se quase como um vetor independente de seu próprio Ministério ou Secretaria, caso se considerem os Governos Federal ou Estadual. Se essa especialização acarretou uma eficiência operacional em virtude de uma postura setorialista das instituições envolvidas no problema, ela também, a partir da crise do petróleo, perdeu seu poder de resposta aos inúmeros

problemas que passaram a exigir uma visão integrada dentro do planejamento, pois os setores deveriam se entender como complementares e presididos por critérios de prioridades globais e regionais na alocação dos recursos.

Assim, as decisões energéticas não poderiam mais se reduzir apenas ao programa, ao projeto e às ações específicas deste ou daquele setor, deveriam, sim, buscar respostas aos objetivos sociais, econômicos e políticos, tais como a escala do investimento, o emprego, a defesa do meio ambiente, a configuração de parâmetros técnicos e financeiros, dentre outros, para a concepção e orientação da política energética.

A criação do Conselho Nacional de Energia (CNE)<sup>1</sup> parecia ser um passo inicial no sentido de propor um modelo mais adequado aos problemas que se impunham resolver, quer no preenchimento dos vazios institucionais existentes, quer na inversão do processo decisório até então vigente, quer na coordenação, em todas as fases, do planejamento energético de longo prazo.

No plano regional, a Cenergs<sup>2</sup> nasceu à imagem e semelhança do CNE, envolvendo, no processo decisório, as estatais do setor, produtores e consumidores de energia e o setor privado, de modo a endogeneizar a política energética, conferindo-lhe, a um só tempo, descentralização e maior realismo, seja através das informações obtidas junto aos setores, seja pela realimentação dentro de uma visão global de planejamento junto a esses mesmos setores.

Sob o ponto de vista metodológico, Zilberman, I. Goss, J. *et al.* (1983) detalham, no capítulo quatro, os movimentos imaginados para a consecução de seus objetivos e que, *en passant*, assim podem ser descritos: partem de uma concepção dedutiva, isto é, do geral ao particular, iniciando seus estudos pelo Plano Nacional de Desenvolvimento, seguido pelo Plano Nacional de Energia, e fazendo uma avaliação dos programas setoriais do Governo Federal; em outro bloco do plano, são descritos os passos para a confecção do balanço energético, para uma determinada série e sua projeção histórica; para a determinação da oferta futura, assinala-se o estudo das potencialidades energéticas, dos programas e projetos em andamento dos diversos setores energéticos; correção permanente da provisória projeção histórica dos balanços energéticos com as alterações estruturais da economia e sua respectiva apropriação na demanda energética futura; estimativa das oferta e demanda energéticas no tempo; confecção da matriz energética de substituição em função das tecnologias e processos disponíveis no período de análise; eleição e consolidação das alternativas energéticas à luz da matriz de substituição, de seus impactos ambientais e de seus preços relativos; elaboração do Plano Energético Estadual, após estabelecidas as diretrizes de política energética, definindo-se suas fontes e usos de recursos, seus objetivos, metas e estratégias, seus instrumentos de política e seu sistema de acompanhamento e avaliação de resultados; e realimentação contínua de todo o processo descrito.

As diretrizes de política energética são quesitos que precedem a elaboração de um Plano e emanam da avaliação dos programas setoriais, das condições tecnológicas e dos recursos existentes em um determinado espaço, de modo a instrumentar a ação governamental, dando-lhe unidade em seus diversos níveis. As principais diretrizes destacadas pela Cenergs dizem respeito: à distribuição espacial

---

1 Criado, em 1979, no Governo João Batista Figueiredo, presidido por Aureliano Chaves, Ministro de Minas e Energia, e composto por oito ministros, pelos presidentes do Conselho Nacional de Petróleo, da Petrobras e da Eletrobrás, além de “três cidadãos de reputação ilibada e notório saber no campo da energia”.

2 A base legal da Cenergs é uma portaria baixada pelo Governo do Estado em 28 de agosto de 1979.

do suprimento energético, questão fundamental para o setor produtivo; à consolidação das atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico; ao meio ambiente, no sentido de obedecer à legislação vigente, avaliando e prevenindo os impactos devidos à produção e uso de energéticos; ao setor de máquinas e equipamentos energéticos; endereçadas à formação e treinamento de recursos humanos para suprir as necessidades dos órgãos especializados; à produção e ao uso de energéticos em termos de prioridades técnico-econômicas; à avaliação e compatibilização dos investimentos nos diversos níveis dos setores público e privado; à conservação de energia, envolvendo inovação tecnológica, gerenciamento adequado dos participantes energéticos, produtores e consumidores, objetivando a diminuição da demanda final para a mesma quantidade de energia útil; e ao Plano Energético Estadual, que se constitui na etapa provisoriamente final, dado o conceito dinâmico de ajustes na permanente adaptação ao real. O Plano, por sua vez, preocupou-se com: a fixação de objetivos, metas e estratégias do setor energético estadual; a definição dos instrumentos de política a serem mobilizados; e a escolha dos procedimentos de acompanhamento e avaliação.

Considerando as relações energia/economia dentro do sistema social, conforme concepção dedutiva que orientou esse plano para dar-lhe papel à sua funcionalidade, podem-se pincelar seus objetos e conteúdos principais: confecção de um orçamento global para o setor energético do Estado, atingindo os setores público e privado, discriminando fontes e usos de recursos para um certo período; montagem de um esquema de financiamento para atividades e projetos, a partir das metas, objetivos e estratégias definidas no plano; criação de um sistema de estatísticas básicas energéticas<sup>3</sup>; elaboração de programa de pesquisa e desenvolvimento de tecnologia, com ênfase em energia alternativa, conforme prioridades do próprio Plano; utilização e aperfeiçoamento de sistema para avaliação e acompanhamento do Plano Energético.

A Cenergs propõe-se a responder às necessidades energéticas emergentes do segundo choque do petróleo, fazendo parte de sua constituição a Secretaria de Minas, Energia e Comunicação, que lhe daria o apoio técnico, as Secretarias da Agricultura, da Indústria e Comércio, dos Transportes e a de Coordenação e Planejamento.

Em 24 de setembro de 1979, o Governo do Estado baixou uma portaria, designando a presidência da Comissão ao Secretário de Minas, Energia e Comunicação. Em 14 de abril de 1981, mediante portaria do Governo do Estado, passaram a integrar a Comissão o Gabinete do Vice-Governador e a Secretaria de Saúde e Meio Ambiente. Em 7 de julho de 1981, o vice-governador baixou uma portaria, qualificando-se como Presidente da Comissão, ao mesmo tempo em que cria uma secretaria executiva, para melhor funcionamento dos trabalhos.

Com essa base legal e com a concepção antes descrita, a Cenergs encerrou sua primeira fase em 1986, com a eleição do novo Governo, resultando de sua atividade inúmeros trabalhos publicados, diversos seminários e o Balanço Energético para o período de 1979-82, sem ter, contudo, elaborado o Plano Energético do Estado e diversas etapas intermediárias necessárias para a consecução de seus objetivos, como foi mostrado antes.

---

<sup>3</sup> As estatísticas básicas vão acabar se consolidando no Balanço Energético Consolidado do Estado do Rio Grande do Sul.

## **A SEGUNDA FASE DA CENERGS (1987-90)**

A Cenergs, a partir de 1987, entra em sua segunda fase, sob a presidência do Secretário de Minas, Energia e Comunicação, fazendo transparecer uma visão descentralizadora, a buscar em diversas localidades os ingredientes para um planejamento energético descentralizado, cuja Secretaria Executiva coube ao Professor Anildo Bristot.

No plano político, o Rio Grande do Sul contava com as Associações de Municípios, em número de 20, que serviram de base para modular a dimensão espacial, juntamente com seus municípios componentes, em torno de 200.

Foi selecionado um terço dos municípios para que se processasse a realização de uma pesquisa, resultando na caracterização do consumo de cada um deles, na identificação dos pontos de estrangulamento obtidos no diagnóstico local, bem como na listagem dos principais projetos a serem estudados técnica e economicamente.

As atividades globais concebidas na primeira fase da Cenergs foram quase totalmente abandonadas; dentre elas, citam-se algumas: o balanço energético quanto à sua externalidade, ganhando, porém, um sistema computadorizado de rotinas internas capaz de proporcionar edições em tempos relativamente curtos, incluindo simulações e projeções; e a matriz de substituição com a estimativa de custos dos energéticos em função das alternativas tecnológicas, etc. Como decorrência, sofreram maior impacto as diretrizes setoriais e o próprio plano energético. Assim, aquela idéia de planejamento unificado e integrado cedeu, sem nunca ter avançado significativamente, à política energética setorial, tão ao gosto e prática de suas instituições, com suas próprias esferas de interesse e limitações decorrentes dessa visão.

A Cenergs, por outro lado, imbuída da idéia de descentralização, assumiu uma postura mais acadêmica, formalizada através do tipo de trabalho e dos convênios firmados com diversas faculdades do Estado, com a Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE) e empresas privadas produtoras de equipamentos energéticos, visando a uma maior integração de atores, onde se incluem diversas Comissões Municipais de Energia e Meio Ambiente recém-criadas.

Ao conseguir mobilizar uma quantidade considerável de atores em nível municipal, o Projeto tornou-se menos vulnerável às questões de ordem política e incorporou uma experiência local de grande riqueza e valia para o próprio planejamento, seja no nível municipal, seja no nível estadual.

No plano concreto, as principais pesquisas realizadas no período foram as seguintes: cadastro de quase 140.000 rios, com menos de 10 quilômetros de extensão, para determinação do potencial hidráulico, a partir das vazões, da altura das quedas d'água e de uma série de outros parâmetros, tomando-se como base as cartas do Exército de 1975, o que desemboca na ampliação da geração de eletricidade através de Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCHs); levantamento do potencial eólico do Estado, através de uma pesquisa com 230 pontos de medição, com quatro sensores de velocidade a 10, 20, 30 e 40 metros de altura, distribuídos em seis regiões, com um tempo previsto de sete anos para a sua conclusão, sendo que a região de no. 1, Litoral Sul e Lagoa Mirim, a mais importante sob o ponto de vista eólico; estudo, em nível de Rio Grande do Sul, de um modelo para a determinação do potencial de racionalização de energia elétrica baseado no Programa PROCEL e nas idéias de Goldemberg para um mundo sustentável, do que resultou a premiação de Santos, J.C.V. no concurso Jovem Cientista;

estudos para o aproveitamento energético da casca do arroz junto aos engenhos; estudo de pré-viabilidade do gás argentino<sup>4</sup>, para satisfazer a demanda das indústrias gaúchas, substituindo, principalmente, óleo combustível; e atendendo a demanda dos transportes coletivos, substituindo o óleo diesel. Pode-se ainda citar uma tímida iniciação nos estudos prospectivos, que, se levados adiante, poderiam resgatar parte do que fora proposto na primeira fase da Cenergs, além de permitir avanços substanciais no tempo, incorporando toda uma experiência de quase 10 anos.

As duas fases da Cenergs caracterizaram-se por suas singularidades. A primeira preocupava-se com a montagem de um Plano Energético para o Estado como um todo, sem desconsiderar as restrições decorrentes da política energética do Governo Federal, cuja intensidade de centralização era muito grande, reservando pouco espaço para uma instrumentação política por parte do Estado. Não obstante a experiência e competência da equipe, grande parte do programa não foi cumprido, dada a exiguidade do tempo, restando o Balanço Energético como sua obra maior, cuja importância e papel que joga na montagem e nos objetivos do trabalho, ninguém pode negar, mas que não é suficiente em si mesma.

A segunda fase, mais pragmática, não procurava preencher as lacunas da primeira, pois, no centro de sua motivação, não residia o Plano Global e sim a descentralização, a mobilização dos atores locais, tanto na conscientização de seus problemas como na instrumentalização para a resolução dos mesmos.

A abordagem acadêmica, no entanto, resultante do próprio perfil da equipe, passou a conduzir suas pesquisas dentro de um horizonte de tempo de longa maturação, como foi visto, reduzindo a velocidade dos resultados no curto prazo, o que parecia se chocar, pelo menos aparentemente, com aquela idéia de praticidade conseguida com os diagnósticos em nível municipal. Mas não havia outro jeito, pois era necessário conhecer aquilo que os pesquisadores se haviam proposto.

Não obstante as diferenças nas duas proposições, a iniciação, ainda incipiente, dos estudos prospectivos para o setor parece querer aproximar as duas fases da Cenergs, sem tirar os aspectos inovadores da segunda e nem a formalização da primeira.

Dada a fragilidade jurídica da Cenergs, – uma vez que se originara de uma Portaria – de um lado e o poder e a tradição de um planejamento setorialista, de outro, tanto para o Brasil como para o Estado, o avanço dos trabalhos de uma Comissão nos moldes da primeira fase, levaria, na prática, a um choque desigual, isto é, não produziria eficácia no que diz respeito a uma mudança na maneira de entender e fazer o planejamento energético.

