

# SUMÁRIO

EPÍGRAFE	1
1. INTRODUÇÃO	2
1.1. Motivação	2
1.2. Estrutura do Texto	4
2. BREVE HISTÓRICO DA OPERAÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO	7
2.1. O GCOI	7
2.2. A Reforma do Setor Elétrico Brasileiro	10
2.3. O Racionamento	17
2.4. O Atual o Modelo Institucional do Setor Elétrico	21
2.5. O PROINFA	24
2.6. A Geração Distribuída	25
2.7. Os Decretos Estaduais 48.543/2004 e 47.397/2002 (São Paulo)	26
2.8. O Biodiesel	26
3. SISTEMA INTEGRADO DE OPERAÇÃO DO SIN	28
4. CONCEPÇÃO DO SOFTWARE ASSOCIADO ÀS ATIVIDADES DE OPERAÇÃO ENERGÉTICA	36
4.1. Introdução	36
4.2. O Modelo NEWAVE	36
4.3. O Modelo SUSHI	38
4.4. O Modelo GEVAZP	41
4.5. O Modelo DECOMP	42
4.6. Os Modelos CHEIAS	44
4.7. O Modelo PREVIVAZ/PREVIVAZH	47
4.8. O Modelo DESPRO	49
4.9. O Modelo CAHORA	49
4.10. O Modelo PREVCAR	50
4.11. O Modelo PREDESP	52
4.12. O Modelo DESSEM	53
4.13. O modelo SAPRE	56
4.14. Curvas de Aversão ao Risco	57
5. CENÁRIO ATUAL DO PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO	58
5.1. Considerações Gerais	58
5.2. Planejamento Baseado em Critérios Determinísticos	59

5.3.	Planejamento Baseado em Critérios Probabilísticos	60
5.4.	O Planejamento da Expansão do Sistema Gerador	61
5.5.	Estudos de Apoio ao Planejamento da Expansão	61
5.6.	Novas Metodologias para o Planejamento da Expansão da Geração	62
5.6.1.	Planejamento em um Ambiente de Incertezas	64
6.	AÇÕES INTEGRADAS DO PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO E DA OPERAÇÃO ENERGÉTICA	65
6.1.	Considerações Gerais	65
6.2.	Coordenação e Integração dos Setores Envolvidos	67
6.2.1.	O CNPE e os Setores Envolvidos no Trato das Questões Energéticas	67
6.2.1.1.	Análise e Diagnóstico	67
6.2.1.2.	Proposta de Ações	69
6.2.2.	A EPE e o Planejamento da Expansão do Sistema Elétrico Brasileiro	77
6.2.2.1.	Análise e Diagnóstico	77
6.2.2.2.	Proposta de Ações	78
6.2.3.	A ANEEL e a Falta de Independência das Agências Reguladoras	79
6.2.3.1.	Análise e Diagnóstico	79
6.2.3.2.	Proposta de Ações	80
6.2.4.	O ONS e o Planejamento e a Programação da Operação Energética	80
6.2.4.1.	Análise e Diagnóstico	80
6.2.4.2.	Proposta de Ações	81
6.3.	Geração Distribuída, Co-Geração e sua Conexão ao SIN	81
6.3.1.	Geração Distribuída	81
6.3.1.1.	Análise e Diagnóstico	81
6.3.1.2.	Proposta de Ações	85
6.3.2.	Co-Geração	86
6.3.2.1.	Análise e Diagnóstico	86
6.3.2.2.	Proposta de Ações	86
6.3.3.	O Biodiesel	87
6.3.3.1.	Análise e Diagnóstico	87
6.3.3.2.	Proposta de Ações	89
6.3.4.	O PROINFA e sua Interação com o Sistema Elétrico Brasileiro	91
6.3.4.1.	Análise e Diagnóstico	91
6.3.4.2.	Proposta de Ações	92
6.3.5.	Conexão da Geração Distribuída ao SIN	92
6.3.5.1.	Análise e Diagnóstico	92
6.3.5.2.	Proposta de Ações	94

