

Sumário

Apresentação	VII
Prefácio.	XI
Capítulo 1	
O Desenvolvimento da Resiliência de Sistemas Eletroenergéticos para Fazer Frente às Adversidades Ambientais (<i>Eduardo Nery e Lizz Fortunatto</i>)	1
1.1 MUDANÇAS GLOBAIS	1
1.2 PADRÕES DE RESILIÊNCIA	3
1.3 A ATITUDE DE NÃO RISCO.	4
1.4 RESILIÊNCIA: ABORDAGENS DE ENGENHARIA E ECOLÓGICA	5
1.5 ENTROPIA INTERROMPIDA	7
1.6 ORGANIZAÇÃO RESILIENTE E DESENHO DA RESILIÊNCIA	8
1.7 RESILIÊNCIA EM SISTEMAS DE ENERGIA	9
1.8 PLANEJAMENTO DE RESILIÊNCIA	10
1.8.1 Mudança de Sistema (Clima, Sistema de Potência, ambos)	10
1.8.2 Abordagem de Gestão Baseada em Risco	11
1.8.3 Políticas – Programas de Defesa e Mitigação	13
1.8.4 Codificação e Regulação	13
1.8.5 Seguros e Subsídios	13
1.8.6 Indicadores e Monitoramento	14
1.9 DESAFIOS DA RESILIÊNCIA – CASO DAS RADIAÇÕES SOLARES	14
REFERÊNCIAS	16

Capítulo 2

Resiliência nos Seres Humanos e nos Sistemas: O Estado da Arte (<i>Samantha de Oliveira Nery</i>)	17
2.1 SÍNTESE DA HISTÓRIA DO CONCEITO	17
2.2 DESENVOLVIMENTOS RECENTES DO CONCEITO	22
2.3 ALGUNS MODELOS DE RESILIÊNCIA	28
2.4 RESILIÊNCIA EM SISTEMAS: FAMÍLIAS E COMUNIDADES	31
2.5 PODE A RESILIÊNCIA SER AMPLIADA?	36
2.6 DEZ FATORES DE RESILIÊNCIA	37
CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
ANEXO I Recursos & Mecanismos da Resiliência nos Níveis Individual, Familiar e Socioambiental (Comunitário)	50
REFERÊNCIAS	51

Capítulo 3

Sua Empresa é Resiliente? (<i>Eduardo Nery</i>)	53
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	53
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA RESILIÊNCIA	54
3.2.1 Sistema de Atributos	55
3.2.2 Sistema de Rupturas	55
3.2.3 Métodos	55
3.2.4 Métricas	56
3.3 AS INTER-RELAÇÕES DA RESILIÊNCIA	57
3.3.1 Resiliência x Confiabilidade	57
3.3.2 Resiliência x Robustez	58
3.3.3 Resiliência x Flexibilidade	58
3.3.4 Resiliência x Agilidade	59
3.4 CUSTO DE PERDAS EM EVENTOS EXTREMOS RECENTES	61
3.5 CONDIÇÕES DISRUPTIVAS COM PERDAS SIGNIFICATIVAS NO MUNDO	62
3.6 RESILIÊNCIA DE PESSOAS E GRUPOS (COMUNIDADES, POPULAÇÕES, ETC.)	64

3.7 POR QUE RESILIENTE?	65
REFERÊNCIAS	65

Capítulo 4

Fortalecendo a Resiliência das Distribuidoras de Energia Elétrica na sua Relação com os Consumidores (<i>Fernando Amaral de Almeida Prado Jr., Ana Lucia Rodrigues da Silva</i>).	67
4.1 INTRODUÇÃO	67
4.2 RESILIÊNCIA	69
4.3 <i>ADVOCACY</i>	71
4.4 O CONTEXTO DAS TRANSFORMAÇÕES	76
4.5 ESTUDOS DE CASOS.	81
4.5.1 Impactos Econômicos da Inserção da GD a partir de Sistemas Fotovoltaicos	81
4.5.2 Qualidade, Tarifas e Satisfação do Consumidor	82
4.5.3 Hierarquia das Necessidades e Resiliência no Pagamento de Serviços Públicos	87
CONSIDERAÇÕES FINAIS	90
REFERÊNCIAS	92

