



**Márcio Pereira Zimmermann**

**Aspectos Técnicos e Legais Associados ao  
Planejamento da Expansão de Energia Elétrica  
no Novo Contexto Regulatório Brasileiro**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica da PUC-Rio.

Orientador: Dr. Ricardo Bernardo Prada

Co-Orientador: Dr. Albert Cordeiro Geber de Melo

Rio de Janeiro

Setembro de 2007



**Márcio Pereira Zimmermann**

**Aspectos Técnicos e Legais Associados ao  
Planejamento da Expansão de Energia Elétrica  
no Novo Contexto Regulatório Brasileiro**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Técnico Científico da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Dr. Ricardo Bernardo Prada**  
**Orientador**

Departamento de Engenharia Elétrica/PUC-Rio

**Dr. Albert Cordeiro Geber de Melo**  
**Co-Orientador**  
CEPEL

**Dr. Paulo Roberto de Holanda Sales**  
Eletrobrás

Dra. Maria Elvira Piñeiro Maceira  
UERJ

**Prof. José Eugenio Leal**  
Coordenador Setorial do Centro  
Técnico Científico

Rio de Janeiro, 14 de setembro de 2007

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

### **Márcio Pereira Zimmermann**

Graduou-se em Engenharia Elétrica pela PUC/RS em 1980. Pós-graduou-se em Engenharia de Sistemas Elétricos (CESE) pela EFEI em 1987. Desde 1980 é empregado das Centrais Elétricas do Sul S.A. - ELETROSUL, onde exerceu diversos cargos técnicos e gerenciais, incluindo Diretor de Produção e Comercialização de Energia (1997) e Diretor Técnico (1999). Exerceu ainda os cargos de Diretor de Engenharia das Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – ELETROBRÁS (2001-2002) e de Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL (2003-2004). Atualmente é Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético do Ministério de Minas e Energia, cargo que exerce desde janeiro de 2005.

#### Ficha Catalográfica

Zimmermann, Márcio Pereira

Aspectos técnicos e legais associados ao planejamento da expansão de energia elétrica no novo contexto regulatório brasileiro / Márcio Pereira Zimmermann ; orientador: Ricardo Bernardo Prada; co-orientador: Albert Cordeiro Geber de Melo – 2007.

312 f. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

Inclui bibliografia

1. Engenharia elétrica – Teses. 2. Energia. 3. Energia elétrica. 4. Planejamento. 5. Planejamento da expansão. 6. Aspectos legais. I. Prada, Ricardo Bernardo. II. Albert Cordeiro Geber de Melo. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Elétrica. IV. Título.

CDD: 621.3

Aos meus pais, Francisco (in memorian) e Marília

À minha esposa, Maristela,

Aos meus filhos, Márcio e Guilherme

## Agradecimentos

- Aos meus orientadores e amigos, Albert Cordeiro Geber de Melo e Ricardo Bernardo Prada, pelos imprescindíveis incentivo e apoio para a realização do Mestrado, além da dedicação e excelente orientação em todas as etapas deste trabalho.
- Aos colegas e amigos que constituíram o núcleo de pessoas que me apoiaram, na condição de Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético do Ministério de Minas e Energia, no trabalho de resgate do planejamento da expansão energética e na estruturação inicial das atividades técnicas da Secretaria: Albert Cordeiro Geber de Melo, Altino Ventura Filho, Maria Elvira Piñeiro Maceira, Leonardo Lins de Albuquerque, Paulo Altaur P. Costa, Francisco Romário Wojcicki e Antônio Carlos Tatit Holtz;
- A amiga Maria Aparecida de Almeida Pinto Seabra Fagundes, pelas discussões e contribuições com relação ao ordenamento regulatório do setor elétrico brasileiro, incluindo o chamado novo marco regulatório;
- Aos Ministros Dilma Rousseff, Silas Rondeau Cavalcante Silva e Nelson José Hubner Moreira pela confiança depositada no meu trabalho à frente da Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético do Ministério de Minas e Energia, cuja experiência acumulada foi decisiva para o desenvolvimento desta dissertação;
- Aos colegas da Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético do Ministério de Minas e Energia pelas discussões diárias;
- Aos colegas da Empresa de Pesquisa Energética, pelas valiosas discussões, em especial, Mauricio Tiommo Tolmasquim, José Carlos de Miranda Farias e Amílcar Gonçalves Guerreiro;
- Ao amigo Paulo Roberto de Holanda Sales, pelas valiosas sugestões e contribuições ao texto final;