6.4.	Integração Regional	95
6.4.1.	Análise e Diagnóstico	95
6.4.2.	Proposta de Ações	95
6.5	Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico	96
6.5.1.	Análise e Diagnóstico	96
6.5.2	Proposta de Ações	102
6.6	O Impacto de Questões Ambientais sobre a Oferta de Energia Elétrica	102
6.6.1.	Análise e Diagnóstico	102
6.6.2.	Proposta de Ações	106
7	AÇÕES INTEGRADAS JUNTO À DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E AO CLIENTE FINAL	108
7.1.	Introdução	108
7.2.	Geração Distribuída e os Sistemas de Distribuição	108
7.2.1.	Considerações Gerais	108
7.2.2.	Procedimentos de Distribuição e Conexão à Rede	109
7.2.2.1.	Análise e Diagnóstico	109
7.2.2.2.	Proposta de Ações	113
7.3.	Aspectos de Demanda	114
7.3.1.	Introdução	114
7.3.2.	Gerenciamento pelo Lado da Demanda	114
7.3.3.	Incertezas Quanto à Previsão da Demanda	115
7.3.4.	O Comportamento dos Consumidores	115
7.3.5.	Eficiência Energética	116
7.3.6.	O Programa de Eficiência Energética das Empresas Distribuidoras	117
7.3.6.1.	Análise e Diagnóstico	117
7.3.6.2.	Proposta de Ações	118
7.3.7.	Aquecimento Solar de Água	119
7.3.7.1.	Análise e Diagnóstico	119
7.3.7.2.	Proposta de Ações	121
7.4.	O Programa de Pesquisa de Desenvolvimento das Empresas de Distribuição	125
7.4.1.	Introdução	125
7.4.2.	Ameaças	126
7.4.3.	Proposta de Ações	129
7.5.	Impacto das Questões Ambientais sobre a Demanda de Energia Elétrica	129
7.5.1.	Análise e Diagnóstico	129
7.5.1.1.	Impactos Ambientais Referentes ao Uso Final de Energia	129
7.5.1.2.	A Emergência dos Programas de Eficiência Energética	130

7.5.1.3. Instrumentos Econômicos, Política Ambiental e Eficiência Energética	132
7.5.1.4. Instrumentos de Regulação Direta, Econômicos e de Informação	132
7.5.1.5. Instrumentos Econômicos Aplicados à Eficiência Energética	136
7.5.2. Proposta de ações	138
<b>8 CONCLUSÕES</b>	<b>140</b>
8.1. Resumo dos Trabalhos Desenvolvidos	140
8.2. Conclusões	141
8.3. Contribuições	145
<b>Anexo A ESTUDO DE CASO: O BIODIESEL EM COMUNIDADE ISOLADA NA AMAZÔNIA</b>	<b>146</b>
A.1. Caracterização do Projeto	146
A.2. Justificativa do Projeto	148
A.3. Características do Mercado para o Projeto	150
A.4. Objetivos do Projeto	152
A.5. Metas do Projeto	153
A.6. Impactos Sociais do Projeto	154
A.7. Impactos Econômicos do Projeto	155
A.8. Benefícios Ambientais do Projeto	155
A.9. Impactos Técnico-Científicos do Projeto	156
A.10 Relevância do Projeto	156
A.11. Sustentabilidade do Projeto	157
A.12 Inovação	157
<b>Anexo B ESTUDO DE CASO: AQUECIMENTO SOLAR EM RESIDÊNCIA</b>	<b>158</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>161</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1.	Sistema Nacional de Supervisão e Coordenação	11
Figura 3.1.	Atividades Típicas da Operação Integrada de Sistemas Hidrotérmicos.	29
Figura 3.2.	Interrelacionamento entre as Atividades de Planejamento da Expansão e de Operação Integrada	31
Figura 3.3.	Principais Modelos Matemáticos Utilizados no Planejamento da Operação	32
Figura 3.4.	Principais Modelos Matemáticos Utilizados na Programação da Operação Energética	33
Figura 3.5.	Principais Modelos de Software Utilizados nos Estudos Elétricos a Longo e Médio Prazos	34
Figura 3.6.	Principais Modelos de Software Utilizados nos Estudos Elétricos de Curto Prazo e/ou Supervisão em Tempo Real	35
Figura B.1.	Sistema de Aquecimento Solar de Água Instalado em Residência	160