Capítulo 5

O Sistema Econômico-Financeiro Setorial: desempenho e resiliência (<i>Luiz Claudio Gutierrez Duarte</i>).	95
5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	95
5.2 SISTEMA FINANCEIRO	96
5.2.1 Introdução	96
5.2.2 Ambiente Financeiro Nacional	100
5.2.3 Fontes de Financiamentos.	103
5.3 A INDÚSTRIA DE ENERGIA ELÉTRICA BRASILEIRA	117
5.3.1 A Transformação da Indústria de Energia Elétrica	117
5.3.2 A Trajetória do Desenho de Mercado da Indústria de Energia Elétrica Brasileira	120
5.4 A RESILIÊNCIA EM NEGÓCIOS DE ENERGIA ELÉTRICA	125

5.4.1	O Problema dos Mecanismos de Financiamento da IEEB.	125
5.4.2	Custo de Capital e Financiabilidade	129
5.4.3	Desempenho Econômico-Financeiro	130
5.5	O DEVIDER DA INDÚSTRIA DE ENERGIA ELÉTRICA BRASILEIRA	130
	REFERÊNCIAS	131

Capítulo 6

	Equipes Resilientes e sua Importância para o Desempenho do Setor Elétrico (<i>Josias Matos de Araujo, Antônio Augusto Bechara Pardaul</i>)	135
6.1	INTRODUÇÃO	135
6.2	EQUIPES NA ERA DAS MÁQUINAS INTELIGENTES	136
6.3	EQUIPES ENGAJADAS E RESILIENTES	142
6.4	PRÁTICAS DE EQUIPE DE GERAÇÃO DE ENERGIA LIGADAS À RESILIÊNCIA.	143
	REFERÊNCIAS	150

Capítulo 7

	Impacto dos Sistemas de Proteção e Automação nos Indicadores de Resiliência e Inoperabilidade de Sistemas Elétricos (<i>Iony Patriota de Siqueira</i>)	151
7.1	INTRODUÇÃO	151
7.2	CONTEXTUALIZAÇÃO	153
7.3	RESILIÊNCIA E INOPERABILIDADE	154
7.4	DEFINIÇÕES	156
7.5	MODELAGEM DE COMPONENTES	157
7.6	MODELAGEM DE REDE.	161
7.7	FREQUÊNCIAS DE INTERRUPÇÃO	168
7.8	DURAÇÃO DA INTERRUPÇÃO.	168
7.9	RESILIÊNCIA E INOPERABILIDADE DE COMPONENTES.	169
7.10	RESILIÊNCIA E INOPERABILIDADE DO SISTEMA	170

7.11 ESTUDO DE CASO	172
7.12 SISTEMAS DE PROTEÇÃO DE LONGO ALCANCE.	173
CONCLUSÕES	176
REFERÊNCIAS	176

Capítulo 8

A Cultura da Resiliência (<i>Lizz Fortunatto</i>)	179
8.1 INTRODUÇÃO	179
8.1.1 Seres Resilientes	180
8.1.2 Cidades Resilientes	182
8.2 DESASTRES NATURAIS	182
8.2.1 Classificação dos Desastres quanto à Intensidade	183
8.2.2 Classificação dos Desastres quanto à Evolução	184
8.2.3 Considerações sobre o Risco	184
8.3 APLICAÇÃO DE MÉTRICAS DE QUALIDADE DE VIDA À RESILIÊNCIA	188
8.3.1 Mensuração da Resiliência pelo DASS42.	190
8.4 O MARCO DE HYOGO	193
8.5 SHINZO HAMAI – O PREFEITO DA CATÁSTROFE	195
8.6 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO DASS42	197
ANEXO 1 Questionário DASS42	198
REFERÊNCIAS	199

Capítulo 9

Mecanismos de Aversão ao Risco no Setor Elétrico Brasileiro – Da Resiliência a Antifragilidade: Uma Análise Crítica do Processo Evolutivo (<i>Fernando A. Almeida Prado Jr., Juliana Ferrari Chade Mummey</i>)	201
9.1 INTRODUÇÃO	201
9.2 RESILIÊNCIA E ANTIFRAGILIDADE.	203
9.3 CRISES VIVENCIADAS E MUDANÇAS ESTRUTURAIS	205
9.3.1 Lei nº 8631/93	205

9.3.2	Racionamento	206
9.3.3	Volatilidade e Modelos	206
9.3.4	Modelo Dilma I Separação ACR e ACL/Contratação com Leilões/Extinção do MAE e Criação da CCEE. . .	209
9.3.5	Preços Altos em Janeiro de 2008	210
9.3.6	Modelo Dilma II	210
9.3.7	Crise Hidrológica – GSF e a Inadimplência do Mercado	211
9.3.8	Dificuldades Operativas com o Aumento das Energias Intermitentes e o Efeito Ordem de Mérito	212
9.4	ANÁLISE.	215
	CONCLUSÕES	217
	REFERÊNCIAS	217