- A todos aqueles que contribuíram para a minha formação profissional, em especial aos professores da PUC/RS, EFEI, PUC/Rio, e aos colegas da ELETROSUL, ITAIPU, ELETROBRÁS, CEPEL e MME;
- A Marcelo Sampaio Fonseca e Flavia Xavier Cirilo de Sá, pela ajuda na revisão do texto;
- Finalmente, aos meus familiares, pelo incentivo e apoio, bem como pela compreensão pelo sacrifício imposto a eles devido à carreira que adotei.

## Resumo

Zimmermann, Márcio Pereira; Prada, Ricardo Bernardo; de Melo, Albert Cordeiro Geber de (Orientadores). **Aspectos Técnicos e Legais Associados ao Planejamento da Expansão de Energia Elétrica no Novo Contexto Regulatório Brasileiro**. Rio de Janeiro, 2007. 312p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Até meados da década de 90 o setor elétrico brasileiro era constituído predominantemente por empresas verticalmente integradas, com controle estatal, federal ou estadual. A partir do ano de 1995, seguindo uma tendência internacional, começou a ser implantada uma reforma do modelo então vigente, com a promulgação da Lei nº. 9.074. Com essa lei, foram dados os primeiros passos na direção de introduzir a competição na geração e na comercialização de energia elétrica, bem como iniciou-se o processo de privatização da distribuição. No ano seguinte foi criada a Agência Nacional de Energia Elétrica. Em 1998, como resultado do Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico (RE-SEB), a Lei nº. 9.648 instituiu o Mercado Atacadista de Energia, e fez surgir um novo tipo de agente – os comercializadores. Além disso, esta lei estabeleceu o Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS. Assim, sem entrar no mérito de se analisar a eficiência, pode-se afirmar que no marco regulatório anterior (oriundo do projeto RE-SEB) as questões da operação eletro-energética, bem como da comercialização de energia elétrica, ficaram bem delineadas. Entretanto, a função planejamento ficou para ser discutida e detalhada em uma segunda etapa, que não aconteceu. Na realidade, ocorreu uma mudança da estrutura que dava suporte ao planejamento setorial. Foi extinto o Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos (GCPS), coordenado pela ELETROBRÁS, e em seu lugar, instituiu-se o Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos (CCPE), na esfera do MME. Também, conferiu-se ao planejamento da expansão da geração e da transmissão um caráter indicativo. Essas mudanças, associadas à instabilidade que se verificou nas equipes responsáveis pela elaboração do planejamento, nos últimos anos, reduziram, na prática, a eficácia dessa função. Com o novo marco regulatório, consubstanciado pelas Leis no. 10.847 (criação da Empresa de Pesquisa Energética – EPE) e 10.848 (Nova Lei de Comercialização de Energia), de 15 de março de 2004, ocorreu o resgate dessa importante função integradora, atualmente em fase de consolidação e por meio do Decreto nº. 5.267 houve a reestruturação do Ministério de Minas e Energia, com a criação de uma Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético que coordenasse este processo, a qual veio instrumentar o MME, para que o art. 174º da Constituição Federal efetivamente fosse implementado, já que planejamento é função indelegável do Governo. Este trabalho tem dois objetivos básicos: (i) descrever os principais aspectos do ordenamento regulatório vigente para o setor elétrico brasileiro, analisando as diversas leis e decretos e suas sucessivas atualizações, destacando o papel das instituições criadas e contextualizando a importante função do planejamento setorial; e (ii) analisar a questão do planejamento energético no marco regulatório mais recente, com ênfase no setor elétrico, destacando as responsabilidades pela condução do processo de planejamento, as etapas de implementação, a inter-relação do setor elétrico com os demais setores energéticos, bem como os aspectos técnicos, econômicos e metodológicos associados nos horizontes de curto (10 anos) e longo (30 anos) prazos.