A segunda fase, embora não altere o quadro institucional vigente, busca um espaço marginal, sob o ponto de vista energético, passando até a complementar parte dos investimentos que deveriam ser feitos pelos setores, em uma época em que União e Estado encontram dificuldades econômicas e financeiras para processar os grandes investimentos.

Dessa forma, a Cenergs, ao tomar como palco o município, retirando dele seus atores principais, dissemina vários centros de poder, aparentemente simbióticos com a tradição vigente.

---

<sup>4</sup> Nessa fase, os estudos foram conduzidos pelo engenheiro Paulo Dossa.

## **A TERCEIRA FASE DA CENERGS (1991-94)**

Ainda com recursos, a Cenergs, mesmo assim, perdeu seu rumo, ao abandonar tanto a visão global da primeira fase, quanto a da segunda, que elegia o município como foco principal de suas atenções. Nesse período, são desconstituídos seus quadros técnicos e sua Biblioteca, formada ao longo de três lustros.

## **DO LEGADO**

Dos trabalhos desenvolvidos na Cenergs e a partir das sementes ali plantadas, o fruto mais impactante, quer pela duração, quer por sua amarração institucional ao Ministério de Minas Energia (MME), quer pela sua confecção em quase todo o território nacional, foi o Balanço Energético Consolidado do Rio Grande do Sul, com um desenho totalmente novo, mais desagregado e didático. Da Cenergs, ainda foram gestados muitos trabalhos acadêmicos, teses e pesquisas e que serão comentados nas seções pertinentes.

## **DA HISTÓRIA DOS BALANÇOS ENERGÉTICOS DO RIO GRANDE DO SUL**

Foi no seio da Cenergs<sup>5</sup> que o Balanço Energético foi concebido e cresceu, vindo a definhando, gradativamente, com o espaçamento de suas publicações, até a sua morte, com a divulgação, em 2006, dos dados relativos aos anos de 2001 a 2004. Para a compreensão das proposições desta seção, vale fazer um resumo da história do Balanço Energético do Estado do Rio Grande do Sul, compreendendo o período de 1979 a 2004.

A primeira fase, de 1979 a 1982, do Balanço Energético Consolidado do Estado do Rio Grande do Sul, foi desenvolvido na Cenergs, constituída para compreender o problema da energia a partir dos dois choques do petróleo ocorridos nos anos 70, bem como proceder ao Planejamento Energético do Estado (ver Brasil, 1984).

Ao estudar o Balanço Energético Nacional, baseado no modelo da Organização Latino-Americana de Desenvolvimento Energético (OLADE)<sup>6</sup> –, resolvi torná-lo mais didático, mais desagregado e mais fácil de ser executado e entendido, criando, assim, o Modelo Cenergs para o Balanço Energético do Rio Grande do Sul. Dadas as inúmeras vantagens que apresentava sobre o Modelo OLADE, tentei introduzir a sua generalização para todo o Brasil, a partir do Ministério de Minas e Energia, mas foi em vão. O Modelo, entretanto, foi cumprido para o Estado do Rio Grande do Sul, em duas fases: a primeira, de 1979 a 1982<sup>7</sup>; e, a segunda, de 1983 a 2004<sup>8</sup>.

---

5 A Cenergs era presidida pelo Vice-Governador Octávio Germano, seu secretário executivo à época era Issac Zilbermann, e a coordenação geral, de João Érico Goss, que me incumbiu de coordenar o Balanço Energético do Estado do Rio Grande do Sul.

6 Organização Latino-Americana de Energia, com sede em Quito, é constituída por diversos países-membros da América Latina, inclusive o Brasil.

7 Trabalharam diretamente no Balanço Energético, além do coordenador – no caso, eu –, o engenheiro Florêncio Ávila Jr., até 1983, quando se tornou oficial da Marinha Brasileira e foi substituído pelo engenheiro Ricardo Worthmann.

## DA CONCEPÇÃO AO BALANÇO ENERGÉTICO DO RIO GRANDE DO SUL: 1979-82<sup>9</sup>

A série dos Balanços Energéticos do Rio Grande do Sul (BERS), de 1979 a 1982, marcada por sua originalidade<sup>10</sup>, procurava tornar-se, em relação ao Modelo OLADE mais leve, didática e compreensível ao primeiro olhar, incluindo, ainda, pioneiramente, o Balanço de Energia Útil (BEU-RS)<sup>11</sup> e mais uma versão de compatibilidade com o Balanço Energético Nacional (BEN), em seu Modelo OLADE, com uma exceção, a eletricidade: em que 1 MWh era convertido para tEP<sup>12</sup> pelo multiplicador 0,08, como em todo o mundo; enquanto o BEN utilizava o multiplicador 0,29. Nos final do anos 90, o BEN acertou o coeficiente e refez toda a sua série, que iniciou em 1970.

## DA INVISÍVEL AGONIA À MORTE DO BALANÇO ENERGÉTICO DO RS: 1983-2004<sup>13</sup>

A partir de 1983, os Balanços Energéticos do Rio Grande do Sul, sofrem as seguintes alterações:

- o Balanço de Energia Útil foi abandonado, justamente quando o Ministério de Minas e Energia lançava o seu primeiro Balanço de Energia Útil (BEU-BR), baseado em uma pesquisa extraordinária da Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia (FDTE), que poderia ser utilizada para melhorar o BEU-RS, que se baseava, principalmente, em informações da literatura. Mesmo assim, os resultados eram bem próximos;
- o Balanço Energético do Rio Grande do Sul deixou de compatibilizar-se com o BEN, ao eliminar a sua versão no Modelo OLADE, que retomou em 2006, quando da publicação do **Balanço Energético Consolidado do Estado do Rio Grande do Sul-2001/2004**, refazendo a série de 1995 a 2004, mas deixando em aberto os anos de 1983 a 1994, sem a devida compatibilização;
- a partir de 1983, os BERS trocaram as denominações dos carvões, de Carvão Vapor (CV) para Carvão Energético (CE), sem compatibilizar-se com a série de 1979 a 1982;
- o mesmo aconteceu com a lenha, que teve o seu poder calorífico aumentado no BERS, a partir de 1983;
- até 1982, o tEP era fixado em 10.850 Mcal; a partir de então passou a ser variável na

---

8 No meio do período, por motivos pessoais, afastei-me da Cenergs e retornei à Fundação de Economia e Estatística, e, em meu lugar, entrou o engenheiro Ebersson Thimmig da Silveira, que viria a marcar a segunda fase, auxiliado, a partir de 1999, pelo engenheiro Diego Gradashi.

<sup>9</sup> A série do Balanço Energético do Estado do Rio Grande do Sul, de 1979 a 1982, publicada pela Cenergs, em 1984.

<sup>10</sup> Desenvolvido por mim e executado conjuntamente com os engenheiros Florêncio Ávila Jr. e Ricardo Worthmann (em fase posterior).

<sup>11</sup> Concebido por Florêncio Ávila Jr. e por mim.

<sup>12</sup> tEP – tonelada equivalente de petróleo; é igual a 10.800.000 kcal.

<sup>13</sup> Compõem a série: **Balanço Energético do Estado do Rio Grande do Sul de 1983/1988**, publicado pela Cenergs/Secretaria de Energia, Minas e Comunicações em 1993, com defasagem de nove anos em relação à série anterior; **Balanço Energético do Estado do Rio Grande do Sul de 1989/1996**, publicado pela FEE em 1998, com cinco anos de defasagem em relação à anterior; **Balanço Energético do Estado do Rio Grande do Sul de 1999/2000**, publicado pela Secretaria de Minas e Energia com apoio da FEE, em 2002, com defasagem de quatro anos em relação à anterior; e Balanço Energético do Estado do Rio Grande do Sul de 2001/2004 publicado pela Secretaria de Minas e Energia com apoio da FEE em 2006, com defasagem de quatro anos em relação à anterior.

contabilização do BERS, a exemplo do BEN, como se a caloria não fosse uma unidade de medida, ou como se passasse a trabalhar com uma moeda não deflacionada;

- o BERS, a partir de 1983 (Balanço..., 1993), que inclui os Balanços de 1983 a 1988, deslocou o Estoque Final como componente da Demanda Total e jogou-o no outro lado da equação, subtraindo a Oferta Bruta, mantendo o equilíbrio, mesmo assim, entre a Oferta Interna e a Demanda Total em um nível mais baixo do que deveria ser;
- como não houve preocupação em recuperar a série de 1979 a 1982 pelos novos critérios, ela se perdeu.
- na série 1989-96, introduziu-se, no BERS, o capítulo Energia e Sócio-Economia, que trouxe alguns indicadores conhecidos (Balanço...1998);
- na série 1999-000 do BERS (Balanço..., 2002), introduziram-se os capítulos Recursos e Reservas Energéticas e Capacidade Instalada de Geração de Energia Elétrica, Beneficiamento de Carvão e de Refino de Petróleo e Nafta. Apareceu, pela primeira vez, deslocadamente, no capítulo O Sistema Energético Estadual, a capacidade instalada das termoeletricas movidas à casca de arroz e a resíduos de madeira; e
- na série 2001-04 do BERS contabilizou-se, pela primeira vez, a capacidade instalada de energia eólica, deslocadamente, no capítulo O Sistema Energético Estadual. O gás natural apareceu neste capítulo, sem se fazer qualquer referência à sua capacidade instalada (Balanço..., 2006).

## **TRANSITANDO EM 180º**

A partir de contatos iniciados em novembro de 2006 com a Secretaria de Estado de Infra-Estrutura e Logística (Seinfra),<sup>14</sup> ainda que informalmente, sobre o Balanço Energético do Rio Grande do Sul, resultou uma reunião, em dezembro do mesmo ano, em que ficou estabelecida a confecção dos Termos de Referência que seriam anexados ao Convênio entre a Seinfra e a Secretaria do Planejamento e Gestão (Seplag), para dar continuidade aos trabalhos e consolidar o intercâmbio técnico e formal com o BEN, segundo a metodologia recomendada pela Empresa de Pesquisas Energéticas (EPE), do MME, mantendo, ainda, um diálogo permanente para o seu aperfeiçoamento, visando elaborar diagnósticos e estudos prospectivos do setor, antecipando seus possíveis pontos de estrangulamento para o período de tempo demarcado: 2010-30.

A partir disso, fiz sondagens nos Balanços Energéticos do Brasil de Energia Útil (BEU-BR), via *internet*, diretamente de suas tabelas dispostas em Excel, permitindo um acesso amplo e raro, o que mostra o elevado espírito de trabalho da equipe do BEN.

Por outro lado, os BEU-RS, 1979-82, publicados à época, foram totalmente redesenhados para uma planilha eletrônica, aproveitando-se a experiência de então, incrementando-os com relações que já apareciam nos BEU-BR, para torná-los comparáveis, ganhando inclusive, um formato bem amigável.

A estratégia era, não só a de retomar o Balanço Energético nos moldes da EPE, mas, principalmente, avançar prospectivamente.

---

<sup>14</sup> As reuniões eram dirigidas pelo engenheiro Edmundo Silva e por seu adjunto, o engenheiro João Carlos Felix, responsáveis pelo renascimento do Balanço no Rio Grande do Sul.

Informalmente, colaborei com a equipe junto à CEEE, e o trabalho restringiu-se à confecção do Balanço Energético, tão-somente, como será visto na próxima seção. Mesmo assim, sempre estive disponível para modestas colaborações.

## **DO RENASCIMENTO DO BALANÇO ENERGÉTICO DO RIO GRANDE DO SUL EM 2005**

O Balanço Energético do Rio Grande do Sul<sup>15</sup> abandonou o formato e a metodologia que diferenciavam o Rio Grande do Sul durante os anos de 1979 a 2004 e passou a seguir rigorosamente a metodologia estabelecida pela EPE, que conduzia o Balanço Energético Nacional (BEN). Dessa forma, as duas equipes tiveram o mesmo entendimento operacional dos conceitos, inclusive da Oferta Interna Bruta<sup>16</sup> (OIB). Entende-se que a operacionalização do referido conceito é feita corretamente, quando se calcula energético por energético, conforme orientação da EPE. No entanto, quando o Balanço é consolidado, a primeira linha, referente à produção dos secundários, como diesel, óleo combustível, gasolina, eletricidade, álcool, etc., aparece zerada, gerando um desconforto estético e outro lógico: em que a oferta interna bruta desses secundários (sem a produção dos mesmos) aparece, via de regra, negativa, o que torna incompatível o significado de Oferta Interna Bruta para a série de 1979 a 2004 com a de 2005 a 2009.

Diante desse impasse (ver Bensussan, 2010), os Balanços de 2005 a 2008 para o Rio Grande do Sul e de 2005 a 2007 para o Brasil foram reconstruídos, considerando a produção dos secundários na primeira linha do Balanço Consolidado, resgatando o senso comum, a estética da positividade e a comparabilidade (ver Bal. En. Nac., 2008 e Balanço..., 2008).