Capítulo 10

	Ensaio sobre o Plano de Resiliência do Sistema Eletroenergético Brasileiro (<i>Eduardo Nery</i>)	221
10.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	221
10.2	VULNERABILIDADES	222
10.3	PLANEJAMENTO DA RESILIÊNCIA – PROCESSO ADAPTATIVO FLEXÍVEL	228
10.4	EXPECTATIVA DE RESULTADOS.	233
	REFERÊNCIAS	234

Capítulo 11

	Mudanças Climáticas Globais: Desafios para a Resiliência do Setor Elétrico Brasileiro (<i>Douglas Sathler, Ruibran dos Santos Reis</i>). . . .	235
11.1	INTRODUÇÃO	235
11.2	MUDANÇAS CLIMÁTICAS: BASES CIENTÍFICAS, MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO	236
11.3	O SETOR ELÉTRICO EM PERSPECTIVA.	242
	CONCLUSÃO.	246
	REFERÊNCIAS	247

Capítulo 12

A Gestão do Uso Múltiplo da Água e a Resiliência dos Sistemas Hidroenergéticos (<i>Mário Cicareli Pinheiro</i>)	249
12.1 INTRODUÇÃO	249
12.2 CONFIABILIDADE, RESILIÊNCIA E VULNERABILIDADE DOS SISTEMAS DE RECURSOS HÍDRICOS	251
12.2.1 Confiabilidade	252
12.2.2 Resiliência.	253
12.2.3 Vulnerabilidade	254
12.3 A GESTÃO DO USO MÚLTIPLO DA ÁGUA	259
12.4 DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO E RESILIÊNCIA DAS USINAS HIDRELÉTRICAS	263
12.4.1 Regime Hidrológico dos Cursos de Água	265
12.4.2 Potência e Energia	267
12.4.3 Usinas a Fio-d'Água	268
12.4.4 Usinas com Reservatório.	271
12.5 ESTUDOS DE CASOS	275
12.5.1 A Usina Hidrelétrica Três Marias	276
12.5.2 Bacia do Rio Grande (Bahia)	281
12.5.3 A Usina Hidrelétrica de Candonga	283
12.5.4 A Usina Hidrelétrica de Jirau	286
12.6 RESILIÊNCIA E GESTÃO DO USO MÚLTIPLO DA ÁGUA .	288
COMENTÁRIOS FINAIS.	290
REFERÊNCIAS	290

Capítulo 13

Resiliencia de Sistemas de Distribución-Informe sobre la Resiliencia en el Terremoto en Ecuador (<i>Hernan Verdugo Crespo, José Medina Romo, María José Castro</i>)	293
13.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE ECUADOR, POBLACIÓN, DATOS GENERALES	293
13.2 ZONAS GEOGRÁFICAS DE ECUADOR, CARACTERÍSTICAS: COSTA, SIERRA, ORIENTE	294

13.3	SECTOR ELÉCTRICO: CARACTERÍSTICAS, COMPOSICIÓN GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN.	295
13.4	AMENAZAS NATURALES: SUNAMIS, INUNDACIONES, ERUPCIONES, TERREMOTOS, DESLAVES	297
13.4.1	Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos	299
13.4.2	El Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional – IGEPN	300
13.4.3	El Instituto Oceanográfico de la Armada – INOCAR.	300
13.5	GESTIÓN DE RIESGOS EN EL SECTOR ELÉCTRICO	301
13.5.1	Responsabilidades y Autoridades	301
13.5.2	Gestión de Riesgos en el Sector Eléctrico	303
13.6	TERREMOTO, EXPERIENCIA DE ABRIL DE 2016	310
13.6.1	Datos Generales	310
13.6.2	Sector Eléctrico	312
13.6.3	Plan de Contingência	314
13.6.4	Aporte de otras Empresas Distribuidoras	316
	CONCLUSIONES	320

Capítulo 14

	O Plano de Resiliência da Empresa Brasil de Energia-Energia Elétrica (<i>Eduardo Nery</i>)	323
14.1	ASPECTOS CONTEXTUAIS	323
14.2	BASES PROCESSUAIS	325
14.3	O PLANEJAR A RESILIÊNCIA	327
14.3.1	Alguns Comentários sobre o Processo e os Métodos Usados	331
14.4	O <i>FUNDING</i> OU FINANCIAMENTO DA RESILIÊNCIA	333
14.5	DISRUPÇÕES NO BRASIL – VULNERABILIDADES E RISCOS	335
14.6	A ORIENTAÇÃO NACIONAL DE GOVERNO	337
	CONCLUSÕES	338
Anexo 1	Rede de Envolvidos no Plano de Resiliência.	339
Anexo 2	Constituição das Bases de Dados da Resiliência – Exemplo.	340