## Palavras-chave

Energia; energia elétrica; planejamento; planejamento da expansão; aspectos legais.

## Abstract

Zimmermann, Márcio Pereira; Prada, Ricardo Bernardo; Melo, Albert Cordeiro Geber de (Advisor). **Technical e Legal Aspects related to the Expansion Planning of Electrical Systems in the Brazilian New Institutional Framework**. Rio de Janeiro, 2007. 312p. MSc. Dissertation – Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

From the Law nº 9,074, issued in 1995, the Brazilian electrical sector experienced the starting of a reform in its institutional framework. Following an international trend, this law introduced the competition in the generation and commercialization areas, as well as started the privatization process of the distribution companies. In the following year, the electrical sector regulatory agency was created. In 1998, as a result of the Electrical Sector Restructuring Project (RE-SEB), the Law nº 9,648 set the Wholesale Energy Market, e a new type of agent emerged – the trading companies. Besides that, this law created the Independent System Operator. Therefore, without analyzing how efficient it was, one can state that in the institutional framework introduced by the RE-SEB Project, the issues related with system operation and energy trading were well defined. On the other hand, the expansion planning aspects were neglected and left to be discussed and detailed in a second phase, which did not take place. Actually, a change on the institutional arrangement that supported the expansion planning activities was introduced: The Electrical System Planning Coordination Group (GCPS), chaired by ELETROBRÁS, was replaced by the Electrical System Expansion Planning Coordination Council (CCPE), now under the MME. Also, the generation expansion planning became indicative. These changes, associated to the irregularity of the staff in charge of the planning studies, led to the decrease of the effectiveness of this important function in the last years. However, the new institutional framework put in place in 2004 with the Laws no. 10,847 (establishment of Empresa de Pesquisa Energética – EPE) and 10,848 (New Energy Trading Law) promoted the renovation of this very import integrating function, which is now in a consolidation phase. This work has two basic objectives: describe the main aspects of the electrical sector legal framework, analyzing the several laws and decrees and their updating, highlighting the new institutions and the important function of the expansion planning; and (ii) analyze the issue of the energy planning in the new institutional framework, with emphasis in the electrical sector, stressing the roles of the institutions involved in the planning process, the implementing phases, the interface between the electrical sector and the other energy sectors, as well as the technical, economic and methodological aspects associated to the short (10 years) and long (30 years) term planning horizons.