A equipe do Balanço da CEEE lançou a compatibilidade de toda a série, desde 1979 a 2008, no formato da EPE, em outubro de 2010, estando disponível na *internet*<sup>17</sup> (ver CEEE, 2010).

## **ALGUMAS PROPOSIÇÕES PARA A NOVA MATRIZ ENERGÉTICA**

A idéia inicial, a partir dos estudos desenvolvidos, não foi a de desenhar uma nova estrutura da matriz energética, e sim resolver alguns problemas práticos, tais como:

- compatibilizar todas as versões a partir de 1979, quanto a estrutura, conceito e forma;
- uniformizar a denominação de todos os carvões, segundo o poder calorífico de cada um, a partir do ano referido;

---

<sup>15</sup> A partir do ano de 2008, quando a Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica passou a se responsabilizar pelo Balanço Energético do Estado, executou-o conforme a proposição da EPE, diferentemente dos Balanços de 1979 a 2004. Dessa forma, a CEEE, através de sua equipe técnica, formada pelos Engenheiros Gilberto José Capeletto, Gustavo Moura, sob a coordenação de Regina Telli, inaugurou uma nova fase na história do Balanço Energético do Estado, produzindo um trabalho de rara beleza, com significativos avanços didáticos, com algumas pinceladas prospectivas e em tempo surpreendente, pois, no mesmo ano e na mesma publicação, foram apresentados os Balanços de 2005, 2006 e 2007.

<sup>16</sup> O conceito de oferta interna bruta está claro. A oferta interna bruta é igual à produção, mais as importações, mais a diferença de estoques, menos as exportações, menos energia não aproveitada, menos reinjeção de gás em poços de petróleo. Teoricamente, é igual ao consumo final mais a demanda intermediária (insumos energéticos que se transformam em outros energéticos, como o carvão em eletricidade).

<sup>17</sup> Disponível em <http://www.cee.com.br/pportal/cee/Component/Controller.aspx?CC=21193>

- classificar a lenha quanto ao poder calorífico, em função do grau de umidade e da literatura pertinente;
- desindexar a lenha do PIB-RS, vinculando-a ao desempenho do setor a que ela se destina, durante o horizonte temporal de estudo;
- trocar a unidade de medida tEP, configurada nos Balanços Energéticos, que caracterizam a era petróleo, retornando à clássica unidade de medida da Física, o Joule; e
- produzir um Balanço Energético melhorado, medido em termos de Requerimentos de Energia, ou seja, uma verdadeira matriz dos coeficientes dos fluxos de cada energético por unidade daqueles Requerimentos, a partir de Bensussan (1994).

Em sequência, foi pensada a possibilidade de redesenhar o Balanço Energético em três partes: a primeira, chamada de Módulo Sintético; a segunda, de Módulo da Demanda Intermediária de Energia; e a terceira, de Módulo da Energia Útil.

Dos módulos pretendidos, aprontou-se o primeiro, que já foi objeto de várias versões de atualização a partir de 2003, quando o relatório de pesquisa original (ver Bensussan, Loss et al., 2003), foi entregue à Fapergs, que o aprovou. As mais recentes são de 2004, 2005 e 2006, quando o Módulo Sintético já havia incorporado aqueles seis itens de ordem prática, já referidos, além da introdução de vários vetores, como as energias eólica e solar e a bioenergia, assim como um enriquecimento da termoeletricidade em função das mudanças ocorridas.

Além de tudo isso, o Módulo Sintético incorporava uma perspectiva tendencial até 2020, a partir de 1970, embora os Balanços Energéticos do Rio Grande do Sul tenham sido iniciados em 1979, com a famosa série de 1979 a 1982, que incluía energia útil. A partir de então, foi possível a confecção dos modelos em seus módulos até então imaginados, que passaram a tomar a forma de proposição.

## **DO MÓDULO SINTÉTICO**

O Módulo Sintético, tanto para os Subtotais como para o Total Geral, que se refere ao Estado do Rio Grande do Sul como um todo, é contabilizado somente em Joules, devido à agregação; quando se trata de energético por energético, aparecem em três tabelas, a saber: uma para unidades originais; outra para sua conversão em Joules; e, a última, para sua apreciação em termos de Requerimentos de Energia<sup>18</sup>. Tudo isso em dupla temporalidade: a primeira, para um tempo referente à medição dos Balanços, feita ano a ano; e a outra, para um tempo prospectivo, inicialmente demarcado até 2020, e, atualmente, até 2030, com diversos cenários e suas variantes.

Primeiramente, as tabelas desse Módulo correspondem aos dados observados medidos em unidades originais, depois, convertidos em joules, e, finalmente, em requerimentos de energia, referentes aos anos disponíveis de 1979 a 2009, para serem projetadas matricialmente, em conjugação com modelos econométricos: entre os PIBs do Brasil e do Rio Grande do Sul, segundo taxas simuladas

---

<sup>18</sup> Para fins deste trabalho, a idéia dos Requerimentos de Energia, medidos em Joules, para o conjunto, de todos os energéticos, corresponde, a um balanço entre a Disponibilidade Total e a Demanda Total. Pelo lado da Disponibilidade Total, tem-se a soma da Produção, da Importação e do Estoque Inicial, contrapondo-se à Demanda Total, que inclui: as Demandas Intermediária, Interna e Externa, as Perdas em Transporte e Armazenagem e o Estoque Final.

de crescimento da economia brasileira; e através dos Requerimentos de Energia e do PIB gaúchos. As tabelas que daí derivam cobrem um período que vai de 1970 a 2030.

Logo em seguida, os energéticos são agrupados, subtotalizados, como Derivados do Petróleo, por exemplo, segundo critérios estabelecidos, convergindo, finalmente para o Total do Estado. As Tabelas do Módulo Sintético são totalmente programadas e indexadas a diversos arquivos que lhes fornecem os parâmetros básicos para as simulações que vão matizar os cenários.

## **DO MÓDULO DE DEMANDA INTERMEDIÁRIA DE ENERGIA**

A disposição do módulo de Demanda Intermediária de Energia (MDIE) tem por objeto tornar claras as suas relações de insumo/produto, já que os Balanços Energéticos convencionais, ao agregarem o resultado da transformação energética em uma célula, vista pela coluna do insumo, não permitem a identificação do insumo que está sendo usado em uma determinada usina. Por exemplo, um mesmo carvão que pode ser usado para usinas termoelétricas diferentes ou máquinas diferentes, com rendimentos diferentes. Nesse caso, essas relações não são identificadas.

A idéia, então, é permitir, através de modelos tabulares, que se faça esse tipo de acompanhamento, por insumo/produto, em unidades originais, inicialmente, até a contabilização do rendimento, identificando tanto o insumo, como o produto, ou ambos. Essas identificações podem ser agregadas, em Joule, em função da identidade de insumo, da identidade de produto ou de ambos.

Outro ponto é o Módulo de Transformação Energética – outra maneira de se fazer referência ao MDIE –, que entra no espírito da prospectiva, sendo sujeito a simulações, pois suas planilhas também estão indexadas a outros arquivos que lhe servem de apoio.

## **DO MÓDULO DE ENERGIA ÚTIL**

A energia primária, diretamente, em alguns casos, ou ao ser processada, inclusive em até mais de uma vez, vai convergir para a Demanda Final (Energia Final), como o petróleo, que se transforma em seus derivados para usos variados.

Considerando uma economia fechada, genericamente, pode-se dizer:

Energia Final = Energia Primária - Perdas de Transformação

A Energia Final, nos Balanços Energéticos, contabiliza os setores de atividade, como alguns ramos da Indústria ou a especificação do transporte em rodoviário, ferroviário, hidroviário e aeroviário, e assim por diante.

Dessa forma, os Balanços Energéticos Consolidados, como o BEN ou o BERS, chegam até a Energia Final (Demanda Final), deixando uma lacuna imensa, ao não revelarem as formas de uso por atividade e por energético.

As formas de uso são investigadas nos Balanços de Energia Útil. No caso brasileiro, o BEU-BR, são: força motriz, aquecimento direto, calor de processo, iluminação, eletroquímica e outros. No caso do Rio Grande do Sul, o BEU-RS - 1979-82, em seu ensaio, foram consideradas as formas em mecânica,

térmica e luminosa, a partir de seus energéticos<sup>19</sup>. À época, foi elaborado um fluxograma que se tornou um marco<sup>20</sup>, visualizando-se todos os fluxos, energético por energético, de toda a energia do Rio Grande do Sul para 1980, desde os requerimentos, passando pela Demanda Final até chegar à energia útil.

Aí surge o primeiro problema: como se dá a distribuição, em nível de Energia Final de um determinado energético  $i$ , em uma atividade qualquer  $j$ , em suas formas de uso final  $f$ : força motriz, aquecimento, etc.? A experiência e o conhecimento das atividades, a sondagem, a pesquisa direta e a revisão de literatura podem ajudar. Isso acabará por gerar a Energia Final por energético, por atividade e por forma de uso final (EFijf). Trata-se de um refinamento da Energia Final, que abre as portas para a confecção do Balanço de Energia Útil.

O segundo problema é saber a eficiência de cada energético  $i$ , em um setor de atividade qualquer  $j$ , para permitir a passagem da EFijf para a Energia Útil por energético, por atividade e por forma (EUijf). Para tal, a experiência e o conhecimento até a revisão de literatura, antes mencionados, são necessários.

A equipe técnica do Balanço de Energia Útil do Brasil tem uma riquíssima experiência e conhecimento, como se pode observar no relato que segue e que revela uma determinação extraordinária do grupo, coordenado pelo MME.

Foram feitas cinco aplicações do BEU-BR, três da versão compacta do modelo – referentes aos anos de 1984, 1994 e 2004 – e duas da versão ampliada, onde alguns setores intensivos em energia foram desdobrados, para que fosse possível fazer uma análise mais detalhada de seus segmentos. Nesse caso, as aplicações referem-se aos anos de 1993 e 2004.

Esse esforço inicial em 1983 – implementado através de um projeto desenvolvido pela FDTE, coordenado pelo MME e apoiado pela FINEP – que se encerra no BEU-BR, resultou na ampliação da utilidade do Balanço Energético Nacional, agregando informações sobre o que acontece após a entrega da Energia Final. Esse trabalho permitiu que se tivesse uma visão global do uso dado à energia no Brasil e da eficiência média das principais formas de utilização nos diversos setores de atividades.

Em 1994, o MME patrocinou um novo projeto, visando à atualização do programa e dos parâmetros técnicos do BEU-BR, em que foi introduzido Modelo para Avaliação do Potencial de Economia de Energia (MAPEE), que permitia que se fizesse uma estimativa do potencial de economia de energia nos diferentes setores da economia, mediante a introdução do conceito de Rendimento de Referência, que seria o limite para o qual tenderiam os rendimentos de Eficiência Energética observados – aplica-se a cada energético em particular, dirigido a cada atividade em que se insere, segundo sua forma de uso e em certo tempo.

O estudo de atualização permitia, também, que se fizesse uma análise comparativa da evolução do desempenho energético do País no período 1984-94, considerando tanto as mudanças tecnológicas – associadas às variações dos coeficientes de destinação de Energia Final e de Eficiência Energética – como as mudanças socioeconômicas – associadas à evolução do crescimento dos diferentes segmentos

---

<sup>19</sup> Diesel, Óleo Combustível, Gasolina Automotiva, Gasolina de Aviação, GLP, Querosene, Querosene de Aviação, Gás de Petróleo, Coque de Petróleo, Coque Metalúrgico, CV-20, CV-35, CV-40, CV-47, CV-52, Lenha, Outros Produtos Agrícolas, Biogás, Álcool, Carvão Vegetal, Lixívia e Bagaço de Cana e Eletricidade.

<sup>20</sup> Concebido por mim e pelo engenheiro Florêncio Ávila Jr., que inclusive o desenhou em escala.

da economia. O estudo permitia, ainda, que esses efeitos pudessem ser avaliados isoladamente.

A versão 2005, ampliada e relativa ao ano de 2004 do BEU-BR, ao colocar um terceiro ponto na curva ao longo de 20 anos, não foi linear, pois foram contempladas profundas mudanças ocorridas em nosso País, como a estabilização monetária, a privatização do setor energético, a globalização da economia, o racionamento de energia elétrica, permitindo dar uma idéia do alcance das mudanças, dos padrões de consumo energético e de seus reflexos sobre a sociedade.

Em função disso, algumas das fontes de informações usadas nas versões anteriores desse estudo deixaram de existir ao longo desses anos, o que levou a equipe do BEU-BR a adotar uma estratégia adaptativa para o levantamento de informações, principalmente, através da *internet*.