## LISTA DE TABELAS

Tabela 6.1.	Regras para Investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética pelas Empresas do Setor Elétrico.	97
-------------	---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRADEE	Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica
ANA	Agência Nacional de Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional do Petróleo
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CBEE	Comercializadora Brasileira de Energia Emergencial
CCD	Contratos de Conexão ao Sistema de Distribuição
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CCOI	Comitê Coordenador da Operação Interligada
CCON	Comitê Coordenador de Operações do Norte/Nordeste
CCPE	Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos
CEEE	Companhia Estadual de Energia Elétrica
CELPA	Centrais Elétricas do Pará S/A
CELTINS	Companhia de Energia Elétrica do Estado do Tocantins
CMSE	Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais S/A
CHESF	Companhia Hidro Elétrica do São Francisco
CESP	Centrais Elétricas de São Paulo
CGCE	Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
CSPE	Comissão de Serviço Público de Energia
Ki	Custo Unitário de Geração (US\$/kW)
CNOS	Centro Nacional de Operação do Sistema
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CUSD	Contratos de Uso de Sistemas de Distribuição
DEM	Department of Environmental Management
DNAE	Departamento Nacional de Energia Elétrica
DOE	Department of Energy – EUA
EAEE	Encargo de Aquisição de Energia Emergencial
EE	Eficiência Energética
EEB	Empresa Elétrica Bragantina
ELETRONORTE	Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A
ELETROSUL	Centrais Elétricas do Sul do Brasil S/A
ELETOBRÁS	Centrais Elétricas Brasileiras S/A
ENERQ	Centro de Estudos em Regulação e Qualidade de Energia do Departamento de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EPUSP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
EUA	Estados Unidos da América
FURNAS	Furnas Centrais Elétricas S/A
GC	Geração Central
GCOI	Grupo Coordenador da Operação Interligada
GD	Geração Distribuída
GEPEA	Grupo de Energia do Departamento de Energia e Automação Elétricas da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
GLD	Gerenciamento pelo Lado da Demanda
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GN	Gás Natural
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IEE	Instituto de Energia e Eletrotécnica da Universidade de São Paulo
INPE	Instituto de Pesquisas Espaciais
LIGHT	Light Serviços de Eletricidade S/A
LOLP	<i>Loss of Load Probability</i>
MAB	Movimento dos Atingidos por Barragens
MAE	Mercado Atacadista de Energia
MDL	Mecanismos de Desenvolvimento Limpo
MP	Medida Provisória
MRE	Mecanismo de Realocação de Energia
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
ONGs	Organizações Não Governamentais
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PEE	Programa de Eficiência Energética
PETROBRAS	Petróleo do Brasil S/A
PDPE	Programa Diário de Produção de Empresa
PIE	Produtor Independente de Energia
PIB	Produto Interno Bruto
PIR	Planejamento Integrado de Recursos Energéticos
PNB	Produto Nacional Bruto
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PRODEEM	Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios do Ministério de Minas e Energia



PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
PROSOL	Programa Nacional de Aquecimento Solar de Água
RGR	Reserva Geral de Reversão
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
ROL	Receita Operacional Líquida
SIN	Sistema Interligado Nacional
TIR	Taxa Interna de Retorno
UNDP	United Nations Development Program
UNEP	United Nations Environment Programme
USP	Universidade de São Paulo
VTCD	Varição de Tensão de Curta Duração