## Keywords

Energy; electricity; planning; expansion planning; legal aspects



## Sumário

1. Introdução	17
1.1. Considerações gerais	17
1.2. Objetivos da dissertação	23
1.3. Estrutura da dissertação	23
2. Ordenamento Regulatório do Setor Elétrico Brasileiro	25
2.1. Breve histórico	25
2.1.1. O Ministério de Minas e Energia	25
2.1.2. O órgão regulador	26
2.1.3. A Eletrobrás	28
2.1.4. O operador nacional do sistema elétrico – ONS	29
2.1.5. O mercado atacadista de energia elétrica – MAE	30
2.2. Da legislação [8-20]	32
2.2.1. Decreto nº. 24.643, de 10 de julho de 1934 (Código de Águas)	32
2.2.2. A criação da Eletrobrás - lei nº. 3.890-A, de 25 de abril de 1961	36
2.2.3. As permissionárias - decreto nº. 62.655, de 3 de maio de 1968	36
2.2.4. A remuneração legal do investimento - Lei nº. 5.655, de 20 de maio de 1971	37
2.2.5. A cobrança de eficiência das concessionárias - Lei nº. 8.631, de 4 de março de 1993	38
2.2.6. A nova lei de concessões de 1995 - lei nº. 8.987, de 13 de fevereiro de 1995	39
2.2.7. A adequação dos serviços públicos federais - lei nº. 9.074, de 7 de julho de 1995	46
2.2.8. A regulamentação da lei nº. 9.074, de 1995 - decreto nº. 1.717, de 24 de novembro de 1995	58
2.2.9. A regulamentação da produção independente e da autoprodução de energia elétrica - decreto nº. 2.003, de 10 de setembro de 1996	59
2.2.10. A instituição do novo órgão regulador e fiscalizador - Lei nº. 9.427, de 26 de dezembro de 1996	59
2.2.11. As regulamentações da lei de criação da aneel - decreto nº. 2.335, de 6 de outubro de 1997	59
2.2.12. Decreto nº. 2.410, de 28 de novembro de 1997	60
2.2.13. A constituição do operador nacional do sistema elétrico, do mercado atacadista de energia elétrica e a reestruturação da Eletrobrás - Lei nº. 9.648, de 27 de maio de 1998	60
2.2.14. A regulamentação do MAE e do ONS - decreto Nº. 2.655, de 2 de Julho de 1998	70
2.2.15. O aumento da oferta de energia emergencial, a recomposição tarifária extraordinária, o programa de incentivo a fontes alternativas, a conta de desenvolvimento energético e a universalização dos serviços de energia elétrica - lei nº. 10.438, de 26 de abril de 2002	70
2.2.16. A regulamentação da lei nº. 10.438, de 26 de abril de 2002	89
2.2.17. Decreto nº. 4.767, de 26 de junho de 2003	89

2.2.18. Lei Nº. 10.762, De 11 De Novembro De 2003	89
2.2.19. A Criação Da Empresa De Pesquisa Energética – Epe - Lei Nº. 10.847, De 15 De Março De 2004	93
2.2.20. A nova lei de comercialização de energia elétrica - Lei nº. 10.848, de 15 de março de 2004	97
2.2.21. A regulamentação da lei nº. 10.848, de 15 de março de 2004 - decreto nº. 5.081, de 14 de maio de 2004	111
2.2.22. Decreto nº. 5.177, de 12 de agosto de 2004	112
2.2.23. A regulamentação da comercialização de energia elétrica - decreto nº. 5.163, de 30 de julho de 2004	112
3. A Questão do Planejamento da Expansão Energética no Marco Regulatório Atual	113
3.1. Cadeia de responsabilidades institucionais	113
3.1.1. Produtos priorizados	119
3.2. O planejamento da expansão do setor elétrico	121
3.2.1. Visão do Planejamento do Setor Elétrico na Época do GCPS [1,4]	122
3.2.2. A Criação do CCPE e da EPE	124
3.2.3. Interfaces do setor elétrico com outros Setores	125
3.3. O processo de planejamento [26-39]	127
3.3.1. Ciclo de planejamento da expansão do setor elétrico	128
3.3.2. Estudos de planejamento do setor elétrico	132
3.4. Estudos diversos [26-37]	146
3.4.1. Estudos para definição de garantias físicas para a contratação de energia	146
3.4.2. Estudos para definição dos requisitos de expansão de interligações	149
3.5. Etapas de estudos e projetos para a implantação de um aproveitamento hidrelétrico [26-37]	150
3.5.1. Estimativa do potencial hidrelétrico de bacias hidrográficas	151
3.5.2. Estudos de inventário hidrelétrico	152
3.5.3. Estudo de viabilidade	155
3.5.4. Projeto básico	156
3.5.5. Projeto executivo	157
3.6. Cadeia de modelos computacionais para o planejamento da operação e da expansão do sistema elétrico brasileiro [21-25, 49-51]	157
4. Planejamento da Expansão de Curto Prazo – Principais Resultados do Plano Decenal de Energia 2006-2015 [52]	162
4.1. Introdução	162
4.2. Mercado de energia elétrica	164
4.2.1. Apresentação	164
4.2.2. Cenários e Premissas	164
4.2.3. População e Domicílios	165
4.2.4. Autoprodução de Energia Elétrica	166
4.2.5. Projeções do Consumo de Energia	167
4.2.6. Projeção da carga própria (Requisitos do Sistema)	169
4.3. Geração de energia elétrica	174
4.3.1. Metodologia e Critérios	174
4.3.2. Capacidade Instalada no Brasil	175
4.3.3. Sistema Interligado Nacional - SIN	176