Destaca-se, ainda, que a manutenção da integridade conceitual do Balanço Energético Nacional e a introdução de aprimoramentos metodológicos e de conteúdo nessa publicação também auxiliaram bastante na obtenção das informações necessárias.

Além da revisão e modernização do programa do BEU-BR e da atualização dos Coeficientes de Destinação da Energia Final e de Eficiência Energética, a versão 2005 do BEU-BR introduziu o Uso Final Refrigeração que não era contemplado nas versões anteriores do Modelo.

Os coeficientes de destinação de energia valem-se de numerosos estudos realizados recentemente, em diversas universidades e centros de pesquisa e em uma pesquisa específica dirigida às empresas que prestam informações para a elaboração do Balanço Energético Nacional. O trabalho foi complementado, ainda, com a atividade de compatibilização com os coeficientes utilizados nas edições anteriores do BEU.

Com relação aos Rendimentos Energéticos correntes e os de referência utilizados para fazer a aplicação do Modelo, a maior parte dos coeficientes foi estimada através de levantamentos de informações apresentadas por fabricantes de equipamentos, estudos de empresas industriais de setores intensivos em energia e de institutos de pesquisa. Uma importante contribuição para a estimação desses coeficientes veio do Programa Nacional de Etiquetagem de Equipamentos que é disponibilizada no *sítio* do INMETRO. Foi necessário, também, realizar um trabalho de compatibilização com os coeficientes adotados em versões anteriores do estudo.

O Modelo BEU/MAPEE foi desenvolvido para ser aplicado conjuntamente com o Balanço Energético Nacional. Em termos conceituais, porém, esse Modelo pode, também, ser aplicado aos Balanços Energéticos Estaduais. Pode ocorrer, segundo a equipe do BEU-BR, no entanto, que os Coeficientes de Destinação dos Usos Finais e os Coeficientes de Eficiência Energética apurados em âmbito nacional mostrem algumas inadequações, quando aplicados no âmbito dos Balanços Estaduais. Essas inadequações manifestam-se como uma perda de aderência do Modelo. Excetuando alguns casos muito específicos, não se espera que essa perda de aderência assuma um vulto muito significativo para a maior parte dos nossos Estados.

A experiência do Rio Grande do Sul em Energia Útil refere-se ao período de 1979 a 1982, já comentada, e que, não obstante o grande feito para a época, reconhece a escola que a equipe do BEU-BR formou, para que seus ensinamentos pudessem se difundir e contemplar todos os estados brasileiros, especialmente o Rio Grande do Sul.

No nosso caso, o BEU-RS partiria da Energia Final (Demanda Final), portanto ele a incorporaria, e, mediante os coeficientes de distribuição, segundo as formas de uso, ter-se-ia a determinação da

Energia Final por energético, por atividade e por forma de uso. Daí aplicar-se-iam os rendimentos correspondentes para a determinação da energia útil, segundo o energético, a atividade e a forma de uso.

Trata-se de um trabalho de reconstituição, de recuperação do passado, para poder fazê-lo rodar nos modelos componentes dos módulos, já descritos, quais sejam: o Sintético, o da Demanda Intermediária e o da Energia Útil, assim como também em aprontá-los com um ano de defasagem ao ano em curso.

O Balanço Energético Estadual, que, a partir da série 2005-2006 e 2007, compatibilizou-se com o Balanço Energético Nacional, que atualmente usa a versão OLADE, recuperou toda a série histórica – 1979-009, não devendo, contudo, para ganhar expressividade, limitar-se a uma única forma de apresentação.

A partir desse momento, serão apresentados, nas seções seguintes, os trabalhos acadêmicos, pesquisas, artigos e seminários que, direta ou indiretamente, brotaram da experiência desenvolvida na Cenergs e no ambiente que a época proporcionava.

## DO PIONERISMO DE CLÁUDIO ACCURSO EM FONTES E USOS DE ENERGIA

Trata-se de um trabalho pioneiro no Rio Grande do Sul, ACCURSO, C.F. (1980)<sup>21</sup>, que nasce da preocupação causada pelo primeiro Choque do Petróleo, ressaltando a importância crucial da energia em geral, da do petróleo em particular e a necessidade de alternativas na composição da matriz energética. Na época, destacava o carvão.

O texto está dividido em três partes, a saber: a primeira refere-se ao consumo atual dos energéticos considerados, balizados em 1970 e 1978; a segunda, às perspectivas de longo prazo, de 1980 a 2000, com intervalos de cinco em cinco anos; e a terceira, à memória técnica, em que são detalhados os critérios e procedimentos. Esse trabalho mantém a força do método que acompanha todos os seus textos, descrevendo detalhadamente o processo criativo, permitindo ao leitor tornar-se protagonista.

## UM BREVE RASGO DE LUZ NA ESCURIDÃO

O trabalho intitulado **A Lenha e seus Derivados no Balanço Energético do Rio Grande do Sul** realça os aspectos metodológicos<sup>22</sup> referentes à lenha para sua inclusão no Balanço Energético Consolidado do Rio Grande do Sul, 1979-82 (Bueno e Souza, A.C. *et al.*, 1984)<sup>23</sup>.

---

<sup>21</sup> Compreendido por dois relatórios: o primeiro, **Relatório I – Consumo Atual e Futuro**, de Cláudio Francisco Accurso; e o Relatório II -**Técnicas de Aproveitamento de Carvão**, de Nissim Castiel.

<sup>22</sup> Utilizou-se o Cadastro dos Consumidores de Lenha do IBDF de 1976 a 1982, bem como pesquisas desenvolvidas pela Cenergs, para que se pudesse calcular o consumo aproximado de lenha por gêneros industriais. Quanto à agricultura, destacam-se algumas fontes secundárias: como a Associação dos Fumicultores do Brasil (Afubra), para estimar a participação da lenha na secagem de grãos; e o **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola do Rio Grande do Sul, Mensário Estatístico Sul-Rio-Grandense – FEE**, 1981 e 1982, para estimar-se o cálculo da lenha na secagem de grãos. Além disso, um grande esforço referente à revisão literária foi feito para a determinação da relação m<sup>3</sup> estéreo por kg e de sua conversão para tEP.

<sup>23</sup> Embora outros nomes apareçam no trabalho, foram apenas colaboradores.

Apesar de todos os esforços, o trabalho recomenda uma série de itens para o aperfeiçoamento das informações, tais como: métodos de coleta, identificação dos equipamentos utilizados e seus rendimentos, bem como a estimativa da oferta anual de madeira proveniente de florestas nativas e de reflorestamentos, e suas respectivas reposições.

## VARIAÇÕES DE UM MESMO TEMA

Essa seção refere-se ao trabalho intitulado **Guia de Orientação para a Elaboração de Fluxos Energéticos Estaduais** (Zilberman, I. Goss, J. *et al.* 1983)<sup>24</sup> que tem por objeto a visualização de fluxos energéticos<sup>25</sup> em sua complexidade, ainda que abstratamente, e que correspondem, em princípio, aos fluxos energéticos constantes, sob forma tabular, no **Balanco Energético do Estado do Rio Grande do Sul** (1984).

Os fluxos detalham a oferta até chegar ao consumo final ou intermediário de cada energético. É uma pena que esses fluxos tenham sido apresentados com letras muito pequenas, o que dificulta o seu acompanhamento.

O mérito do trabalho reside em sua concepção, baseada no conhecimento profundo de seus engenheiros em relação ao objeto de análise, qual seja, o detalhamento dos fluxos de energia, como na área do petróleo, a título de ilustração, aportado por Wolfgang Niebling.

Além disso, desenvolve um sistema computacional, em uma época em que não havia microcomputadores, para a identificação pormenorizada da procedência do energético, se nacional, estadual ou não, ou se importada, identificando o estado ou o país, descendo ainda à procedência, quer do poço de petróleo ou da usina em questão. É claro que, ao ser desenvolvido tal sistema, pensava-se em concretizar o Balanco Energético sob a forma fluxográfica.

Na prática, a proposição nunca foi atingida, devido a sua riqueza no detalhamento da oferta. Isso só seria possível no nível de cada empresa energética em particular. Dessa forma, a representação fluxográfica deveria restringir-se à forma tabular encerrada nos Balancos Energéticos. E isso foi feito, em referência ao Balanco Energético de 1983 (Zilberman, I. *et al.*, 1986).

## TIRANDO A FEBRE

O seminário sobre Matrizes e Balancos Energéticos Estaduais: Planejamento Energético Estadual<sup>26</sup> congregou nomes de todo o Brasil, que vieram trazer a sua contribuição mediante palestras, estudos de caso e temas em debate desenvolvidos para tal fim.

Foram proferidas três palestras: a do Ministro de Minas e Energia, César Cals, representado pelo Secretário de Tecnologia (MME), a Implantação das Propostas Estaduais Energéticas e seus

---

<sup>24</sup> Participaram os engenheiros Wolfgang Niebling, Isaac Zilberman, José Enoir Loss e Sérgio Scherer, além do economista João Érico Goss, do administrador Carlos Alberto Jaeger; como auxiliares técnicos, Renato Rosek e Ricardo Wortmann.

<sup>25</sup> Em número de 30. Enquanto o Balanco Energético Consolidado do Estado do Rio Grande do Sul, (1984), data da publicação do trabalho referido, trabalhava com 45.

<sup>26</sup> Ocorrido em Porto Alegre, entre 28 e 30 de novembro de 1983 e publicado em 1984; realizado pela Cenergs e patrocinado pela FINEP.

Reflexos no Conjunto dos Programas do Ministério; a do Professor João Lizardo de Araújo (COPPE-RJ), Modelos de Previsão, Simulação e Otimização de Cenários Sócio-Econômicos para o Tratamento de Alternativas Energéticas, tendo como debatedor o Professor Edgar Lanzer (IEPE-UFRGS); e a do Professor José Goldemberg (Secretário Executivo do Conselho Estadual de Energia de São Paulo), Montagem de Instrumentos de Ação para a Atuação Governamental que permitam a Seleção de Alternativas Energéticas, tendo como debatedor o engenheiro Henrique Anawatte, assessor do Conselho Nacional de Energia.

Três estudos de caso sobre planejamento energético foram apresentados: o da Bahia, o do Paraná e o do Rio Grande do Sul.

Foram destacados quatro temas em debate, com seus respectivos artigos, com apresentador e moderador, abarcando temas como a modelagem energética; a avaliação e previsão tecnológica no setor energético; a relação sociocultural na organização dos fluxos energéticos; e aspectos ecológicos na produção e consumo de energia.

A crise energética mobilizou, rapidamente, a organização de seminários e a produção de trabalhos, disseminados em todo o País, de grande valor técnico em um período relativamente curto de tempo.

## **DANDO VISIBILIDADE METODOLÓGICA AO BALANÇO**

Silveira (1995), em **Metodologia para tratamento de informações e consolidação do balanço energético do Estado do Rio Grande do Sul**, dissertação de Mestrado defendida junto à UFRGS, formaliza a tradição oral das operações constantes no Balanço Energético do Rio Grande do Sul até então, permitindo ao leitor uma visão ampla e didática.

## **OLHANDO PARA O FUTURO**

Esta seção antecipa novos caminhos que o autor destacado, a seguir, trabalha com o tema sobre sistemas fotovoltaicos, para suprimento descentralizado de energia.

Vernetti (1996) participou da segunda fase da Cenergs, a convite do professor Bristot, quando conquistou uma bolsa de doutorado, dando à sua tese uma dimensão de futuro, trabalhando o tema dos sistemas fotovoltaicos para suprimento descentralizado de energia – em que são desenvolvidos critérios de dimensionamento e requisitos sobre dados de radiação solar e de demanda de energia para sistemas fotovoltaicos autônomos<sup>27</sup>, com baterias e híbridos<sup>28</sup>, com geradores a *diesel* como unidades auxiliares, empregando modelos de componentes e simulação de sistemas.

---

27 Um sistema fotovoltaico autônomo opera desconectado da rede elétrica. Sendo assim, ele constitui um agrupamento de equipamentos interconectados, com a finalidade de gerar energia elétrica para suprir demanda não atendida por rede elétrica convencional. Os principais constituintes de um sistema desse tipo são: (a) arranjo fotovoltaico, que é um conjunto de módulos fotovoltaicos; (b) regulador de tensão ou controlador de carga; (c) sistema de armazenamento de energia; e (d) inversor eletrônico.

28 Quando o sistema fotovoltaico autônomo é auxiliado por outras fontes de energia, como o diesel, por exemplo.

## **SOPRANDO MAIS FORTE**

Esta seção, relativa à energia eólica, conta com a contribuição de três trabalhos pioneiros: o de Gilnei Ocacia, o de Sérgio Dias e o Atlas Eólico do Rio Grande do Sul.

### **A ENERGIA EÓLICA NA PLANÍCIE COSTEIRA**

O objetivo central da tese de doutorado de Ocacia, G.C. (1996)<sup>29</sup> é a realização de uma análise sobre as possibilidades do uso de energia eólica na Planície Costeira do Rio Grande do Sul,<sup>30</sup> tanto para sistemas isolados, quanto para injeção na rede.

O suprimento de energia elétrica para essa região é precário, especialmente no meio rural, onde muitos moradores têm seu próprio sistema de suprimento energético, através da utilização de grupos geradores a diesel. Entretanto, essa área apresenta um bom potencial eólico, com uma média anual de velocidade do vento entre 5m/s e 6m/s, para alturas de 10 metros em relação ao solo, que poderia ser utilizada para geração de energia elétrica, tanto para suprimento residencial, quanto para injeção na rede principal. Além disso, há uma boa distribuição mensal dos ventos, embora os de maior permanência e intensidade ocorram na primavera do hemisfério sul (nos meses de outubro e novembro). Mais próximo ao litoral, os ventos são mais regulares e intensos, com a média anual de velocidade ultrapassando os 7m/s, para uma altura de 30 metros em relação ao solo. Esses valores foram obtidos através de uma análise estatística de dados de velocidade de vento levantados através de uma rede anemométrica constituída por 13 estações, sendo 10 na parte norte, e três na parte sul.

Para o emprego de aerogeradores, foram consideradas duas possibilidades: sistemas isolados e sistemas conectados à rede principal. O uso de sistemas isolados é plenamente viável para aquelas propriedades afastadas da rede principal, enquanto a injeção de energia na rede apresenta viabilidade dependendo das condições de financiamento (juros e prazos) para a instalação dos sistemas eólicos e do preço que a concessionária pagar pela energia, que deve estar num patamar bem acima da faixa de US\$ 30,00 a US\$ 35,00, que eram os parâmetros da época, no RS, para o Mwh das usinas a gás (em implantação) e hidrelétricas.

A economia da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, exceto o Município de Rio Grande, está completamente vinculada à orizicultura, sendo esta a atividade com maior potencial de expansão, a curto e médio prazos, na região, com uma grande demanda energética, devido aos requerimentos de irrigação, com um agravante que é sua sazonalidade, responsável pelo baixo fator de carga, motivo pelo qual grande parte dos sistemas atuais é acionado através de motores a diesel.

Existem áreas de grande extensão na Planície Costeira onde a velocidade média anual do vento, a 30 metros de altura em relação ao solo, é da ordem de 7 m/s. São áreas de baixíssima densidade populacional, inadequadas para a produção agrícola e, por consequência, de preços da terra

---

29 Gilnei Carvalho Ocacia participou da segunda fase da Cenergs, sob o comando de Anildo Bristot, trabalhando com energia eólica.

30 Essa região estende-se por mais de 600 quilômetros no litoral do RS, apresentando vegetação e topografia extremamente homogêneas, com os pontos mais elevados tendo uma altura em torno de 20 metros em relação ao nível do mar.

muito baixos. No entanto, para que os aerogeradores sejam utilizados, são necessárias três condições: a primeira é que seu preço final, no Brasil — seja por produção no País, seja por isenção de taxas na importação —, não ultrapasse o patamar dos US\$ 1.300,00 por kW instalado; a segunda é que o preço da energia, na geração, não seja inferior a US\$ 50,00 por Mwh; e a terceira é que exista um sistema de base que sustente um patamar mínimo de geração para manter a tensão nas linhas, mesmo durante os períodos de calmaria. Essa última condição pode muito bem ser atendida por sistemas termoelétricos, abastecidos por madeira, já que existem inúmeros florestamentos na região.

É recomendável que sejam realizados estudos aprofundados de viabilidade de utilização da energia eólica na faixa litorânea entre a Lagoa Mangueira e o Oceano Atlântico, pois esse local, além de apresentar um potencial bastante promissor, conjuga ainda o fato de ser constituído por uma faixa arenosa totalmente imprópria para agricultura, além de ser praticamente desabitada, o que lhe confere um valor monetário extremamente baixo, favorecendo a implantação de fazendas eólicas.

Uma outra possibilidade que se apresenta bastante interessante é a utilização de turbinas eólicas em instalações *off shore* nas grandes lagoas, sobretudo porque apresentam uma pequena profundidade na maior parte de sua extensão. A Lagoa dos Patos apresenta profundidade de ordem inferior a 2 metros, mesmo em locais bastante próximos a um canal de navegação, representando isso, inclusive, um grave problema para esse tipo de atividade, de tal modo que as embarcações que entram via porto de Rio Grande até Porto Alegre necessariamente utilizam um práctico do local para realizarem esse percurso com segurança.

Também a margem oeste das lagoas, constituída por várzeas ocupadas pelas lavouras orizícolas, merece uma atenção especial, pois os ventos ali acontecem com boa constância e intensidade, em áreas bastante planas e extensas.

## **A ENERGIA EÓLICA PARA LOCAIS ISOLADOS**

Ainda na mesma linha, em sua dissertação de mestrado, Dias (1988)<sup>31</sup> projetou sensores para o cálculo da velocidade do vento em Santa Vitória do Palmar, estudando o uso de energia eólica acoplada a geradores a diesel em locais isolados, sem o abastecimento da rede convencional, dando ênfase para detalhes técnicos de engenharia, incluindo: geradores de indução; sistema de controle e seus parâmetros; e instrumentação, tais como, anemômetros, tacômetros e sistemas de carga.

A dissertação estende seus olhos, também, para o enfoque econômico quanto à substituição do uso do diesel pela energia eólica nesses locais isolados.

## **O ATLAS EÓLICO**

O Atlas Eólico do Rio Grande do Sul<sup>32</sup> (2003), elaborado pela Camargo Schubert Engenharia Eólica, é resultante de uma proposição da Secretaria de Energia, Minas e Comunicações (SEMC). Sua

---

31 Que colaborou na segunda fase da Cenergs.

32 Disponível no site: [http://www.semc.rs.gov.br/atlas/INDEX\\_geral.htm](http://www.semc.rs.gov.br/atlas/INDEX_geral.htm)

elaboração contou com diversas instituições<sup>33</sup>, sendo estabelecidos os padrões e as especificações técnicas para as medições da velocidade dos ventos obtidos entre 2000 e 2002<sup>34</sup>.

Todas as medições foram realizadas com o uso de anemômetros do tipo concha, calibrados e certificados, instalados em torres estaiadas, com alturas de 40 a 50 metros, situadas em locais especialmente selecionados. Os técnicos da Secretaria e da CEEE participaram da seleção dos locais de medição, da instalação das torres e equipamentos e realizaram a coleta e tratamento dos dados de vento, obedecendo aos procedimentos técnicos e as recomendações do Instituto Alemão de Energia Eólica (DEWI) e da Agência Internacional de Energia (IEA). Além da elaboração desse Atlas, o trabalho possibilitou os primeiros projetos de usinas eólicas. Tudo isso redundou na introdução do uso da energia eólica na matriz energética do Rio Grande do Sul, a partir de 2005.

Os regimes de vento foram interpolados para o restante do território gaúcho através de modelamento de mesoescala (MesoMap), uma complexa simulação computacional dos principais processos físicos atuantes na movimentação da atmosfera, balizada por banco de dados meteorológicos validados e consolidados, representativos para 15 anos. Desse processo, resultou um modelo atmosférico que incluía fenômenos, tais como: as brisas marinhas e terrestres, ventos de montanha, jatos noturnos e outros. O mapeamento final, na resolução de 1 km x 1 km, foi concluído mediante modelagem tridimensional da camada-limite atmosférica (WindMap).

O potencial eólico do Estado<sup>35</sup>, considerando vinte por cento das áreas disponíveis para a instalação de parques eólicos e para velocidades maiores do que 7 m/s, é: para ventos a 50 metros do solo, de 34.360 Mw (*on shore e off shore*); enquanto, para ventos a 75 metros do solo, o potencial salta para 73.940 Mw (*on shore e off shore*), o que pode ser considerado conservador, tendo em vista a tendência de uso de torres para 100 metros de altura em relação ao solo.

## **ENERGIA, A CONQUISTA DA INDEPENDÊNCIA OU A GRANDE BATALHA DOS MOINHOS DE VENTO**

Esse trabalho, que dá nome à seção, de Bensussan, Silveira e Loss (1997), trata de uma visão geral do problema energético e sua consequência ambiental no mundo, destacando os países da Organization for Economic Co-operation and Development (OCDE), da Commonwealth of Independent States (CIS) e países em desenvolvimento, considerando um horizonte temporal que vai de 1990 a 2020.

---

33 Para lembrar, o programa de incentivo à energia eólica no Rio Grande do Sul, iniciado em 1999, promoveu o I Seminário sobre Energia Eólica no Estado do Rio Grande do Sul, promovido e organizado pela SEMC, e a assinatura do primeiro protocolo de intenções para a realização de medições de vento no RS, entre a SEMC, a CEEE e a Wobben. Nos anos seguintes, foram firmados mais quatro protocolos, entre SEMC e a CEEE, com as seguintes empresas: a Gamesa (do grupo Iberdrola), a Energia Regenerativa Brasil Ltda. (ERB), a Enerfín (do grupo Elecnor) e a Raiko Engenharia e Consultoria Ltda. Outros dois protocolos foram assinados entre a SEMC e a Wöbben e as seguintes entidades: o Departamento Municipal de Energia de Ijuí (Demei) e a Cooperativa Regional de Eletrificação Teutônia (Certel).

34 Infelizmente, os dados da pesquisa desapareceram, o que significa uma dificuldade a mais para o alongamento da série histórica. Ninguém sabe, ninguém viu. Ah, o velho Lupicínio Rodrigues em **Vingança**, belos versos, dentre eles, vale lembrar: *E a vergonha é a herança maior que meu pai me deixou*.

35 Conforme consta no Balanço Energético do Estado do Rio Grande do Sul, 2005/2007 (Tabela 3.35 do capítulo 3, p.53).

Dentro da idéia anterior, destacam-se o Brasil e o Rio Grande do Sul, procurando-se analisar os principais parâmetros passíveis de comparação.

O trabalho preocupa-se também em colocar as alternativas, vistas tanto de uma ótica dos países cêntricos quanto de uma contraposição crítica, passível de uso em países como o Brasil.

No final, a atenção dos autores converge para uma visão da possibilidade de constituir-se, ou não, uma sociedade politicamente amadurecida, capaz de investir, maciçamente em pesquisa e desenvolvimento, recursos para adequar a energia às atividades sociais e aos requisitos ambientais, fundamentais para a permanência da vida, num futuro próximo e distante.

Aborda as incertezas acerca do aquecimento global, devido ao acúmulo de carbono na atmosfera e suas consequências sobre a vida, chamando a atenção do mundo científico e tecnológico, o que tem conduzido ao desenvolvimento de tecnologias alternativas, baseadas na energia solar direta – fotovoltaica e térmica – para a geração de energia, bem como a eólica e a biomassa.

Mesmo a melhoria na eficiência das tecnologias vigentes não impedirá o crescimento das acumulações de carbono na atmosfera, de 6 bilhões de toneladas carbono em 1995, prevendo-se 10 bilhões em 20 anos, e 20 bilhões em 50 anos.

Mais uma vez, os países desenvolvidos tomaram a iniciativa de resolução dos desafios impostos. Entretanto o encaminhamento das questões conduz a uma matriz energética futura com uma alta participação, ainda, de combustíveis fósseis, próprias do estilo de sociedade que lhes tem conferido inegável supremacia tecnológica. Agregam-se a isso as conquistas obtidas na exploração das energias alternativas.

A redução proposta na intensidade energética assenta-se, basicamente, na conservação de energia, através da racionalização e da melhoria de perfis, e na transferência tecnológica.

A transferência tecnológica poderá ser usada como meio para a contenção das alterações climáticas na Terra, por um determinado período. É certo, também, que seu uso prolongado acarretará uma continuada dependência.

Entretanto a dependência, passível de verificação pela transferência tecnológica, pode ser quebrada, quando a pesquisa científica e tecnológica, ao apropriar-se do conhecimento das condições regionais, propiciar o aproveitamento dos recursos naturais indispensáveis para transitar dos não-renováveis para as alternativas novas.

O Brasil, com sua área banhada por um sem número de bacias hidrográficas, com suas quedas, pela potencialidade agrícola e florestal, e pela insolação invejável, é uma dessas regiões e, por isso, poderá despontar como uma nova potência no cenário mundial, se usufruir politicamente dessa riqueza, investindo maciçamente em pesquisa e desenvolvimento. Essa é a batalha pela conquista da independência!