Anexo 3	Mapas Físicos – Exemplos	341
Anexo 4	Condições Disruptivas – Exemplos.	348
Anexo 5	Disrupções Pessoas	349
REFERÊNCIAS	350

Capítulo 15

A Gestão da Resiliência do Ponto de Vista da Operação do Sistema (<i>Paulo Gomes</i>).	351
15.1 INTRODUÇÃO	351
15.2 CONCEITO DE RESILIÊNCIA	353
15.3 DESAFIOS ASSOCIADOS À RESILIÊNCIA DOS SISTEMAS DE POTÊNCIA	355
15.3.1 As Restrições Ambientais	355
15.4 O NOVO <i>MIX</i> DE GERAÇÃO	356
15.5 NOVAS TECNOLOGIAS DE TRANSMISSÃO	357
15.5.1 Atos dos Homens (Vandalismo, Terrorismo, Índios, Roubos)	357
15.5.2 Vulnerabilidades dos Sistemas Elétricos	361
15.6 MEDIDAS PARA FORTALECER A RESILIÊNCIA DOS SISTEMAS DE POTÊNCIA.	364
15.6.1 O Sistema Existente	365
15.6.2 Melhoria Intrínseca de Subestações	366
15.6.3 Medidas de Caráter Preventivo	367
15.6.4 Medidas de Caráter Corretivo	370
15.6.5 Medidas Associadas ao Processo de Recomposição	372
15.6.6 Maior Interação com os Órgãos Responsáveis pelo Planejamento no sentido de Contribuir para Adoção de Medidas para Aumentar a Resiliência do Sistema Elétrico	373
15.7 AUMENTO DA CAPACIDADE DE TRANSMISSÃO	374
15.7.1 Ações junto a outros Órgãos	375
CONCLUSÕES	376
REFERÊNCIAS	379

Capítulo 16

Resiliência no Mercado de Energia Elétrica (<i>Evelina Neves, João Carlos O. Mello</i>)	381
16.1 INTRODUÇÃO	381
16.2 VULNERABILIDADE E RESILIÊNCIA DO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.	384
16.3 TRANSFORMAÇÕES NA INDÚSTRIA DE ENERGIA ELÉTRICA	388
16.4 TRANSFORMAÇÕES NO SEGMENTO GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	390
16.4.1 Integração Energética	393
16.5 TRANSFORMAÇÕES NO SEGMENTO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA	396
16.5.1 Eficiência Energética.	397
16.5.2 Resposta da Demanda	400
16.5.3 Tipos de Programas de RD	402
16.5.4 Experiência Internacional em RD	404
16.5.5 Perspectivas de RD para o Brasil	406
16.5.6 Geração Distribuída (GD).	407
16.5.7 Armazenamento de Energia.	412
16.6 TRANSFORMAÇÕES NOS SEGMENTOS DE TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	416
16.6.1 Microrredes e Mercados Locais	422
16.6.2 Transformações no Segmento de Comercialização de Energia Elétrica	425
16.6.3 Abertura dos Mercados de Eletricidade à Competição	426
16.6.4 Abertura do Mercado de Energia Elétrica Brasileiro	428
16.6.5 Aprimoramentos Propostos para o Setor Elétrico Brasileiro (SEB)	431
16.6.6 Formação de Preços.	436
16.6.7 Gerenciamento de Riscos	442
16.6.8 Tipos de Produtos	451

16.6.9	Monitoramento do Mercado.	455
16.6.10	Mercados Organizados (<i>Market Places</i>).	455
16.7	IMPACTOS NO PAPEL DOS FORMULADORES DE POLÍTICA PÚBLICA E REGULADORES	464
16.8	IMPACTOS NO PLANEJAMENTO E NA OPERAÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO	465
16.9	IMPACTOS NO DESENHO DOS MERCADOS DE ENERGIA ELÉTRICA	467
16.10	TEMAS EM PAUTA NO BRASIL	469
16.10.1	Equilíbrio entre Oferta e Demanda	469
16.10.2	Atuação Estratégica das Instituições do Setor Elétrico Brasileiro (SEB).	470
16.10.3	Ambientes e Modelo de Negócio Propícios para Viabilizar a Comercialização.	471
16.10.4	Segurança do Mercado de Energia	472
16.10.5	Sustentabilidade Econômico-Financeira	472
CONCLUSÕES		473
REFERÊNCIAS		473
Currículos dos Autores		477