4.3.4. Expansão da Geração para a Trajetória de Mercado de Referência	176
4.3.5. Expansão da Geração para a Trajetória de Mercado Alto	184
4.3.6. Expansão da Geração para a Trajetória de Mercado Baixo	185
4.3.7. Estimativa do Custo Marginal de Expansão	188
4.3.8. Indicadores de Geração	188
4.4. Transmissão de energia elétrica	190
4.4.1. Expansão da transmissão	190
4.4.2. Interligações regionais	192
4.5. Análise sócioambiental	196
4.5.1. Procedimentos Metodológicos	196
4.5.2. Atribuição dos Níveis de Incerteza aos Projetos Hidrelétricos	199
4.5.3. Atribuição dos Níveis de Incerteza aos Projetos de Transmissão	201
5. Planejamento da Expansão de Longo Prazo – Resultados do Plano Nacional de Energia 2030 [53-64]	207
5.1. Introdução	207
5.1.1. Os Estudos do PNE 2030	207
5.2. Conclusões e recomendações	209
5.2.1. Conclusões	209
5.2.2. Recomendações	220
5.3. Resultados consolidados	223
5.3.1. Evolução da oferta interna de energia	223
5.3.2. Emissões de gases de efeito estufa	238
5.3.3. Resumo dos Investimentos	243
6. Conclusões e Sugestões para Trabalhos Futuros	245
6.1. Considerações gerais	245
6.2. Principais conclusões	246
6.2.1. Evolução do setor elétrico brasileiro	246
6.2.2. Marco regulatório do novo ambiente na década de 90	249
6.2.3. Marco regulatório vigente a partir de 2004	252
6.2.4. Planejamento da Expansão	256
6.3. Considerações Finais	259
6.3.1. Segurança energética e planejamento integrado de longo, médio e curto prazo	259
6.3.2. Importância da participação da sociedade nas diversas etapas do planejamento energético	261
6.3.3. Realismo ambiental com avaliação precisa dos reais impactos de cada fonte	261
6.3.4. A importância do planejamento trabalhar com a lógica econômica e ambiental	266
6.3.5. A importância do Brasil desenvolver seu potencial hidrelétrico a exemplo dos países desenvolvidos	266
6.3.6. Integração regional e a importância do setor energético nas relações entre países	269
6.3.7. A evolução contínua dos modelos do setor elétrico ao longo do tempo	270
6.3.8. Necessidade de aprimoramento contínuo da metodologia e programas computacionais adaptados às especificidades do Brasil	270
6.4. Sugestões para trabalhos futuros	270

Referências bibliográficas	271
Apêndice - Cadeia de Modelos Computacionais do Cepel para o Planejamento da Operação e da Expansão Energética do Sistema Elétrico Brasileiro	278