## **A INSERÇÃO SOCIAL DA ENERGIA**

Já nesse outro trabalho, de minha autoria, que intitula esta seção (Bensussan, 2000), é analisada a Energia e sua importância como vetor de convergência para as questões socioeconômicas, ambientais e políticas de nossa época, restringido ao espaço pertinente ao Estado do Rio Grande do Sul e ao tempo dos anos 90, dividido em sete partes, a saber: a) Introdução, em que se dá ênfase para a

importância dos aspectos sociais da energia; b) Algumas Relações entre PIB e Energia no Rio Grande do Sul, em que se comparam diversos modelos econométricos, ressaltando-se os coeficientes numéricos das elasticidades; c) Matriz Energética Gaúcha dos Anos 90, em que se procura definir algumas relações comportamentais, através de 13 indicadores ; d) Investimentos em Energia por Setores nos Anos 90, onde são exibidos os investimento e a capacidade total; e) Tópicos Especiais, onde são destacados fatos novos, como a introdução do gás na matriz e se faz uma referência breve a alguns aspectos da privatização parcial da CEEE, em que se coloca a idéia do preço de oferta de Keynes, que é o custo de reposição, em contraposição ao preço de mercado; além disso, destacam-se as alternativas, dada a importância das energias que se constituem os vetores da biomassa, da eólica e solar, sobretudo em um país como o Brasil; e, finalmente, em f) Conclusões e Recomendações, remete-se às reflexões da sociedade sobre ela mesma, que destino ela se propõe no plantar e no colher.

## ANTES DA HORA

Dentre os trabalhos pertinentes ao tema, germinados na Cenergs, a minha tese (Bensussan, 1994)<sup>36</sup>, defendida na Unicamp, ofereceu o maior número de desdobramentos e que serão vistos mais adiante.

Desde o início da pesquisa, houve a preocupação quanto ao estabelecimento de relações entre as economias brasileira e gaúcha, de modo consistente, para que se pudesse interpretar, em cada cenário em nível nacional, os seus rebatimentos na região que era objeto de estudo, quer de seu ponto de vista econômico e social, quer de seu ponto de vista energético.

A idéia básica desenvolve-se em dois níveis, um no plano empírico, outro no plano prospectivo.

### A) No plano empírico:

Inicialmente, procedeu-se a uma fase de reconhecimento em que foram diagnosticados os condicionantes externos, a economia brasileira, economia gaúcha e o setor energético do Rio Grande do Sul no período de 1970 a 1991.

Após a fase de reconhecimentos, procurou-se organizar os aspectos metodológicos para a consecução dos objetos do estudo, como, sucintamente, seguem: caracterizar, em termos macroeconômicos, como o Rio Grande do Sul se conjuga com os movimentos da economia brasileira, em um dado período passado; identificar as variáveis macroeconômicas que explicam o Produto Interno Bruto do Brasil nesse mesmo período; mostrar como o Produto Interno Bruto do Rio Grande do Sul se relaciona com sua Demanda Final de Energia e seus Requerimentos Energéticos; destacar a influência de como a evolução das variáveis demográficas do Brasil e do Rio Grande do Sul relativas aos Censos de 1980 e 1990 se relacionam com o problema do emprego e desemprego e com os respectivos PIBs; estabelecer as relações capital-emprego, a partir do item anterior, para o Brasil e para o Rio Grande do

---

<sup>36</sup> Tudo começou quando fui convidado para fazer doutorado em planejamento energético na Unicamp, em 1989, devido à minha experiência desenvolvida na Cenergs. Para se ter uma ideia de quão estranho era o tema energia na casa, que a direção técnica, à época, de pronto vetou a minha liberação, alegando que economia e energia não eram afins. Reagi, dizendo à direção técnica: em primeiro lugar, a FEE é subordinada à Secretaria de Planejamento, e o Secretário era, nada mais, nada menos, que o Professor Cláudio Accurso, também pioneiro nos temas de energia e economia, com seu trabalho **Fontes e Usos de Energia**, publicado justamente pela FEE, em 1980. Na manhã do dia seguinte à negação, o Professor Cláudio Accurso liberou-me para o curso, a quem sou grato para sempre.

Sul, estimando-se os investimentos correspondentes para os dois módulos espaciais.

B) No plano prospectivo:

Procurou-se estabelecer, desde o início dessa fase, um conjunto de critérios para a criação de alguns cenários factíveis no seio da economia brasileira com repercussões econômicas e energéticas no espaço pertinente ao Estado do Rio Grande do Sul, de 1995 a 2015, aproveitando-se, para isso, as relações provenientes da base empírica, anteriormente referida.

Na cenarização, deu-se ênfase, no âmbito da modelagem, às variáveis demográficas, como População Economicamente Ativa (PEA) e População em Idade Ativa (PIA), e emprego e desemprego, relacionando-as com o nível de investimento anual necessário para a convivência com certos patamares de desemprego, inclusive o pleno emprego. A conotação demográfica deu ao estudo um rumo diferente daquele pretendido inicialmente, com a possibilidade de uso do Modelo de Harrod-Domar, que trabalha com taxa de poupança líquida e relação incremental capital-produto dadas, gerando, endogenamente, o crescimento percentual do produto.

A partir da cenarização da economia brasileira, em que o Rio Grande do Sul se deixava rebater, mas não de todo passivo, tornou-se possível a quantificação das estimativas globais da demanda final e dos requerimentos energéticos para o Rio Grande do Sul, bem como sua Matriz Energética, durante o horizonte de tempo demarcado para a pesquisa.

A Matriz Energética do Estado foi estimada de 1990 a 2015, com módulos temporais de cinco anos, para todos os energéticos componentes dos balanços energéticos passados, abarcando o período de 1979 a 1988, dos quais herda a sua estrutura e semelhança.

A importância de um trabalho prospectivo deve-se à precariedade do conhecimento humano em estimar o futuro. No caso específico do setor energético, cuja maturação dos investimentos se processa em um longo período, a prospectiva permite diagnosticar os pontos de estrangulamento, antecipando e orientando as ações para as devidas compatibilizações entre diferentes cenários.

Em se tratando de possibilidades de futuros, podem-se simular sociedades, com alto grau de inércia, que poderão reproduzir a injustiça a materializar-se na miséria absoluta de seu povo; ou serem desenhadas sociedades cuja resultante de seus atores ponha em marcha a conquista do bem-estar e do desenvolvimento a ser alcançado em um ponto qualquer do tempo.

A preocupação ética, ao transcender a lógica econômica, tão-somente, faz-se presente desde o início do trabalho, incluindo-se objetivamente nas relações capital/emprego e no capital necessário para a absorção dos desempregados existentes, sob a forma de desemprego aberto, a partir de 1995, em particular no Cenário Estratégico.

A referida objetividade do parágrafo anterior materializou-se após a constatação empírica da Formação Bruta de Capital como uma das variáveis explicativas do Produto Interno Bruto do Brasil, durante o período que vai de 1970 a 1991.

Mesmo dentro da preocupação ética, e por isso mesmo, foram desenhados três cenários: a) o Cenário Tendencial, com alto grau de inércia; b) o Cenário Neoliberal, através do qual as elites impõem um projeto nacional de integração competitiva; e c) o Cenário Estratégico, através do qual a sociedade brasileira elege um projeto nacional voltado para a resolução de seus problemas básicos.

O Cenário Tendencial remeteria a um processo de "Indianização do Brasil", (Accurso, 1991, p.15), tal o nível de desemprego aberto que se registraria ao longo da dimensão temporal fixada para o

estudo, do que se poderia suspeitar do seu rompimento, bem antes de 2015, ao quebrar-se o estado inercial de repouso do tecido social, mediante uma força exógena resultante da congregação de diversos vetores.

Por outro lado, o Cenário Neoliberal, ao impor um regime de privatização de parte do patrimônio público, pelo critério de mercado, e não pelo custo de reposição do capital, em uma época de crise, em que o Estado se esfacela e sua poupança se torna cada vez mais negativa, poderia garantir "a priori" um retorno, quase sem riscos ao setor privado.

Mesmo assim, esse cenário exigiria muito capital a expressar-se nas relações capital/emprego e uma formidável concentração de renda.

O Cenário Estratégico resulta de um projeto nacional que prioriza os bens-salários, através de programas e projetos, distribuídos espacialmente, em setores com alta capacidade de geração de empregos e com relação capital/emprego relativamente baixa.

A confecção da Matriz Energética do Estado do Rio Grande do Sul, 1990/2015, multiplica-se ao expressar-se em três versões diferentes, uma para cada cenário.

Os cenários do estudo jogam com a produtividade média do capital como um contrapeso dos preços relativos, no sentido de serem mudadas as valorações numéricas das relações capital/emprego.

No Cenário Neoliberal, a contraposição não consegue neutralizar os avanços dos preços relativos dos bens componentes da Formação Bruta de Capital com os incrementos de produtividade média do capital, o que faz aumentar o desemprego aberto durante o horizonte temporal de análise.

Quanto ao Cenário Estratégico, espera-se que os movimentos dos preços relativos se deixem absorver pelo aumento da produtividade, e sua difusão permitirá, assim, altos índices de emprego.

De cada cenário proposto, emerge uma matriz energética em contraposição à capacidade energética do Estado, ensejando a elaboração de um programa de investimentos desde um ponto de vista prospectivo.

A importância do método para a interpretação de alguma particularidade do objeto pode ser destacada através do pensamento do filósofo Bachelard (1986), em seu trabalho sobre investigação científica em que coloca todo o seu significado: *o método cria a ciência e a ciência recria a filosofia*.

Para responder aos objetos específicos do estudo, foi necessária a elaboração de um método, ora calcado em uma base empírica, ora arrojado e desprendido dessa mesma base, a buscar, na prospecção, algumas tênues delimitações do futuro.

Dessa forma, os modelos de análise, ao detalharem o método, proporcionam a articulação entre os conceitos, transformando as definições nominais das variáveis em definições operacionais, permitindo uma certa penetração no concreto, para explicar alguma especificidade do objeto; assim, um mesmo objeto específico passível de estudo pode sofrer a concorrência de vários modelos de análise, coerentemente arrançados em diversa formas.

No plano prospectivo, a modelagem deixou-se tocar pela influência das relações desenvolvidas no plano empírico e também se amoldou a relações artesanais, lógicas, que, muitas vezes, se traduziam ora em forma matemática, ora tabular, ora gráfica, ora descritiva, de modo complementar e não excludente, todas procurando convergir para a solução dos objetos específicos.

Nesse plano, a cenarização passou a ser a maior preocupação. Ao tratar-se com a possibilidade de múltiplos futuros, o rigor da inflexibilidade que pode caracterizar o curto prazo cede terreno à

subjetividade quanto à reflexão dessas mesmas possibilidades.

Prevalecem os temas dominantes na Teoria do Crescimento em detrimento dos aspectos conjunturais; predominam os aspectos da inércia histórica sobre os cenários tendenciais, quanto ao estilo de sociedade, mas não deixam de penetrar nos cenários alternativos, com seus efeitos residuais decrescentes ao cabo de gerações.

Assim, se a prospectiva é algo livre, ela continua sendo histórica, social e política, e, por isso mesmo, ainda que cesse a causa, os efeitos podem produzir-se por um longo período de tempo. Sintetizando, o estudo propõe:

- a) Diagnosticar: os condicionantes externos à economia brasileira; a economia brasileira dos anos recentes; a economia gaúcha dos anos recentes; e o sistema energético do Rio Grande do Sul; e
- b) Prospectar, conforme os cenários propostos, no período de 1995 a 2015: a economia brasileira; a economia gaúcha; o sistema energético do Rio Grande do Sul; a Matriz Energética do Rio Grande do Sul; e um programa de investimentos em energia para o Rio Grande do Sul.

## **DANDO MURRO EM PONTA DE FACA**

O projeto que foi encaminhado e aprovado pela Fapergs originalmente abarcava toda a infraestrutura do Rio Grande do Sul, mas com os cortes nos recursos, restringiu-se ao setor energético e passou a se chamar ***A modernização da infra-estrutura energética do Rio Grande do Sul: uma condição necessária para o desenvolvimento econômico.***

O projeto foi concluído no primeiro semestre de 2003, quando foi apresentado o relatório final, e, após duas diligências, uma administrativa e outra formal, o novo relatório final incorporou uma série de avanços que foram processados até abril de 2009.

Resumindo, a pesquisa não se restringiu ao relatório de 2003 enviado à Fapergs, ela continuou avançando, ao propor novas hipóteses e atualização das informações, acompanhando a evolução da infraestrutura de energia e seus fluxos no Estado do Rio Grande do Sul, para o horizonte temporal de 2003 a 2020<sup>37</sup>, em um cenário tendencial, ancorado em três variantes da taxa de crescimento da economia brasileira, alertando para os pontos de estrangulamento que deverão ocorrer, entre a infraestrutura energética e seus fluxos.

Finalmente, recomendou o aprofundamento da pesquisa, através de um modelo de programação linear de minimização do valor presente dos custos, incluindo cenários alternativos, como os de redução da intensidade energética, via tecnologia, e os de orientação ecológica, que vêm sendo desenvolvidos pelo Pew Center on Global Climate Change e pelo World Energy Council, para a definição de um programa de investimentos para o setor energético.

Genericamente, a proposta tem sido a de detectar os pontos de estrangulamento entre os fluxos de energia da Nova Matriz do Rio Grande do Sul e sua infraestrutura, de 2010 a 2020, mais especificamente: a) definir o cenário tendencial de crescimento da economia brasileira (PIBBR); b)

---

37 O horizonte temporal inicial era de 2003 a 2020. Depois, com o tempo, em função das atualizações, passou para o período de 2010 a 2020.

estimar econometricamente o Produto Interno Bruto do Rio Grande do Sul (PIBRS) em função do PIBBR para o período, conforme o cenário tendencial; C) estimar econometricamente os Requerimentos de Energia do Rio Grande do Sul em função do PIBRS para o período, conforme o cenário tendencial; d) estimar os fluxos da Nova Matriz do Rio Grande do Sul, de 1970 a 2020; e e) detectar os pontos de estrangulamento entre os fluxos de energia da Nova Matriz e sua infra-estrutura.

Para tal, desenvolvi um método específico, cujo programa e resultados numéricos ocupam cerca de 10Mb. Este trabalho, não publicado, é similar à minha tese (Bensussan, 1994), porém, restrito ao cenário tendencial e sem levar em conta a questão da formação bruta de capital e a ocupação.

Para a o entendimento da prospectiva, desenhei uma nova matriz, que continha todos os fluxos da matriz original, sendo alguns de forma mais agregada, o que dava mais leveza e velocidade ao trabalho. Mesmo assim, compreendia um período de 50 anos: 1970 a 2020.

Em cada atualização, porque foram inúmeras as versões, célula por célula foi preenchida, frase por frase foi escrita, tantas vezes quanto as informações desabrochavam e novas hipóteses surgiam, embaladas ao som das *Suites para Cello* de Bach.

Sem reconhecimento – dadas as resistências ao tema que a Casa nutria – mas de forma independente e consciente do significado do esforço e da importância do assunto, o trabalho nunca chegou a ser publicado pela FEE, o que me causou muita tristeza.

Para preencher esse vazio, fui convidado a publicá-lo na *Revista Tecnología*, com as devidas atualizações sobre relatório original enviado à Fapergs, e o fiz em quatro artigos: Eletricidade, Gás Natural, Carvão e Petróleo entre 2004 e 2005 (Bensussan, 2004a; 2004b; 2005a; e 2005b). A ideia básica continuava sendo estudar os estrangulamentos dos fluxos de energia face à capacidade infraestrutural durante o período prospectivo: 2003-20, dado um cenário tendencial e três variantes de crescimento da economia brasileira.

Em 2007, passei a frequentar o grupo de economia política, formado por Enéas de Souza, André Scherer, Pedro Almeida e André Contri, com a participação de Luiz Augusto Faria, Carlos Paiva, Edson Moreira Marques e José Enoir Loss, em que se discutia o aprofundamento da crise financeira do capitalismo, através de textos e notícias atuais.

Com o tempo, o grupo abriu espaço para a discussão da questão energética, suas relações com o meio ambiente, com a sociedade e a tecnologia, o que contagiou a todos, especialmente pela possibilidade de o tema desembocar na antevisão da gestação de uma destruição criadora schumpeteriana como nunca se viu, o significaria um novo ciclo de desenvolvimento de grandes proporções.

Em 2008, Sonia Unikowsky Teruchkin assumiu a Supervisão do Núcleo de Políticas Públicas, que, de imediato, se interessou pelo tema, de quem recebi um grande apoio. E tudo começou a acontecer, como um sinal a indicar a busca do equilíbrio, ainda que fugaz, porque nada cessa e tudo está em movimento multiformemente acelerado.

Para a publicação em **Três Décadas de Economia Gaúcha**, sugeri-me que eu publicasse *A modernização da infraestrutura energética do Rio Grande do Sul: uma condição necessária para o desenvolvimento econômico*, cujo horizonte temporal prospectivo abarcava o período de 2010 a 2020, que foi objeto de palestra na Assembléia Legislativa (Bensussan, 2008d). Informei-a de que a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) tinha produzido um riquíssimo trabalho, o Plano Nacional de Energia,

2030, e que eu deveria fazer um novo estudo similar ao da EPE para o Rio Grande do Sul, o que obteve a concordância dela (a respeito disso, trata a seção Um Mergulho na Incerteza dos Futuros, mais adiante no texto).

## **EM BUSCA DO ESTADO INERCIAL**

Buscava-se o equilíbrio, uma sequência de trabalhos. Foi publicado, a seguir, o artigo intitulado **Os Estrangulamentos do Setor Elétrico do Rio Grande do Sul – 2010-2020** (Bensussan, 2008c), baseado em um estudo prospectivo, tendo por objeto focar a possibilidade de estrangulamento do setor elétrico frente às questões do crescimento da economia brasileira e seus rebatimentos nos fluxos e energia, restringido à dimensão espacial relativa ao Estado do Rio Grande do Sul e amarrado, temporalmente, ao limiar do novo século.

Assim, o artigo propõe-se a expressar, de um lado, a capacidade da infraestrutura energética do setor elétrico em 2010, considerando a atualmente existente, adicionada dos projetos e das obras em andamento, e, de outro, os fluxos do setor, prospectivamente projetados a partir de um cenário tendencial de crescimento com três taxas diversas, já influenciadas pelo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) 2007-10 do Governo Federal (Brasil, 2007; Pêgo e Campos Neto, 2008; Souza, 2007).

Dessa relação entre a infraestrutura do setor elétrico e seus fluxos de energia, poder-se-ão detectar os pontos de estrangulamento do sistema em qualquer ponto no horizonte de tempo, alertando para a confecção dos ajustes, quando necessários, com a devida antecedência, dentro da ideia de um planejamento global e estratégico.

O trabalho considera, de um lado, três taxas de crescimento da economia brasileira: 3,5%a.a., 4,5%a.a. e 5,5%a.a. que determinarão os fluxos; de outro, cinco simulações quanto à participação das fontes de geração de eletricidade que definirão a capacidade instalada a ser utilizada para a geração. Em cada uma das combinações, ter-se-á o ano em que deverá ocorrer o estrangulamento, ao considerar-se uma hipótese central, a do auto-abastecimento.

## **QUEBRANDO A MONOTONIA**

Ainda nessa caminhada, a FEE publicou, logo a seguir, outro artigo intitulado **Etanol, um Presente com Passado e Futuro** (Bensussan, 2008a; 2008b).

Este artigo propõe-se a descrever o etanol, através das pesquisas que estão sendo desenvolvidas no Brasil e no mundo, com particular referência à hidrólise enzimática e à mobilização de requerimentos transgênicos para tal, o que suscita questões de ordem ética.

Além disso, procura dar uma ideia prospectiva do mercado para o etanol, em termos de Brasil e Mundo, bem como anuncia a abertura de um novo ciclo para o etanol, ao ser reformado para a produção de hidrogênio e este em eletricidade. Aborda a questão dos alimentos *versus* etanol, cuja solução passa, obrigatoriamente, pelo incremento da produtividade e de dotação orçamentária compatível.

Aborda, também, a questão ambiental configurada em dois cenários clássicos da prospectiva energética: Noé e Jeremias.

Finalmente, recomenda uma forte participação do Estado, a exemplo dos anos 30, para conduzir a questão energética, em todos os seus vetores.

Além disso, propõe-se a analisar o estágio atual da pesquisa com etanol entre os principais pesquisadores brasileiros e estrangeiros em suas instituições, mostra a clareza das dificuldades e a obscuridade das classes dirigentes, pelo fato de apoiarem timidamente a pesquisa que poderia fazer toda a diferença, como um renascer dos anos 30. Para tanto, este texto está subdividido em nove seções, visando facilitar a sua compreensão, como segue.

Em *O voo do condor: uma visão panorâmica*, procura-se mostrar as possibilidades e as armadilhas latentes, quer na composição com outros energéticos concorrentes, quer em simbiose. Para arrematar, são pincelados dois cenários, Noé e Jeremias, que são remetidos a questões de natureza biológica e ética.

Após, em *Caminhos do etanol: hidrólise enzimática*, dá-se ênfase essa forma de transformação de açúcar em álcool, e suas implicações no incremento da produtividade, citando vários pesquisadores reconhecidos e suas pesquisas.

Em *A proposta da Comissão Interamericana do Etanol*, procura-se evidenciar o acordo Brasil-EUA, na busca de alguns encaminhamentos de interesse mútuo.

Logo em seguida, em *A aceleração do etanol e a questão dos alimentos*, mostra-se que a ciência e a tecnologia, com dotações orçamentárias, podem ser a chave do problema da questão alimentar, num estágio que viria a refletir o amadurecimento da classe política e da sociedade, o que desembocaria, mais uma vez, no aumento da produtividade.

Em *E a vida continua, etanol e hidrogênio juntos*, são colocadas as possibilidades de o etanol entrar em novo ciclo, o do hidrogênio, que, por sua vez, gera eletricidade.

Em *Uma pequena viagem à transgenia do etanol e Sua majestade, o etanol: redesenhando a vida*, as duas seções mostram a pesquisa transgênica para conduzir a hidrólise enzimática em escala industrial, no Brasil e exterior, respectivamente.

Em *Um breve mergulho no limiar dos futuros*, ressalta-se a possibilidade de uma solução de Estado para a resolução da questão prospectiva, a exemplo dos anos 30. De uma visão que se desvincule do imediato e possa antever, em mente, o desdobramento da materialidade que escapa ao senso oportunista.

Em *Da contradição entre os princípios e a ação*, colocam-se algumas pinceladas relativas às questões éticas ditadas pelo padrão civilizatório que envolvem as sociedades estruturadas a partir do Pentateuco, sobretudo nessa questão da transgenia.

## **A ARCA DE CARONTE**

O trabalho de Loss (2009)<sup>38</sup>, que toma como base a posição do International Panel on Climate

---

38 O mesmo autor está em vias de publicar **Gases de Efeito Estufa Gerados pelo Consumo de Energia no Rio Grande do Sul: uma análise quantitativa (série TDs FEE)**.

Change (IPCC)<sup>39</sup> e o Relatório de Desenvolvimento Humano, 2007-2008<sup>40</sup>, contrapõe a Arca de Caronte, que leva os mortos, à de Noé, que preserva a vida. O autor ressalta a importância entre energia e meio ambiente apropriada ao estilo de sociedade. Finaliza assim: “Então, poderemos dizer que a bela arca azul, uma das poeiras cósmicas que carrega a vida e a consciência, tem, em seu timão, não Noé, mas, sim, Caronte... Nesse caso, seria de bom alvitre que todos nós levássemos, em nossos bolsos, uma moeda de ouro<sup>41</sup> para pô-la sob nossa língua em momento oportuno...” (Loss, 2009).

Sobra, ainda, uma pergunta: qual é a alternativa que resta para o futuro? Resposta que só poderá ser construída em conjunto, com toda a humanidade...

Parece-me que o autor aposta em Caronte, dada a trajetória humana dos últimos 300 anos, mas deixa uma perspectiva remota de luz tão difusa quanto distante para a triunfal condução de Noé.

## UM MERGULHO NAS INCERTEZAS DOS FUTUROS

Esta seção refere-se ao meu trabalho publicado em **Três Décadas de Economia Gaúcha** (Bensussan, 2010) e tem por objetivo destacar a questão energética, desde a reconstituição de sua história recente até as incertezas do futuro, demarcado em 2030; há de se ressaltar, ainda, sua importância como vetor de convergência para as questões socioeconômicas, ambientais e políticas, restringido à dimensão espacial relativa ao Estado do Rio Grande do Sul, tendo o Brasil como pano de fundo, e amarrado, temporalmente, às três primeiras décadas deste novo século. Em outras palavras, procura relacionar a capacidade da infraestrutura energética com seus fluxos, alertando para seus pontos de estrangulamento, dentro do horizonte temporal de análise.

O trabalho compreende cinco seções:

- **Contemplando o longe com lentes para perto na imensidão** – em que são descritos alguns cenários internacionais e nacionais, dando-se ênfase para a estrutura matricial, levando-se em conta a inércia tendencial e os avanços tecnológicos esperados; em outras palavras, trata-se da prospectiva;

- **Fazendo um corte na imensidão** – em que são relatados alguns cenários energéticos para o Rio Grande do Sul, contrapondo a capacidade energética aos fluxos esperados para cada cenário para o período de 2010 a 2030, sempre espelhados na contrapartida brasileira;

- **Investimentos e externalidades** – através de tabelas, na primeira parte da seção, procura-se mostrar os investimentos brasileiros em energia para os principais energéticos, como o petróleo, o gás natural, a cana-de-açúcar (etanol); na segunda parte da seção, mostram-se as externalidades provenientes, principalmente, dos não renováveis primários;

- **E as dúvidas continuam** – em que se colocam as fragilidades das conclusões, alicerçadas em parâmetros que se movem, e a necessidade de rever, permanentemente, as hipóteses, o método e, principalmente, as perguntas configuradas nas proposições; e

- **Entre os estilos do bem e do mal** – em que é feita uma abordagem panorâmica da situação energética mundial e dos vetores que nos levam para o âmagô do cenário Jeremias, que marca a nossa

---

39 Resumen por Responsables de Políticas. Cambio Climático 2007: Informe de Síntesis. [Valência], 2007. International Panel on Climate Change-IPCC. Disponível em <<http://www.ipcc.ch>>

40 RELATÓRIO DE DESENVOLVIMENTO HUMANO 2007/2008: combate às alterações climáticas: solidariedade humana em um mundo dividido. Coimbra: PNUD, 2007.

41 A moeda que os mortos usavam debaixo da língua destinava-se a pagar o barqueiro.

época, e sua alternativa, o cenário Noé. Trata-se de escolha que transcende a individualidade, mas parte dela, ao envolver toda a sociedade, que deverá decidir se quer prosseguir, como a fênix, ou confinar-se ao pó.

Dessa forma, analisa a inserção energética do Rio Grande do Sul e do Brasil a partir dos anos 70, levando-a, prospectivamente, de 2010 a 2030 em cenários que incorporam novas tendências e considerações, seja de instituições nacionais, como sugere a Empresa de Pesquisa Energética, seja de organismos internacionais, destacando-se, dentre eles, o World Energy Council.

A partir da conjugação entre infraestrutura de energia e seus requerimentos tanto para o Estado do Rio Grande do Sul como para o Brasil, desde os anos 70, projetam-se, através de método desenvolvido especificamente, três cenários ancorados em três variantes da taxa de crescimento da economia brasileira, com repercussões específicas para o Rio Grande do Sul, além de mais um de referência para o Brasil, proposto pela EPE, alertando para os pontos de estrangulamento que deverão ocorrer no período prospectivo de análise.

Sob o ponto de vista matricial, esboçam-se os requerimentos de energia para os principais energéticos tanto para o Rio Grande do Sul como para o Brasil dentro do período. Além disso, são quantificados os investimentos do setor para o Brasil e suas externalidades, bem como se **ensaia** uma primeira pincelada em relação ao Rio Grande do Sul.

Por fim, recomenda o aprofundamento da pesquisa e a definição de um programa de investimentos para o setor energético gaúcho, semelhantemente ao produzido pelo esforço da EPE, apropriados pelo Estado e Sociedade.

## **DA DIFÍCIL CONVIVÊNCIA ENTRE O PRESENTE E O FUTURO**

As recomendações a seguir descritas, que procuram alcançar o futuro, compartilham com o presente algumas conquistas já ocorridas no âmbito federal, o que a seção anterior relata como uma primeira tentativa feita por aqui nesse sentido. Assim, discutir a atualização e o aprimoramento do Balanço Energético do Estado do Rio Grande do Sul face às mudanças tecnológicas e estruturais ocorridas desde 1979 em diante terá como contraponto os movimentos mais importantes verificados no Balanço Energético Nacional e os ensaios de Planejamento Energético conduzidos pela Empresa de Pesquisa Energética.

Essa nova versão propõe-se a elevar o Balanço Energético à categoria de instrumento do Planejamento Prospectivo da Energia, compondo estudos para os anos compreendidos entre 2010 e 2030, especialmente verificados no território gaúcho.

O Balanço Energético, projetado prospectivamente, em diversos cenários, simulará os fluxos de energia, servindo de base para testar a capacidade instalada e permitir que sejam detectados os pontos de estrangulamento do sistema, em qualquer ponto do tempo demarcado. Por outras palavras, poder-se-á saber da compatibilidade, ou não, da pressão dos fluxos sobre seus próprios recipientes, permitindo a confecção dos ajustes, quando necessários, com a devida antecedência. Em última análise, o planejamento energético deixaria de ser setorial, por energético, como tem sido verificado até aqui, para converter-se num vetor capaz de concretizar a idéia de um planejamento global e estratégico, apreciando seus aspectos ambientais, socioeconômicos, políticos e investigativos, ao propor linhas de

pesquisa comprometidas com a riqueza e com as potencialidades das terras brasileiras.

Na verdade, essa proposição abre uma porta para diversos trabalhos futuros de cenarização simultânea da matriz e da infraestrutura energéticas, podendo privilegiar diversos tipos de funções-objetivas multiperiódicas, tais como a minimização do custo de todo o sistema de energia, ou a minimização de seus impactos ambientais, ou ainda a participação crescente dos novos renováveis na transição para uma era pós-petróleo, considerando-se os diversos e pertinentes elencos de restrições.

Trata-se, enfim, de uma tentativa, de uma incursão para o entendimento do setor energético como um dos módulos de que se reveste a sociedade, mantendo com ela vínculos de interdependência, cuja resultante é determinada pelo seu estilo. Os objetivos do estudo, então, ao transcenderem o seu próprio objeto, transformam-se em uma poderosa ferramenta de planejamento, permitindo uma navegação mais flexível face aos problemas esperados e imprevistos. O que mostra que, além da paixão pela pesquisa, além do conhecimento, além da dedicação, torna-se necessário o amadurecimento institucional para propiciar à sociedade o preenchimento de suas carências.

## REFERÊNCIAS

- ACCURSO, C. F. **Cenários nacionais**. Porto Alegre, 1991. (Mimeo).
- ACCURSO, C. F. **Fontes e usos de energia** : consumo atual e futuro – 1.relatório. Porto Alegre: FEE, 1980.
- BACHELARD, G. **O novo espírito científico**. Lisboa: Edições 70, 1986.
- BALANÇO ENERGÉTICO CONSOLIDADO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL 1979/1982. Porto Alegre : Secretaria de Energia, Minas e Comunicações. Porto Alegre, 1984.
- BALANÇO ENERGÉTICO CONSOLIDADO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL 1983/1988. Porto Alegre : Secretaria de Energia, Minas e Comunicações. Porto Alegre, 1993.
- BALANÇO ENERGÉTICO CONSOLIDADO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL 1989/1996. Porto Alegre : FEE, 1998.
- BALANÇO ENERGÉTICO CONSOLIDADO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL 1999/2000. Porto Alegre : Secretaria de Energia, Minas e Comunicações, 2002.
- BALANÇO ENERGÉTICO CONSOLIDADO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL 2001/2004. Porto Alegre : Secretaria de Energia, Minas e Comunicações, 2006.
- BALANÇO ENERGÉTICO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL 2005/2007. Porto Alegre : CEEE, 2008.
- BALANÇO ENERGÉTICO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL 2009 : ano base 2008. Porto Alegre: CEEE, 2009.
- BALANÇO ENERGÉTICO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL 2010 : ano base 2009. Porto Alegre: CEEE, 2010.
- BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL : ano base 2007. Rio de Janeiro: EPE, 2008.
- BENSUSSAN, J. A. Algumas notas de planejamento prospectivo do Rio Grande do Sul, 2003-2020 : pt. 1 - Eletricidade. **Tecnología**, v.5, n.2, p.17-26, 2004.
- BENSUSSAN, J. A. Algumas notas de planejamento prospectivo do Rio Grande do Sul, 2003-2020: pt.2 - Gás natural. **Tecnología**, v.5, n.2, p.27-37, 2004.

- BENSUSSAN, J. A. Algumas notas de planejamento prospectivo do Rio Grande do Sul, 2003-2020 : pt. 3 - Carvão. **Tecnología**, v.6, n.1, p.49-59, 2005.
- BENSUSSAN, J. A. Algumas notas de planejamento prospectivo do Rio Grande do Sul, 2003-2020, pt.4 - Petróleo. **Tecnología**, v.6, n.1, p.61-68, 2005.
- BENSUSSAN, J. A. A inserção social da energia. In: FLIGENSPAN, Flávio (Coord.). **Economia gaúcha e reestruturação dos anos 90**. Porto Alegre: FEE; 2000. p.428-515.
- BENSUSSAN, J. A. Os estrangulamentos do setor elétrico do Rio Grande do Sul – 2010-2020. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v. 35, n. 3, 2008.
- BENSUSSAN, J. A. **Etanol, um presente com passado e futuro: versão on-line**. [Porto Alegre]: FEE, 2008. (Textos para Discussão FEE, n. 50). Disponível em:  
<[http://www.fee.tche.br/sitefee/pt/content/publicacoes/pg\\_tds\\_detalhe.php?ref=050](http://www.fee.tche.br/sitefee/pt/content/publicacoes/pg_tds_detalhe.php?ref=050)>.
- BENSUSSAN, J. A. Etanol, um presente com passado e futuro. **Indicadores Econômicos FEE**, v.36, n. 3, 2008.
- BENSUSSAN, J. A. **Planejamento prospectivo**: um programa de investimentos em energia do Rio Grande do Sul, 1995-2015. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Unicamp, 1984.
- BENSUSSAN, J. A. **Planejamento prospectivo da infraestrutura energética do Rio Grande do Sul, 2010-2020**. [Porto Alegre], 2008. (Palestra proferida no Auditório Dante Barone da Assembléia Legislativa). Disponível em: <[http://www.al.rs.gov.br/forum\\_democratico/docs\\_links/](http://www.al.rs.gov.br/forum_democratico/docs_links/)>.
- BENSUSSAN, J. A. Planejamento prospectivo da energia no Rio Grande do Sul — 2010-30 In: CONCEIÇÃO, Octávio (Org.). **Três décadas de economia da gaúcha: o movimento da produção**. Porto Alegre : FEE, 2010. v.2, p.303-345.
- BENSUSSAN, J. A. Prospectiva da economia brasileira, 1995-2015. **Indicadores Econômicos FEE**, v.24,n.2, p.286-320, set. 1996.
- BENSUSSAN, J. A. ; GUERRA, S. M. G. **Investigação e modelos de previsão**. Porto Alegre: Corag, 1991.
- BENSUSSAN ; SILVEIRA ; LOSS (1997). Energia, a conquista da independência ou a grande batalha dos Moinhos de Vento. **Indicadores Econômicos FEE**, v.25, n.1, p.224-241, 1997.
- BENSUSSAN et al. **A modernização da infraestrutura energética**: uma condição necessária para o desenvolvimento econômico do Rio Grande do Sul. (Pesquisa junto à FAPERS, 2003).
- BRASIL. Presidência. **Programa de Aceleração do Crescimento 2007-2010**. Brasília, 2007.
- DIAS, S. S. **Um sistema automático de regulação e controle da geração de energia elétrica a partir de uma turbina eólica**. Dissertação - Departamento de Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia da UFRGS, Porto Alegre. 1988.
- LOSS, J. E. (2009). Energia e degradação do ambiente. Do outro modo: A Arca de Caronte ou a Síndrome da Ilha de Páscoa. **Indicadores Econômicos FEE**, v.37, n.1, 2009.
- OCACIA,G. C. **Utilização da energia eólica na planície costeira do Rio Grande do Sul**. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre, 1998.
- PÊGO, Bolívar; CAMPOS NETO, C. A. S. **O PAC e o setor elétrico**: desafios para o abastecimento do mercado brasileiro (2007-2010). Brasília: IPEA, 2008. 32 p. (Texto para Discussão, n. 1329).
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Energia, Minas e Comunicações. **O atlas eólico do Rio Grande do Sul**, 2003. Disponível em: [http://www.semc.rs.gov.br/atlas/INDEX\\_geral.htm](http://www.semc.rs.gov.br/atlas/INDEX_geral.htm).

- SEMINÁRIO SOBRE MATRIZES E BALANÇOS ENERGÉTICOS ESTADUAIS: planejamento energético estadual. Porto Alegre : CENERGS, 1998.
- SILVEIRA, Eberson J. T. **Metodologia para tratamento de informações e consolidação do balanço energético do Estado do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado) UFRGS, Porto Alegre, 1995.
- SANTOS, João Carlos Verneti dos. **Sistemas fotovoltaicos para suprimento descentralizado de energia** - critérios de dimensionamento e requisitos sobre dados de radiação solar e de demanda de energia. Tese (Doutorado) - Universität Gesamthochschule Kassel – Alemanha, 1996.
- SOUZA, A. C. Bueno e et al. **A lenha e seus derivados no balanço energético do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre : Cenergs, 1984.
- SOUZA, Enéas. O futuro nas entrelinhas do presente. **Carta de Conjuntura FEE**, ano 16, n. 4, abr. 2007.
- ZILBERMAN, I. et al. **Guia de orientação para a elaboração de fluxos energéticos estaduais**. Porto Alegre : Cenergs, 1983.
- ZILBERMAN, I. et al. **Fluxograma energético do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre : Cenergs, 1986.
- ZILBERMAN, I. et al. **Roteiro para a elaboração do plano energético do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre : Cenergs, 1982.