## Lista de Figuras

Figura 1.1 – Sistema Elétrico de Dimensões Continentais	21
Figura 1.2 – Interdependência entre Usinas Hidrelétricas	21
Figura 1.3 – Capacidade Instalada – Abril 2007	22
Figura 1.4 – Produção de Energia Elétrica – Dezembro de 2006	22
Figura 3.1 – Organização Institucional do Setor Elétrico Brasileiro	115
Figura 3.2 – Estrutura Atual do Ministério de Minas e Energia	115
Figura 3.3 – Representação de Incertezas versus Detalhamento do Sistema	122
Figura 3.4 – Planejamento Energético Integrado	127
Figura 3.5 – Ciclo de Planejamento da Expansão do Setor Elétrico	127
Figura 3.6 – Estudos especiais de apoio ao planejamento da expansão do setor elétrico	137
Figura 3.7 – Planejamento do Setor Elétrico e as etapas de desenvolvimento de novos aproveitamentos	151
Figura 3.8 – Cadeia de modelos computacionais para o planejamento da operação e da expansão energética do sistema elétrico brasileiro	161
Figura 3.9 – Cadeia de modelos computacionais para o planejamento da operação e da expansão elétrica do sistema elétrico brasileiro	161
Figura 4.1 – Geral dos Estudos Associados ao Plano Decenal	163
Figura 4.2 – Trajetórias: Alta, Referência e Baixa - Carga de Energia (Mwmédio) - Sistema Interligado Nacional	171
Figura 4.3 – Trajetórias: Alta, Referência e Baixa - Acréscimos Anuais da Carga de Energia (Mwmédio) - Sistema Interligado Nacional	171
Figura 4.4 – Representação Esquemática das Interligações entre Subsistemas	177
Figura 4.5 – SIN - Riscos Anuais de Déficit	183
Figura 4.6 – SIN - Custos Marginais de Operação Médios Anuais	183
Figura 4.7 – SIN - Riscos Anuais de Déficit	185
Figura 4.8 – SIN - Custos Marginais de Operação Médios Anuais	185
Figura 4.9 – SIN - Riscos Anuais de Déficit	187
Figura 4.10 – SIN - Custos Marginais de Operação Médios Anuais	187
Figura 4.11 – SIN - Evolução da Capacidade Instalada Hidrelétrica	189
Figura 4.12 – Evolução da Capacidade Instalada Termelétrica Subsistema – Configuração de Referência	189
Figura 4.13 – Evolução da Participação dos Diversos Tipos de Fonte (% de Capacidade Instalada) – Configuração de Referência	190
Figura 4.14 – Interligações Regionais	191
Figura 4.15 – Fluxograma de Atividades Associadas às Análises Socioambientais	196
Figura 4.16 – Esquema da Análise Socioambiental	197
Figura 5.1 – Evolução da Estrutura da Oferta Interna de Energia	210
Figura 5.2 – Estrutura da Oferta de Eletricidade	214
Figura 5.3 – Estrutura do Consumo de Eletricidade	214
Figura 5.4 – Evolução da Estrutura da Oferta Interna de Energia	225
Figura 5.5 – Fontes Renováveis na Matriz Energética Brasileira	226
Figura 5.6 – População e Demanda de energia per capita	227

Figura 5.7 – Evolução da Intensidade Energética (com base na oferta interna e energia)	229
Figura 5.8 – Brasil. Evolução da Dependência Externa de Energia	230
Figura 5.9 – Estrutura do Consumo de Derivados de Petróleo	232
Figura 5.10 – Estrutura do Consumo de Gás Natural (% sobre dados em tep)	233
Figura 5.11 – Estrutura da Oferta de Eletricidade	237
Figura 5.12 – Estrutura do Consumo de Eletricidade	237
Figura 5.13 – Estrutura das Emissões de CO2 por Fonte	240
Figura 5.14 – Estrutura das Emissões de CO2 por Setor (em milhões de t de CO2)	241
Figura 5.15 – Evolução das Emissões Específicas de CO2	242
Figura 5.16 – Repartição Setorial dos Investimentos no Setor Energético (período 2005-2030)	243
Figura 6.1 – Planejamento Energético Integrado	260
Figura 6.2 – Ciclo de Planejamento e Implantação de Empreendimentos	261
Figura 6.3 – Resultados dos Leilões de Compra de Energia Elétrica	262
Figura 6.4 – Matriz de oferta de energia elétrica – Cenário Base	263
Figura 6.5 – Matriz de oferta de energia elétrica – Cenário Sem Madeira	263
Figura 6.6 – Matriz de oferta de energia elétrica – Cenário Sem Madeira e Belo Monte	264
Figura 6.7 – Matriz de oferta de energia elétrica – Cenário Sem UHEs da Região Norte	265
Figura 6.8 – Potencial de Emissões de CO2	265
Figura 6.9 – Comparação entre Fontes	266
Figura 6.10 – Aproveitamento do Potencial Hidrelétrico no Mundo	267
Figura 6.11 – Evolução da Hidroeletricidade: Capacidade Instalada versus Armazenamento	268
Figura 6.12 – Complementariedade Hidroelétrica entre Brasil e Venezuela	269

## Lista de Tabelas

Tabela 4.1 – Taxa de Crescimento do PIB (% ao ano) – Brasil	164
Tabela 4.2 – População e Domicílios (mil) – Brasil	165
Tabela 4.3 – Autoprodução Clássica (TWh) – Brasil – Trajetória de Referência	166
Tabela 4.4 – Consumo de Energia Elétrica dos Grandes Consumidores Industriais (TWh)Brasil – Trajetória de Referência	166
Tabela 4.5 – Percentuais (do Consumo) Indicativos do Potencial de Conservação (%) Brasil – Trajetória de Referência	167
Tabela 4.6 – Consumo Industrial - Grandes Consumidores e Industrial Tradicional (GWh)	169
Tabela 4.7 – Carga de Energia (MWmédio) – Brasil	170
Tabela 4.8 – Carga de Demanda (MWh/h) – Brasil	172
Tabela 4.9 – Evolução do Índice de Perdas (% da Carga de Energia) – Brasil	173
Tabela 4.10 – Sistemas Acre/Rondônia e Manaus/Margem Esquerda (PA e AM) e Amapá (Carga de Energia - MWmédio)	174
Tabela 4.11 – Capacidade Instalada Existente em Dezembro/2005 – Brasil	175
Tabela 4.12 – Capacidade Instalada no Sistema Interligado Nacional em Dezembro/2005	176
Tabela 4.13 – Programa de Obras de Geração Hidrelétrica	178
Tabela 4.14 – Programa de Obras de Geração Termelétrica	181
Tabela 4.15 – Expansão das Interligações Regionais	182
Tabela 4.16 – SIN – Expansão Termelétrica Adicional - Gás Natural	184
Tabela 4.17 – SIN - Estimativa do Custo Marginal de Expansão	188
Tabela 4.18 – Classificação por Nível de Incerteza	199
Tabela 4.19 – Classificação por Nível de Incerteza	200
Tabela 4.20 – Quantificação das Linhas de Transmissão Avaliadas por Etapa e Subsistema	201
Tabela 4.21 – Resultado da Avaliação Socioambiental por Categorias	202
Tabela 4.22 – Empreendimentos de Transmissão - Resultado da Análise Processual por Subsistema	203
Tabela 4.23 – Critério para Avaliação Conjunta e Atribuição de Níveis de Incerteza em Classes	204
Tabela 4.24 – Avaliação por Classes de Incertezas	205
Tabela 5.1 – Brasil Período 2005/2030 – Taxa Anual Média de Crescimento (%)	209
Tabela 5.2 – Projeção da Oferta Interna de Energia (milhares de tep)	224
Tabela 5.3 – Projeção da Oferta Interna de Energia (milhares de tep)	228
Tabela 5.4 – Petróleo e Derivados: Indicadores Selecionados (em milhares de barris por dia)	232
Tabela 5.5 – Gás Natural: Indicadores Selecionados (em milhões de m <sup>3</sup> por dia)	234
Tabela 5.6 – Produtos da Cana-de-açúcar: Indicadores Selecionados	235
Tabela 5.7 – Eletricidade: Indicadores Selecionados (em TWh)	236
Tabela 5.8 – Investimentos no Setor Energético (em US\$ bilhões)	243

## Lista de Abreviaturas e Símbolos

ANA	Agência Nacional de Águas
ANA	Agência Nacional de Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional de Petróleo
CCC	Conta de Consumo de Combustíveis
CCON	Comitê Coordenador de Operações do Norte/Nordeste
CCPE	Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos
CDE	Conta Desenvolvimento Energético
CEPEL	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
CNOS	Centro Nacional de Operação do Sistema
COS	Centros de Operação do Sistema
ELETROBRÁS	Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GCE	Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica
GCOI	Grupo Coordenador da Operação Interligada
GCPS	Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos
MAE	Mercado Atacadista de Energia
MME	Ministério de Minas e Energia
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PERCEE	Programa Emergencial de Redução do Consumo de Energia Elétrica
PPT	Programa Prioritário de Termelétricidade
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica