UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

USP

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA

PPGE

**A SEGURANÇA DAS INFRAESTRUTURAS CRÍTICAS DE
ENERGIA NO BRASIL**

Odair Oliveira de Sá

São Paulo

2017

ODAIR OLIVEIRA DE SÁ

**A SEGURANÇA DAS INFRAESTRUTURAS CRÍTICAS DE
ENERGIA NO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energia do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Adnei Melges de Andrade

Versão corrigida

São Paulo

2017

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Sá, Odair Oliveira de.

A segurança das infraestruturas críticas de energia no Brasil / Odair Oliveira de Sá; orientador: Adnei Melges de Andrade.— São Paulo, 2017.

f.: il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Energia – Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo

1. Segurança energética. 2. Energia – infraestruturas. 3. Políticas públicas – aspectos socioeconômicos. I. Título.

*Dedico essa dissertação aos meus dois
filhos, Rafael e Renato. Eles são a
minha principal inspiração e motivação.*

Nome: SÁ, Odair Oliveira de

Título: A SEGURANÇA DAS INFRAESTRUTURAS CRÍTICAS DE ENERGIA NO BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energia (PPGE) do Instituto de Energia e Ambiente (IEE) da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Mestre em Ciências.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Agradecimentos

Aos diversos amigos e amigas que ganhei durante o Mestrado, Professores e especialmente os colegas do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE-USP).

Ao Professor Doutor Adnei Melges de Andrade que revisou, semana a semana, cada trecho escrito, além de emitir opiniões, fornecer ideias, sempre incentivando a busca de conhecimento e também, contendo a minha tendência em enfatizar demasiadamente os aspectos militares da segurança das infraestruturas de energia.

A toda a equipe da Biblioteca do IEE-USP que sempre atendeu as minhas demandas com o máximo de atenção e carinho.

Ao fato de ter desenvolvido este trabalho no Instituto de Energia e Ambiente, que me proporcionou ótimas condições de estudo e de pesquisa.

Ao Grande Arquiteto do Universo.

Resumo

SÁ, Odair Oliveira de. **A segurança das infraestruturas críticas de energia no Brasil**. 2017. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

Essa dissertação pretende contribuir para despertar na sociedade brasileira a percepção da necessidade de um sistema de segurança energético robusto para assegurar a capacidade de pleno desenvolvimento das potencialidades da Nação e do bem-estar da sociedade, no presente e no futuro.

Esse trabalho assevera que a ausência da cultura de prevenção, ao longo de nossa história, já provocou prejuízos econômicos significativos e ao não ser desenvolvida uma cultura proativa poder-se-á ter sérias consequências em face de novas ameaças que surgem no mundo.

São definidos conceitos de segurança energética e as infraestruturas críticas relativas ao setor de energia. São apresentadas as iniciativas de muitos países em relação à garantia de fornecimento contínuo de energia e os caminhos adotados para solução do problema que fica mais complexo na medida em que se aumenta a interdependência.

Geopolítica e segurança do Estado são colocados em evidência para fundamentar uma visão mais abrangente e profunda do problema de garantir acesso contínuo aos recursos energéticos de forma economicamente viável.

Apresenta um panorama do setor energético no Brasil, abordando os subsetores que mais contribuem na matriz energética nacional - eletricidade, petróleo e energia nuclear, esta por ser importante do ponto de vista tecnológico.

Relata contingências que levaram a mudanças no tratamento das questões de segurança energética e a proteção de infraestruturas críticas ao redor do mundo, identifica diferentes tipos de ameaças e discute os riscos e a gestão integrada dos mesmos.

Enfatiza que o gestor público precisa considerar medidas de mitigação de riscos acompanhadas de ações no sentido de proteção das infraestruturas críticas. Defende a aplicação de solução tecnológica em plataforma orbital por meio de uma constelação de microsatélites de monitoramento.

Abstract

SÁ, Odair Oliveira de. **The safety of critical energy infrastructures in Brazil.** 2017. 144 f. Dissertation (Master of Science) – Graduate Program in Energy, University of São Paulo, São Paulo, 2017.

This dissertation aims to contribute to the awakening of the Brazilian society to the need for a robust energy security system to ensure the capacity to fully develop the potential of the Nation and the welfare of society, both now and in the future.

This work asserts that the absence of a culture of prevention throughout our history has already caused significant economic losses and, if a proactive culture is not developed, serious consequences can arise in face of new threats.

Concepts of energy security and critical infrastructures relating to the energy sector are defined. Initiatives of many countries are presented regarding the guarantee of continuous supply of energy and the ways of solving problems, which becomes more complex as interdependence increases.

Geopolitics and state security are highlighted to provide a broader and deeper vision of the problem of ensuring continued access to energy resources, in an economically viable way.

The text presents an overview of the energy sector in Brazil, addressing the subsectors that contribute most to the national energy matrix - electricity, petroleum and nuclear energy, this last one due to its technological importance.

Several contingencies that brought changes in the treatment of energy security issues and in the protection of critical infrastructures around the world are described. Different types of threats and discussing risks and their integrated management are discussed.

The text emphasizes that the public officials have to consider risk mitigation measures accompanied by actions to protect critical infrastructures. It suggests the development of a solution based on an orbital platform with a constellation of monitoring microsatellites.

Lista de Figuras

FIGURA 1: SEQUÊNCIA DE ATAQUE CONTRA ESTAÇÃO DE TRANSMISSÃO NOS EUA	29
FIGURA 2: CENTRIFUGAS DE ENRIQUECIMENTO DE URÂNIO.....	30
FIGURA 3: ESTRUTURA DO SISTEMA DE SEGURANÇA ESPANHOL.....	39
FIGURA 4: FASES DO PROCESSO MACBETH DE APOIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO.....	40
FIGURA 5: VARIAÇÃO DE PREÇOS DO PETRÓLEO AO LONGO DA HISTÓRIA ATÉ 2001	55
FIGURA 6: EVOLUÇÃO DOS PREÇOS DO PETRÓLEO EM US\$ CORRENTE E DE 2015	56
FIGURA 7: SETORES CONSIDERADOS CRÍTICOS EM DIVERSOS PAÍSES	65
FIGURA 8: INTERLIGAÇÕES INTERNACIONAIS ENTRE PAÍSES DO MERCOSUL	70
FIGURA 9: ESCOPO DA ATUAÇÃO DA ONS.....	71
FIGURA 10: SIN TEM $\cong$ 97.000 KM DE EXTENSÃO	72
FIGURA 11: INTEGRAÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	73
FIGURA 12: OFERTA INTERNA DE ENERGIA ELÉTRICA POR TIPO DE FONTE	75
FIGURA 13: CADEIA PRODUTIVA A JUSANTE DA E&P	77
FIGURA 14: COMPOSIÇÃO SETORIAL DO CONSUMO DE DERIVADOS DE PETRÓLEO	79
FIGURA 15: DEPENDÊNCIA EXTERNA DE ENERGIA DO BRASIL	80
FIGURA 16: NOVOS GASODUTOS PARA APROVEITAMENTO GÁS NATURAL PRODUZIDO NO PRÉ-SAL.....	84
FIGURA 17: FRAMEWORK PARA GERENCIAMENTO DE RISCOS	98
FIGURA 18: INTERDEPENDÊNCIA PERMEIA TODA A ECONOMIA.....	110
FIGURA 19: CUSTOS DOS DESASTRES NATURAIS NO BRASIL - 1995 A 2014	111
FIGURA 20: PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO DE ICS E SUAS DEPENDÊNCIAS.....	113
FIGURA 21: INTERDEPENDÊNCIA DE ICS	114
FIGURA 22: DIAGRAMA DOS SETORES DE IC E SEU NÍVEL DE IMPORTÂNCIA PARA O CENÁRIO INDIANO	118
FIGURA 23: TOTAL DE INVESTIMENTOS DA PETROBRÁS - 2017-2021	120
FIGURA 24: TOTAL DE INVESTIMENTO PLANEJADO DA PETROBRÁS PARA GÁS NATURAL.....	121
FIGURA 25: BACIA DO TIETÊ COM MÚLTIPLOS APROVEITAMENTOS DA ÁGUA	123
FIGURA 26: CORRELAÇÃO ENTRE CAUSA, FALHA E IMPACTO	127
FIGURA 27: RELAÇÃO ENTRE SETORES	128
FIGURA 28: EFEITO SINÉRGICO DE ICS ENTRE SETORES E SUB-SETORES	130
FIGURA 29: EFEITOS SINÉRGICOS EM SISTEMAS DE IC	131
FIGURA 30: LINHA TRANSMISSÃO ITAIPU - IBIÚNA (SP)	133
FIGURA 31: LT ITAIPU - IBIÚNA (SP) - COMPLETA	133
FIGURA 32: DETALHE DE DOIS OLEODUTOS COM ORIGEM EM SÃO SEBASTIÃO	135
FIGURA 33: DETALHE DESTINO OLEODUTO - REFINARIA DE PAULÍNIA	135

Lista de Tabelas

Tabela 1: Classificação de setores e subsetores de IC conforme Diretiva 2008/114/CE	67
Tabela 2: Usinas de geração de energia elétrica no Brasil	73
Tabela 3: Geração do SIN em um dia.....	74
Tabela 4: Oleodutos com origem em São Sebastião-SP.....	82
Tabela 5: Barreiras para a implementação do uso racional de energia	102
Tabela 6: ICs identificadas na Índia	118
Tabela 7: Critérios para classificação de ICs brasileiras	125
Tabela 8: Classificação dos elementos de IC por impacto	130
Tabela 9: Atividades propostas conforme framework de gestão de riscos.....	132
Tabela 10: Identificação de cenário setor elétrico.....	134
Tabela 11: Framework de gestão de riscos e crise.....	134
Tabela 12: Identificação de cenário para setor petróleo.....	136
Tabela 13: Framework de gestão de riscos e crise.....	136

Lista de abreviaturas e siglas

ABRAGEF	Associação Brasileira de Geração Flexível
AEB	Agência Espacial Brasileira
AIE	Agência Internacional de Energia
AIEA	Agência Internacional de Energia Nuclear
AJB	Águas Jurisdicionais Brasileiras
ANA	Agência Nacional de Águas
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
ANP/DPC	Agência Nacional de Petróleo/Diretoria de Portos e Costa
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
BEN	Balanco Energético Nacional
BRICS	Grupo BRICS – Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CDN	Conselho de Defesa Nacional
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CENAD	Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres
CENSIPAM	Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia
CEPED	Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres
CF	Constituição federal
CIP	Critical Infrastructure Protection
CIPC	Comitê de Proteção de Infraestrutura Crítica
CMSE	Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico
CNAAB	Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto
CONAERO	Comissão Nacional das Autoridades Aeroportuárias

COP 21	21ª Conferência das Partes (COP-21) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) e a 11ª Reunião das Partes no Protocolo de Quioto (MOP-11)
CPNI	Centre for the Protection of National Infrastructure
CPqD	Centro de Pesquisas e Desenvolvimento em Telecomunicações
DHS	Department of Homeland Security's (EUA)
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DoD	Departamento de Defesa dos EUA
ECEME	Escola de Comando e Estado-Maior do Exército
EGN	Escola de Guerra Naval (Brasil)
EIA	US Energy Information and Administration
END	Estratégia Nacional de Defesa (2012)
EPCIP	European Programme for Critical Infrastructure Protection
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESG	Escola Superior de Guerra
ES-ISAC	Centro de Compartilhamento e Análise de Informações do Setor Elétrico
EUA	Estados Unidos da América
FARC	Forças Armadas Revolucionárias da Colômbia
FBI	Federal Bureau of Investigation (EUA)
FPSO	Floating Production Storage and Offloading
GSI-PR	Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República
HIDROWEB	Sistema de Informações Hidrológicas
HSA	Homeland Security Act (EUA)
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e do Recursos Naturais Renováveis
IC	Infraestrutura crítica
ICs	Infraestruturas críticas
IEE-USP	Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo

INCT-SEC	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IP	Internet Protocol
IRTPA	Intelligence Reform and Terrorism Prevention Act (EUA)
ISM	Interpretative structural modeling
ISPS	Código Internacional para Proteção a Navios e Instalações Portuárias
MAB	Movimento dos Atingidos por Barragem
MI	Ministério da Integração Nacional
MME	Ministério de Minas e Energia
MONITRIIP	Sistema de Monitoramento do Transporte Rodoviário Interestadual e Internacional Coletivo de Passageiros
NERC	North American Reliability Corporation
OECD	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
ONU	Organização das Nações Unidas
OPEP	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
OSBAT	Oleoduto São Sebastião-Guararema
OSPLAN	Oleoduto Guararema-Paulínia
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
PCN	Plano de Continuidade de Negócios
PDN	Política de Defesa Nacional (2005)
PESE	Programa Estratégico dos Sistemas Espaciais
PIB	Produto Interno Bruto
PICT	Proteção da Infraestrutura Crítica de Telecomunicações
PMM	Plataforma Multi-Missão
PND	Política Nacional de Defesa (após 2012)
PND	Plano Nacional de Desenvolvimento
PNPIC	Plano Nacional (Espanha) de Proteção de IC

PPSA	Pré-Sal Petróleo S.A.
PROALCOOL	Programa Nacional do Alcool
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PWR	Power Water Pressurized
RECAP	Refinaria de Capuava
RECIPE	Recommended Elements of Critical Infrastructure Protection for policy makers in Europe
REPLAN	Refinaria de Paulínia
REVAP	Refinaria do Vale do Paraíba
RGN	Refino de Gás Natural
RPBC	Refinaria de Presidente Bernardes
S2ID	Sistema Integrado de Informações sobre Desastres
SCADA	Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIN	Sistema Interligado Nacional
SINDEC	Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SIPAM	Sistema de Proteção da Amazônia
SISFRON	Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras
SisGAAz	Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul
SPIDERS	Smart Power Infrastructure Demonstration for Energy Reliability and Security
SUSEP	Superintendência de Seguros Privados
TI	Tecnologia da Informação
UE	União Europeia
UFSC	Universidade de Federal de Santa Catarina
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UHE	Usina Hidrelétrica
UPGN	Unidade de produção de gás natural
UTE	Usina Termoelétrica

WINDIS
Laboratory

Wireless Networking and Distributed Interactive Simulation

Sumário

Introdução.....	18
Capítulo 1 – Preliminares.....	21
1.1 Motivação.....	21
1.2 Contextualização.....	22
1.3 Problema.....	23
1.4 Metodologia	24
1.5 Objetivos Gerais.....	24
1.6 Objetivos específicos	24
1.7 Contribuições.....	25
Capítulo 2 – Considerações sobre infraestruturas críticas	26
2.1 Contingências recentes em diversos países	26
2.1.1 Ataques à oleoduto na Colômbia pelas FARC	27
2.1.2 Ataque à planta de gás na Argélia.....	27
2.1.3 Ataque à subestação de energia elétrica na Califórnia - EUA	28
2.1.4 Cyber ataques na área de sistemas de energia.....	29
2.1.5 Cyber ataque no Irã	30
2.1.6 Cyber ataque na Ucrânia	31
2.1.7 Acidentes decorrentes de desastres naturais	32
2.1.8 Contingências no Brasil.....	35
2.1.9 Síntese dos relatos.....	36
2.2 Considerações relacionadas às infraestruturas críticas no mundo	37
2.2.1 União Europeia	37
2.2.2 Espanha.....	38
2.2.3 Portugal.....	39
2.2.4 América do Norte - Estados Unidos	41
2.3 A conceituação das infraestruturas críticas.....	42
2.3.1 No mundo	43
2.3.2 No Brasil.....	44
2.4 A geopolítica e a segurança energética.....	50
2.5 Segurança energética e a geopolítica do petróleo	52
2.6 Conjecturas sobre o setor de petróleo e gás.....	57
2.7 Elementos da Segurança Energética	59

2.8 A segurança do Estado e a segurança energética.....	61
2.9 O problema da falta de prevenção contra desastres e ameaças contra infraestruturas críticas no Brasil	63
2.9.1 A necessidade de conferir maior proteção às ICs.....	67
Capítulo 3 - Panorama do setor energético brasileiro	68
3.1 Subsetor Energia Elétrica	70
3.2 Subsetor Petróleo	76
3.3 Energia nuclear	85
Capítulo 4 – A gestão integrada de riscos.....	87
4.1. Sobre a segurança das ICs.....	88
4.2 Sobre as catástrofes naturais	90
4.3 Sobre interrupções de fornecimento de energia elétrica no Brasil	92
4.4 Sobre o gerenciamento integrado de riscos.....	93
4.5 Sobre a definição de falhas.....	95
4.6 Sobre a definição de riscos.....	96
4.7 Sobre o gerenciamento de crises.....	98
Capítulo 5 – Elementos que concorrem para a Segurança Energética	101
5.1 Eficiência energética	101
5.2 Geração Distribuída como fator de redução de impactos.....	103
5.3 Uso de fontes renováveis	103
5.4 Monitoramento das ICs	104
Capítulo 6 – Considerações para a classificação das ICs	107
6.1 As redes de infraestrutura e dependências.....	109
6.2 Redes de (inter)dependências.....	113
6.3 Análise de criticidade das infraestruturas	115
6.4 Potenciais implicações econômicas e financeiras.....	118
6.5 Critérios para classificação das ICs brasileiras de energia.....	121
6.6 Aplicação dos conceitos	132
6.7 Exemplos.....	132
6.7.1 No Setor Elétrico.....	132
6.7.2 No setor de petróleo.....	134
6.8 Validação da adoção de <i>framework</i> de gestão de riscos	136
Capítulo 7 - Conclusões	137
Referências	140

Introdução

Este trabalho tece considerações sobre a segurança energética e suas relações com a segurança do país com vieses nas expressões política, econômica, psicossocial e militar, com foco nas infraestruturas críticas de sistemas energéticos.

Segundo a *Agência Internacional de Energia (AIE)*, Segurança Energética é a certeza de acesso físico ininterrupto aos recursos energéticos necessários para o desenvolvimento permanente de uma Nação e o fornecimento desses recursos a preços acessíveis e confiáveis, obtidos através de suprimentos diversificados e amplos, através de infraestrutura adequada, garantindo o fornecimento aos mercados com respeito ao meio ambiente.

A preocupação com a segurança energética foi reforçada pelas crises do petróleo do começo dos anos mil novecentos e setenta e meados da década de oitenta. Desde a Segunda Guerra Mundial, entretanto, diversas crises, inesperadas, afetaram a oferta de energia (YERGIN, 2014).

A dependência de sistemas energéticos e sua complexidade e alcance crescentes deixam em evidência a necessidade de entendimento dos riscos e as exigências da segurança energética no século XXI, conforme defende (YERGIN, 2014), onde cada vez mais, o comércio de energia ultrapassa as fronteiras nacionais.

Para garantir a segurança energética não basta apenas se contrapor à grande variedade de ameaças, é necessária atenta percepção com o relacionamento entre países e o entendimento da dinâmica das interações internacionais e como a energia impacta na segurança nacional de cada Nação como um todo.

As repercussões internacionais devem ser consideradas pois podem provocar ou acirrar crises tendo em vista que existem infraestruturas transnacionais altamente relevantes como gasodutos entre Bolívia e Brasil, ou Itaipu Binacional entre Brasil e Paraguai.

A interdependência da energia existe e é fato da vida internacional desde o início do século XVI, conforme destaca (YERGIN, 2014) exemplificando o caso da necessidade de madeira – usada na construção de navio e casas e sobretudo no aquecimento e cocção domésticos – que motivou a integração da Noruega e da Suécia e, posteriormente, da América do Norte com a economia europeia.

A proteção das infraestruturas críticas (ICs) está recebendo atenção em países da América do Norte, Europa, Ásia e Oceania onde já foram criados

órgãos governamentais para tratar do assunto. Proteger as ICs e seus elementos-chaves contra atividades terroristas, espionagem, desastres naturais e situações de emergência é responsabilidade do Estado. O termo “Proteção de Infraestruturas Críticas” é utilizado internacionalmente.

A segurança energética tornou-se um fator decisivo nas relações internacionais há pouco mais de um século, nos anos que precederam a Primeira Guerra Mundial. Winston Churchill em 1911, decidiu converter os navios da marinha britânica de carvão para o petróleo, conferindo uma importante vantagem estratégica em relação aos demais países europeus (YERGIN, 2014).

Nesta década do século XXI, é notório que cada país busca minimizar os principais riscos, baseado em diferentes necessidades, utilizando abordagens distintas, incluindo posição estratégica e interesses nacionais. No entanto, há poucas informações disponíveis em fontes públicas, pois a grande maioria dos países trata a questão como Segurança Nacional, o que reforça a necessidade de estabelecimento de acordos de cooperação multilateral entre países, para intercâmbio de informações e atuação colaborativa.

Assim, em decorrência do parágrafo precedente, o gestor público preocupado com a sociedade precisa elaborar questionamentos sobre as infraestruturas de modo estratégico, tendo como meta os resultados no futuro da Nação com vistas ao desenvolvimento econômico e social sustentável.

As autoridades escolhidas para direção da Nação e os demais responsáveis pela gestão pública de segurança e energia, devem propor políticas que assegurem a segurança das infraestruturas com o intuito de garantir a preservação dos investimentos, o bem-estar social, a segurança da sociedade e o legado para as gerações vindouras.

Estratégia demanda planejamento, planejamento requer dados. Este trabalho apresenta diversas situações reais de interrupção de funcionamento, por desastres naturais ou ataques, de infraestruturas de energia ocorridas nos últimos anos.

A proteção às ICs está vinculada à garantia da continuidade do serviço ou função da infraestrutura crítica por toda a sua vida útil. A proteção também deve estar vinculada às conexões das várias ICs de energia com ICs de outros setores e em última instância, com a própria sobrevivência da sociedade, da cultura e de suas obras arquitetônicas.

Os sistemas computacionais que controlam a geração e a distribuição de energia são considerados como os elementos mais sensíveis de toda a “infraestrutura crítica” de energia. A interrupção dos sistemas que controlam o

despacho e a distribuição de energia podem, literalmente, imobilizar a sociedade.

Uma das propostas deste trabalho é despertar na sociedade em geral, nos gestores públicos e lideranças políticas, a percepção da importância da existência de um programa que inclua vários projetos e ações no sentido de dotar o País de um sistema de segurança energética robusto para assegurar a capacidade de pleno desenvolvimento das potencialidades da nação e do bem-estar da sociedade, no presente e no futuro.

Capítulo 1 – Preliminares

1.1 Motivação

O Tratado Internacional de Energia (*International Energy Treaty*) nasceu de uma conferência em Washington sobre energia que ocorreu em 1974, após a crise do petróleo em 1973. Nesse tratado, foram definidas as diretrizes para um novo sistema de segurança energética para tratar de situações de crises de abastecimento e evitar rompimentos de alianças comerciais entre países (YERGIN, 2014).

O mencionado tratado propunha coordenação de esforços no sentido de que evitar interrupções de abastecimento de petróleo, incentivando o paralelismo e a colaboração entre os vários países signatários do acordo. Esse sistema ainda é, segundo (YERGIN, 2014), a base para a segurança energética atual funcionando como lastro de confiança em tempos de incerteza e perigo.

O principal mecanismo para garantir a consecução dos objetivos do tratado foi a criação da Agência Internacional de Energia (AIE) basicamente formado por países consumidores de petróleo, para contrabalançar o poder da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP), criado em 1960, pelos grandes produtores de petróleo.

De 1974 até a presente data, o petróleo continua sendo a principal fonte energética, mas outras crises aconteceram. A AIE coordenou a liberação de estoques estratégicos durante a primeira guerra do golfo para o mundo todo. Em 2005, os desastres provocados pelos furacões Katrina e Rita, também obrigou a utilização de reservas estratégicas nos EUA. E mais uma vez foi acionada em resposta à queda continuada da oferta em decorrência da guerra civil na Líbia.

Outras medidas para assegurar a segurança energética dos países importadores de petróleo, entretanto, não foram incorporadas em resposta às transformações econômicas, sociais e tecnológicas, principalmente no que se refere à informação, que ocorreram ao longo do tempo, desde a criação da AIE.

Infraestruturas críticas são estruturas físicas e sistemas cuja indisponibilidade compromete a manutenção de serviços ou recursos de uma localidade, região ou país (BOSSONARO; et al, 2011)

As infraestruturas críticas relacionadas à geração, transmissão e distribuição de energia, de todas as fontes, podem ser alvo de ataques de vários tipos e por várias motivações.

Usinas hidrelétricas, termoeletricas convencionais ou nucleares, linhas de transmissão e distribuição de energia e estações de tratamento de água são infraestruturas críticas e devem estar disponíveis ininterruptamente.

O comprometimento das referidas ICs, que incluem serviços, bens e sistemas vinculados às edificações ou estruturas físicas pode afetar todo o Sistema denominado Sistema Interligado Nacional (SIN) que, no Brasil, coordena vários subsistemas de geração e transmissão para atendimento da demanda do país inteiro.

Plataformas de petróleo e gás natural, refinarias, oleodutos e gasodutos são parte da infraestrutura que moldaram o desenvolvimento do país e possuem uma importância econômica e estratégica fundamental para a continuidade de seu crescimento.

A História brasileira é repleta de exemplos de invasões - ingleses, franceses e holandeses foram os povos que mais participaram destas invasões nos séculos XVI e XVII da História do Brasil colonial. Sem a presença do Estado, configura-se uma vulnerabilidade, que pode despertar a cobiça internacional. A Amazônia e o mar territorial brasileiro, principalmente em razão das grandes reservas de recursos naturais, poderão ser objeto de interesse estrangeiro, podendo provocar crises internacionais.

Ademais, ressalta-se que possíveis interrupções de fornecimento de energia provocadas por ações humanas intencionais ou não, ou ainda, desastres naturais tem potencial para provocar elevado impacto, com custos econômicos e financeiros, tanto pelo lado da oferta, quanto da demanda. O setor de energia é responsável por prover insumo básico para toda cadeia produtiva.

A falta de políticas públicas para assegurar a proteção de infraestruturas críticas de energia significa negligenciar a segurança energética do país.

1.2 Contextualização

O mundo atual é repleto de ameaças antropocêntricas com motivações diversas com especial preocupação para o terrorismo nas suas várias formas.

O termo terrorismo ainda não tem uma definição aceita por todos os países. De acordo com (WHITTAKER, 2005), o terrorismo é uma ação de “violência premeditada e politicamente motivada, perpetrada contra alvos não

combatentes por grupos subnacionais ou agentes clandestinos, normalmente com a intenção de influenciar uma audiência”.

Outro aspecto que merece ser destacado diz respeito aos efeitos do aquecimento global. Tem sido registrado aumento da temperatura média do globo ano a ano¹.

Ainda não há consenso científico, mas é certo que as condições climáticas estão sofrendo mudanças bruscas e ainda não se tem uma ideia clara sobre os efeitos do aumento de temperatura sobre as regiões habitadas pelos seres humanos. A esse respeito, o texto abaixo (INPE, 2009) esclarece que:

“O aumento na afluência a recursos materiais e energéticos foi notório para grandes contingentes humanos globalmente. Isso resultou no aumento da demanda por recursos naturais. Atualmente, essa demanda está em média 50% acima da capacidade natural de regeneração do planeta. A perda de biodiversidade ocorre a um ritmo sem precedentes, chegando a ser mil vezes maior que a verificada no período que antecede a existência humana. Esta é parte da crise ambiental global. As mudanças climáticas antropogênicas têm sido apontadas como um fator importante para esse fenômeno.

*Houve aumento dos processos erosivos e contaminação da água e do solo, que atingiu níveis preocupantes para a saúde. Hoje, cerca de 1 bilhão de pessoas no mundo não têm acesso a água potável de qualidade. Nesse cenário de mudanças ambientais globais, o Brasil é particularmente vulnerável, já que há uma nítida dependência de recursos hídricos para a produção de energia e de condições climáticas favoráveis para a produção de alimentos”.*²

Com o crescimento econômico e o aumento populacional, os países necessitam investir em infraestrutura para garantir o suprimento de energia para populações cada vez mais concentradas em grandes cidades.

A interdependência estabelecida entre as redes de produção de energia, e os centros consumidores, como no caso de fornecimento de água e de energia elétrica impõe a necessidade de continua integração, que aumenta a complexidade dos sistemas e também suas vulnerabilidades impondo, em muitos casos, a implantação de sistemas de provimento de energia independente das redes de distribuição.

Atualmente não é possível conceber qualquer infraestrutura crítica sem redes de comunicação de dados, o que define uma interdependência cujo estudo será mais aprofundado nos capítulos seguintes.

1.3 Problema

¹ Disponível em < <http://www.skepticalscience.com/translation.php?a=110&l=10> > obtido em 19 de novembro de 2016

² Disponível em < <http://redeclima.ccst.inpe.br/> > obtido em 14 de novembro de 2016

A ausência de critérios, publicamente conhecidos, para definição da criticidade das Infraestruturas no país leva, naturalmente, à sua discussão.

Trata-se de definir quais são os componentes da infraestrutura brasileira considerados críticos para a segurança energética. Informações sobre a infraestrutura energética estão dispersas em várias instituições e agências, governamentais e privadas.

Geradoras de energia, barragens, linhas de transmissão e subestações necessitam ser analisadas em termos de sua criticidade, assim como, no tocante à indústria do petróleo, são inúmeras plataformas, terminais, oleodutos, gasodutos e refinarias cujas instalações são importantes e que devem ser analisadas.

1.4 Metodologia

Levantamento bibliográfico para entender como as infraestruturas críticas de energia tiveram total ou parcialmente comprometidas as suas funcionalidades em diversos países, depois uma análise da matriz energética nacional, entendimento da questão da segurança e aplicação de gerenciamento de riscos e ações para mitigar riscos e proposição de parâmetros de criticidade das infraestruturas de energia.

1.5 Objetivos Gerais

Fornecer subsídios para formulação de políticas por parte dos gestores públicos e de pessoas responsáveis pelas políticas públicas visando a garantia da segurança energética do Brasil.

1.6 Objetivos específicos

Análise da situação das infraestruturas críticas, proposição de parâmetros para determinação da criticidade e sugestão de solução para o incremento do nível de segurança das estruturas de geração/produção e distribuição de energia elétrica e de combustíveis com monitoramento e gestão de riscos.

1.7 Contribuições

Proposição de parâmetros para definição das infraestruturas críticas de energia que possam orientar a formulação de políticas públicas.

Fornecer elementos para conscientizar a sociedade e as lideranças políticas de que a segurança e o bem estar da sociedade, além do desenvolvimento nacional são dependentes da segurança energética.

Capítulo 2 – Considerações sobre infraestruturas críticas

Neste capítulo é feita uma breve análise das contingências que afetaram as ICs de energia ao redor do mundo e das ações para mitigação de riscos implementadas por outras nações, bem como conceituações importantes para que devem ser consideradas na definição de políticas e estratégias nacionais para tratar do problema de forma abrangente e consistente com as melhores práticas adotadas em outros países.

2.1 Contingências recentes em diversos países

Neste tópico, são apresentados vários incidentes registrados em diversos países com o intuito de mostrar o quão vulnerável podem ser as ICs, com destaque para o acidente de Fukushima em que, apesar da construção ter sido projetada para suportar terremotos de grande magnitude ou uma queda de aeronave, mostrou que não estava realmente preparada para uma conjunção de vários eventos em sequência, que combinados, provocou o vazamento de radiação e a necessidade de evacuação de milhares de pessoas para distâncias seguras.

A ciência econômica ensina que os fatores de produção – trabalho, recursos naturais e capital – se combinam para satisfazer as necessidades do homem, que são ilimitadas. Investidores e executivos de empresas encontram dificuldade em considerar a questão da proteção e segurança nas avaliações de riscos dos modelos de negócios.

Um dos recursos naturais mais importantes é sem sombra de dúvidas, o petróleo. No século XX muitos países experimentaram considerável crescimento econômico, sendo o petróleo considerado como indutor da “segunda” revolução industrial (MANKIW, 2001), em que gerações posteriores puderam desfrutar de rendas mais altas que seus pais, permitindo usufruir maior quantidade e qualidade de bens e serviços, melhorando seu padrão de vida.

O citado crescimento econômico, no entanto, pode ser reduzido ou até interrompido pelo comprometimento das ICs que garantem o suprimento de energia pelo fato de esta ser indispensável para o funcionamento de todas as demais infraestruturas.

Para exemplificar de maneira contundente a falta de prevenção em anos anteriores no Brasil, a falta de sistemas de alerta para a população ficou claramente demonstrada com as fortes chuvas que atingiram a cidade de Teresópolis (RJ) em 2012, que provocaram uma enchente que matou mais de

700 pessoas e deixou milhares de desabrigados. O fenômeno combinou fortes chuvas com condições geológicas e geográficas específicas da região, agravada pela ocupação irregular e falta de infraestrutura adequada para enfrentar o problema. Até o momento da escrita desse trabalho, a cidade não se recuperou completamente.

Outro aspecto que é conveniente atentar é que são inúmeras as motivações, de países, grupos ou pessoas, que podem ser usadas para justificar eventual ataque ou dano contra uma IC. Podem ser interesses de vingança, econômicos, políticos, religiosos e até mesmo insanidade mental. Muitos empreendimentos podem ser alvos de elementos ou grupos insatisfeitos com os rumos políticos, econômicos ou sociais do país. Esses elementos ou grupos procuram as vulnerabilidades que podem ser exploradas, o que é mostrado nesse capítulo.

Contingências recentes em ICs, antropocêntricas e de origem natural, são mostradas, a seguir.

2.1.1 Ataques à oleoduto na Colômbia pelas FARC

Na Colômbia em 2001, as Forças Armadas Revolucionárias da Colômbia (FARC) atacaram, com explosivos, 170 vezes o oleoduto que liga o campo da Occidental em Caño Limón, Arauca, a Covenas (litoral), causando perdas de três milhões de barris de petróleo além de atraso considerável no desenvolvimento do país.

Em 2013, novamente, o segundo oleoduto mais importante da Colômbia, o Cano Limón-Covenas, foi temporariamente desativado depois de três ataques a bomba, segundo a empresa estatal Ecopetrol. As forças de segurança atribuíram às guerrilhas de esquerda³ os atos de destruição. O oleoduto vai até o porto marítimo de Covenas, no Caribe, onde o petróleo é exportado.

Grupos guerrilheiros atacaram a infraestrutura de petróleo com frequência cada vez maior nos últimos anos, mesmo enquanto ocorriam as negociações de paz com o governo, que chegou a termo em 2016. Os conflitos com as FARC perduraram cerca de 50 anos.

2.1.2 Ataque à planta de gás na Argélia

³ Disponível em <http://g1.globo.com/mundo/noticia/2013/10/oleoduto-e-fechado-apos-ataques-bomba-na-colombia-diz-empresa.html> obtido em 28 de outubro de 2016.

Na Argélia, a planta de gás de *In Amenas*, cidade do leste da Argélia, situada próxima à fronteira Líbia, que possui o maior projeto de gás natural liquefeito do país, operando a partir do ano de 2006, foi atacada por terroristas islâmicos em 16 de janeiro de 2013. A empresa Sonatrach⁴ declarou que perdeu US\$ 11 milhões por dia com a suspensão de operações no complexo causado pelo ataque que durou quatro dias até ser contido.

2.1.3 Ataque à subestação de energia elétrica na Califórnia - EUA

Em San Jose na Califórnia, pouco depois da meia-noite do dia 16 de abril de 2013, um indivíduo se infiltrou por meio de túnel subterrâneo e cortou as linhas de telefone próximas da subestação de energia PG & E Metcalf. Na sequência, atiradores começaram a disparar contra a subestação, destruindo dezessete transformadores. Para evitar um blecaute, os funcionários da subestação redirecionaram a energia ao redor do local e solicitaram para as usinas do Vale do Silício produzir mais eletricidade. Foram necessários vinte e sete dias para fazer reparos.

⁴ <http://oglobo.globo.com/mundo/argelia-sequestro-em-campo-de-gas-termina-com-morte-de-23-refens-7343389>

Figura 1: Sequência de ataque contra estação de transmissão nos EUA

Fonte: internet

A figura 1 mostra a sequência de eventos no ataque à subestação de transmissão de energia. Os atacantes nunca foram identificados.

2.1.4 Cyber ataques na área de sistemas de energia

Um ataque cibernético (*cyber* ataque) pode ser definido como “ações de um Estado-Nação para penetrar os computadores ou redes de outra Nação com o intuito de causar danos ou interrupção de serviços”. Logo, pode-se inferir que *cyber* ataque é a execução de ataques digitais em estruturas táticas ou estratégicas de um alvo, com a finalidade de investigar, prejudicar ou danificar algo (DIEDRICH;GONÇALVES;SILVA, 2015).

As redes de computadores são formadas por vários sistemas cujo componente principal são os processadores em cada máquina capazes de manipular dados e compartilhar recursos através de um conjunto de programas

– *software*. Todos os computadores de uma rede são conectados por um subsistema de comunicação.

2.1.5 Cyber ataque no Irã

Em 2010, um *malware* (vírus) de computador chamado de *Stuxnet*, inserido por meio de um *pen drive* por um funcionário cooptado após um trabalho de engenharia social, atacou um sistema que controlava uma centrífuga de enriquecimento de urânio em Natanz.

O vírus foi projetado especificamente para atacar o Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados (SCADA) desenvolvido pela Siemens para o controle automático das centrífugas. O objetivo do ataque era retardar o programa nuclear iraniano.

Figura 2: Centrífugas de enriquecimento de urânio

Fonte: Internet

Segundo (FRATTINI, 2014), o ataque bem sucedido foi obra do serviço de inteligência de um país vizinho em uma ação preventiva. A figura 2 mostra as centrífugas.

O *Stuxnet* fez com que as centrífugas variassem de velocidade⁵. Os motores desses equipamentos normalmente rodavam a 1007 ciclos por segundo para prevenir danos. O vírus os fez acelerar para 1064 ciclos. O número de centrífugas danificadas chegou a aproximadamente mil, o que indica que o vírus foi projetado para fazer um trabalho sutil, sem chamar a

⁵ Disponível em <http://www.invasao.com.br/2010/12/29/virus-stuxnet-danificou-10-das-centrifugas-de-uranio-do-ira/>

atenção dos técnicos nos primeiros momentos e isso dificultou ainda mais o diagnóstico do problema causado pelo programa malicioso.

2.1.6 Cyber ataque na Ucrânia

Em janeiro de 2016 foi noticiado um *cyber* ataque coordenado à rede de energia da Ucrânia ocorrido em 23 de dezembro de 2015 que causou um blecaute que atingiu 80 mil pessoas.

No episódio, a cidade de Ivano-Frankivsk localizada à oeste da Ucrânia, teve a distribuição de energia comprometida por seis horas devido a um ataque. Um *malware* chamado *KillDisk11* atingiu os sistemas da usina elétrica e comprometeu o abastecimento de milhares de residências. Na oportunidade, o ministro ucraniano de Energia acusou à Rússia de ser o responsável pelos ataques (TUPTUK; HAILES, 2016 apud PINHEIRO et al, 2016).

Antes, outro *malware* destrutivo foi utilizado durante as eleições ucranianas em outubro. Na época, a organização internacional, que monitora esse tipo de ataques, a CERT-UA12, conectou esse incidente com os ataques *BlackEnergy*, e, desde então, empresas da área de segurança cibernética como a Symantec tem analisado estes ataques. Outras organizações especializadas nesta temática, tal como a iSIGHT14, reportaram que o *malware* BlackEnergy foi implantado em pelo menos um dos sistemas de energia ucranianos afetados pelo KillDisk (PHSYORG, 2015 apud PINHEIRO et al, 2016) ⁶.

Como apontam (PINHEIRO et al, 2016):

"É importante a observação sobre a vulnerabilidade de setores estratégicos da infraestrutura aos ataques cibernéticos, representando, inclusive, um problema para o controle das fronteiras dos Estados. A questão recai sobre a problemática de que os sistemas vitais para a sobrevivência dos Estados, como os de abastecimento energético, financeiro, industrial e de transportes, que hoje estão conectados e são geridos pela internet, foram projetados em um período anterior a própria popularização da rede. Sinalizando a fragilidade com que as defesas destes sistemas foram idealizadas, quando comparadas à diversificação das novas ameaças. A preocupação com a evolução da guerra cibernética e o futuro da era digital tornou-se de extrema importância para os Estados. Refletindo tal problemática, reitera-se o alto grau de complexidade em que se desenrolam os ciberconflitos na era da informática".

Depreende-se então, a importância de antecipar e criar mecanismos para evitar ataques cibernéticos contra IC.

⁶ Disponível em

http://www.defesa.gov.br/arquivos/ensino_e_pesquisa/defesa_academia/cadn/artigos/XIII_cadn/guerra_hibrida_e_ciberconflito_s_uma_analise_das_ferramentas_ciberneticas_nos_casos_da_siria_e_conflito_russia-ucrania

Atualmente, vários países contam com unidades especialmente dedicadas ao assunto guerra cibernética em suas forças armadas, que desenvolvem doutrina na área, indicando que não se pode mais desconsiderar essa vertente de emprego militar em um teatro de operações moderno não somente contra instalações militares, como também ICs fundamentais para a segurança de um país.

As autoridades políticas e judiciárias brasileiras precisam estar atentas às novas ameaças que surgem continuamente à medida que a tecnologia da informação é cada vez mais acessível e disseminada, o problema não é o sistema, mas sim o uso que pode ser feito por grupos organizados para cometimento de crimes de qualquer natureza.

2.1.7 Acidentes decorrentes de desastres naturais

2.1.7.1 Terremoto Hyogoken-Nanbu

Afetou principalmente a cidade de Kobe no Japão e áreas vizinhas em 17 de janeiro de 1995. Além das seis mil mortes e trinta mil feridos houve perdas na ordem de 200 bilhões de dólares. O colapso do sistema de energia deixou um milhão de pessoas sem eletricidade.

2.1.7.2 Acidente na Usina Nuclear de Fukushima

O acidente na Central Nuclear de Fukushima no Japão ocorreu em 11 de março de 2011 causado pelo derretimento de três dos seis reatores.

O terremoto seguido de tsunami, além de causar um acidente nuclear, interrompeu as comunicações e os transportes, reduziu o PIB japonês, afetou as redes de abastecimento globais e criou sérias barreiras às tentativas de reação à tragédia por parte do Estado.

A sequência do acidente decorreu de uma série de eventos naturais, combinados, que simplesmente não havia sido considerado nas hipóteses de desastres para qual foi projetado. Não havia até aquele momento, registro de situações semelhantes ocorridos em outras usinas.

Primeiramente ocorreu um terremoto com epicentro no Oceano Pacífico, seguido de um tsunami que destruiu a cidade e provocou a inundação dos reatores. Seguiu-se então um corte de energia durante dias e a perda dos geradores diesel e a consequente impossibilidade de refrigeração pela piscina de resfriamento.

Com a impossibilidade de inserção de barras de controle para reduzir a velocidade da reação, houve superaquecimento e liberação de resíduos radioativos a partir das piscinas de estocagem e a necessidade de evacuação de pessoas em um raio de 20 quilômetros. Habitantes de locais entre 20 e 30 quilômetros, deviam ficar em casa com janelas e portas fechadas nos dias que se seguiram após o acidente.

Foi um acidente considerado pela Agência Internacional de Energia Nuclear (AIEA) como de classe 7, sem nenhuma fatalidade devido à radiação. As fatalidades decorrentes do terremoto e tsunami foram cerca de vinte mil.

Ocorreu liberação de radioatividade no meio ambiente com efeitos apenas locais e regionais (até Tóquio) e o Oceano Pacífico, porém não considerada como uma catástrofe radioativa.

Outras consequências foram o fechamento temporário da usinas nucleares no Japão, diminuição do PIB do Japão no ano seguinte, substituição da eletricidade gerada pelas termoeletricas pela ativação de usinas com combustível de origem fóssil e consequente aumento de emissão de gases de efeito estufa.

2.1.7.3 Furação Katrina

O furacão Katrina causou um “choque integrado” de energia em sua passagem no ano de 2005 pelo Golfo do México. O Sistema de energia dos EUA era totalmente conectado e sucumbiu de uma vez. Esse fato gerou um alerta mundial sobre a possibilidade de colapso de sistemas energéticos com graves consequências para as populações e para a economia dos países (YERGIN, 2014).

Foram afetadas as produções de petróleo e gás natural, os oleodutos submarinos no Golfo do México e os terminais no continente, além de refinarias, estações de processamento de gás natural, estações de bombeamento de óleo e gás e a eletricidade.

As consequências diretas para a população local foram dramáticas. Os postos de gasolina ficaram sem energia para as bombas, comprometendo a mobilidade e o atendimento de emergência para as populações diretamente afetadas.

Foram registrados saques em estabelecimentos comerciais e muitos roubos em residências em algumas cidades o que motivou a mobilização de efetivos militares para conter ações.

O governo federal dos EUA, nessa oportunidade, foi muito criticado pela demora em socorrer as vítimas e no reestabelecimento da normalidade de fornecimento de energia.

O choque provocado pelo furacão Katrina afetou a produção de petróleo e gás natural, reduziu a mobilidade da população e causou sérias consequências econômicas e sociais com prejuízos que provocaram o aumento do petróleo para outros países.

O caos da cidade de New Orleans nos EUA após a passagem do furacão Katrina mostrou claramente o que acontece numa cidade onde vários nós (ICs) foram afetados. O socorro às populações atingidas só começou cinco dias após a passagem do Furacão. Foi necessária a presença da Guarda Nacional para conter a onda de saques e violência que se seguiram após o desastre natural.

2.1.7.4 Furacão Matthew

No caso de riscos por causas naturais, houve recentemente o caso do Furacão Matthew que atingiu a costa da Flórida após passar pela região do Caribe. No Haiti, matou mais de mil pessoas.

A passagem do furacão Matthew evidenciou o preparo antecipado do setor de energia dos EUA, que contava com um sistema de acompanhamento em tempo real da passagem do furacão pelos estados e com atitudes proativas de prevenção.

Esse preparo antecipado foi decorrência de experiências anteriores, como as dos furacões Katrina (citado no subitem anterior) e Sandy.

Em razão da proximidade da tempestade próximo à costa com fortes ventos, havia potencial de afetar a infraestrutura de energia como cabos de transmissão e linha de distribuição e afetar milhares de pessoas. Nesse caso, não havia refinarias de petróleo ou plantas de processamento de gás natural ao longo da costa leste da Florida até Maryland, mas alguns terminais podiam ser afetados com possibilidade de redução de importação de energia. Os governos da Flórida, Carolina do Norte, Carolina do Sul e Geórgia se anteciparam e declararam estado de emergência antes da chegada da tempestade.

Essa decisão sobre a adoção do estado de emergência teve como base também, a passagem de outro furacão anos atrás, o Sandy, que provocou problemas sérios na infraestrutura de energia, derrubando linhas de transmissão e inundando subestações elétricas que deixou mais de oito milhões de pessoas sem energia. Redes de distribuição de óleo e terminais de

petróleo também foram afetadas e até os postos de gasolina ficaram sem condições de fornecer combustível por falta de energia prejudicando o sistema de transporte e o atendimento inicial às vítimas.

Os eventos citados deixaram um legado de aprendizado consubstanciado no desenvolvimento de um sistema de monitoramento que integra informações de várias agências. O mapa de interrupção de energia fornecido pela *US Energy Information and Administration (EIA)* mostra em tempo real as várias camadas da infraestrutura de energia incluindo refinarias, plantas de energia e as maiores linhas de transmissão em conjunto com o *National Weather Service*. Também contém links para o *U.S. Department of Energy's Emergency Situation Reports* e outros *websites* que fornecem informações em tempo real dos efeitos de tempestades severas sobre a infraestrutura de energia⁷.

2.1.8 Contingências no Brasil

O Brasil nunca passou pelos vários problemas de ataques premeditados ocorridos em outros países, e também não se encontra em regiões com ocorrências de fenômenos naturais extremos, como furacões e terremotos. Não significa porém, que o país esteja a salvo de qualquer contingência provocada por ações intencionais ou erros por falha humana ou por desastres causados pelo excesso de chuvas.

Embora não diretamente ligada à questão das ICs, muito recentemente, pouco antes do início das Olimpíadas no Rio de Janeiro, o FBI alertou a Polícia Federal brasileira sobre manifestações em redes sociais de jovens brasileiros que foram presos preventivamente para averiguação na operação policial chamada de “*Hashtag*”. O teor agressivo das trocas de mensagens, apesar de visivelmente amadorísticas, motivou o indiciamento com base na Lei 13.260 de 16 de março de 2016, que trata do terrorismo e das disposições investigatórias e processuais específicas.

O grande evento internacional transcorreu sem incidentes. Foi criado um centro de Comando e Controle abastecido com informações provenientes de uma rede segura (*data link*), que recebia dados em tempo real de vetores aéreos e por rede de satélites, além da mobilização de diversas forças que atuaram conjuntamente durante todo o período, além do apoio de diversos organismos internacionais incluindo a presença de militares e policiais de diversos países que atuaram em conjunto com as forças nacionais, militares e policiais.

⁷ Disponível em: < <http://www.eia.gov/special/disruptions/> > Obtido em: fevereiro de 2017

Ocorreram, entretanto, no Brasil, algumas contingências, de naturezas diversas, das quais destacam-se, para o setor de energia e bem estar da sociedade:

- ✓ Afundamento da Plataforma P-36 em 2001, que era a maior plataforma marítima de exploração de petróleo do mundo e que causou onze mortes e perdas financeiras no montante de US\$ 354 milhões.
- ✓ Invasão e ocupação da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, pelo Movimento dos Atingidos por Barragem (MAB), que deixou vulnerável o SIN. O MAB conhecia as vulnerabilidades da usina após detalhes terem sido obtidos em visitas turísticas. Somente depois desse fato, foram reformulados os planos de segurança patrimonial e operacional das instalações e área da Usina.
- ✓ A ruptura da Barragem de Fundão da empresa Samarco⁸, em novembro de 2015, que ocorreu por liquefação, e que provocou a contaminação do rio Doce por rejeitos metálicos e destruição de uma vila se constituindo no maior desastre socioambiental da história brasileira. A barragem de Fundão, localizada no subdistrito de Bento Rodrigues, a 35 km do centro do município brasileiro de Mariana, Minas Gerais, ocorreu na tarde de 5 de novembro de 2015. A barragem de rejeitos de mineração controlada pela Samarco Mineração S.A., um empreendimento conjunto das maiores empresas de mineração do mundo, a brasileira Vale S.A. e a anglo-australiana BHP Billiton.

2.1.9 Síntese dos relatos

Nos casos de ataques perpetrados contra ICs de energia em diversos países, diversas motivações foram alegadas para justificar e até legitimar a ação que prejudicou populações e países.

Nem sempre o projeto de usinas geradoras contempla a combinação de diversos fatores adversos concorrendo sinergicamente para a ocorrência de um desastre que leva a um cenário não considerado no projeto, como foi verificado após o terremoto e tsunami que ocorreu em Fukushima.

Os relatos destacaram a atuação proativa de governos em relação à passagem de furacões, demonstrando que mesmo diante de um fenômeno natural é possível minimizar os efeitos negativos sobre a população e as ICs, como é o caso dos EUA.

No caso brasileiro, tivemos as ações pontuais do Ministério da Defesa nos recentes eventos esportivos, implantação do CEMADEN (Centro Nacional

⁸ <http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2016/09/1815675-samarco-omitiu-informacao-de-riscos-na-barragem-ate-de-seu-engenheiro.shtml>

de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais) desde julho de 2011, quando foi criado pelo Decreto Presidencial nº 7.513, órgão vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) que será melhor explicado em capítulo posterior.

2.2 Considerações relacionadas às infraestruturas críticas no mundo

2.2.1 União Europeia

O tema *Infraestruturas críticas* recebe cuidadosa atenção dos países europeus, conforme pode ser observado no Programa Europeu de Proteção de Infraestruturas críticas (*EPCIP - European Programme for Critical Infrastructure Protection*) da diretiva europeia 2008/114/CE do Conselho da União Europeia.

O texto publicado no Diário Oficial da União Europeia em 2008 orienta e norteia os esforços dos países da UE no tocante à identificação e designação de suas ICs. Regulamenta a avaliação e necessidade de melhorar a proteção para cada estado membro com vista a garantir a manutenção das funções sociais vitais, a saúde, integridade física, segurança, bem-estar social e econômico de cada Estado membro e, em consequência, de toda a comunidade.

A diretiva europeia estabelece os setores de energia e transportes como sendo prioritários para a identificação de IC por parte de cada Estado membro.

Para os propósitos de alertar gestores públicos e lideranças políticas, cabe informar que o *World Economic Forum* em seu relatório de riscos globais⁹ 2007-2016 aponta como os cinco maiores riscos globais para 2016 em termos de impacto o seguinte por ordem de importância:

1. Falha na mitigação e adaptação às mudanças climáticas
2. Armas de destruição em massa
3. Crise da água
4. Migração involuntária em larga escala
5. Choque severo no preço da energia

Em termos de probabilidade, o mesmo relatório cita em ordem de importância:

1. Migração involuntária em larga escala
2. Eventos climáticos extremos
3. Falha na mitigação e adaptação às mudanças climáticas

⁹ Fonte: World Economic Forum 2007–2016, Global Risks Reports. Disponível em <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2016/>

4. Conflitos entre Estados com consequências regionais
5. Grandes catástrofes naturais

Diante desse relatório, sem a pretensão de ser alarmista, deve prevalecer o bom senso na escolha de cenários mais prováveis para a adequada definição de políticas.

2.2.2 Espanha

Na Espanha, o *Departamento de Seguridad Nacional* reconhece que as sociedades modernas se caracterizam pela complexidade e pela interdependência dos sistemas de prestação de serviços, abastecimento e comunicações. Observa também que a maioria dos serviços essenciais são prestados por um conjunto de infraestruturas que são geridas por administração pública e privada, que são consideradas críticas porque em caso de interrupção ou perturbação severa em seu funcionamento, ocasionaria graves efeitos sobre o normal desenvolvimento das atividades básicas da sociedade.

Sob responsabilidade do *Departamento de Seguridad Nacional* foi criado o *Sistema de Seguridad Nacional*¹⁰ que definiu a *Estrategia de Seguridad Nacional* baseada em sete linhas de ação estratégicas com o objetivo de robustecer as infraestruturas que proporcionam os serviços essenciais para a sociedade.

Linhas de ações estratégicas propostas:

1. Responsabilidade compartilhada e cooperação pública-privada.
2. Planejamento escalonado que permite identificar, avaliar, prevenir e mitigar os riscos, a partir de uma perspectiva mais global e estratégica.
3. Equilíbrio e eficiência.
4. Resiliência
5. Coordenação.
6. Cooperação internacional
7. Garantia de segurança das IC conforme o exposto no Plano Nacional de Proteção de IC (PNPIC), com dotação de instalações de sistemas redundantes e independentes de outras tecnologias e operadores.

¹⁰ Disponível em: <http://www.dsn.gob.es/es/sistema-seguridad-nacional> obtido em junho de 2016.

Figura 3: Estrutura do Sistema de Segurança espanhol

Fonte: Disponível em <http://www.dsn.gob.es/es/sistema-seguridad-nacional>

O organograma da estrutura do sistema de segurança espanhol pode ser visto na figura 3.

2.2.3 Portugal

Em Portugal, segundo (OLIVEIRA, 2015), o decreto-lei 62 de 09 de maio de 2011 foi a transposição da diretiva europeia para o ordenamento jurídico de Portugal, estabelecendo assim os procedimentos de identificação e de proteção da IC nos setores específicos de energia e transporte.

De acordo com (OLIVEIRA, 2015), o objetivo de se adequar à normativa da Comunidade Europeia (CE) valeu-se de um grupo de trabalho formado pelo Conselho Nacional de Planeamento Civil de Emergência e pelo Secretário Geral do Sistema de Segurança Interna para criar o Plano Nacional para Proteção das Infraestruturas Críticas (PNPIC).

O PNPIC foi dividido em três fases e cada uma delas em subfases (Pais, Sá, & Gomes, 2007):

1. Identificação e classificação das infraestruturas críticas nacionais por meio do desenvolvimento do algoritmo ADPA (algoritmo de análise de dependência e propagação), pelo qual se procura medir o potencial de cada infraestrutura em propagar disfunções às que se situem a jusante dela” (Pais, Sá, & Gomes, 2007).

Essa propagação acontece pelas dependências que se criam entre as Infraestruturas, pelos serviços que cada uma presta e pelo respetivo impacto que têm na sociedade. (Tabansky, 2011) considera

que os três fatores necessários para definir uma IC são: a sua importância simbólica, ou seja tudo aquilo que representa ao olhar dos outros, a imediata independência daquilo que produz e por último, a rede de dependências a que está ligada. Ainda segundo o mesmo autor, recorreu-se ao algoritmo Macbeth (figura 4), que de acordo com (Costa, Angulo-Meza, & Oliveira, 2013) é um método de apoio à decisão que utiliza múltiplos critérios baseados em apreciações de carácter qualitativo sobre diferenças de atratividade, dando grande relevância à apreciação do usuário do referido algoritmo.

Figura 4: Fases do processo MACBETH de apoio multicritério à decisão

Fonte: Adaptação pelo autor de (Costa, Angulo-Meza, & Oliveira, 2013) apud OLIVEIRA, 2015

A metodologia aplicada possibilitou encontrar valores que permitiram a classificação (de forma relativa) das ICs, concluindo que “uma infraestrutura possa ser considerada mais crítica do que outra, se houver uma forte evidência que a sua destruição, ou exploração de uma vulnerabilidade, possa afetar seriamente um dos grandes objetivos presentes na definição de IC.” (PAIS, SÁ, & GOMES, 2007).

1. Após a sua identificação, os dados obtidos foram agrupados numa base de dados integrada de um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

2. Análise e avaliação do risco associado à disfunção de infraestruturas críticas e estudo e difusão de medidas eficientes para reforço da sua proteção;

Nesta fase procurou-se identificar as vulnerabilidades face às ameaças que as poderão afetar, a fim de que na fase seguinte, se pudesse implementar medidas eficientes para a redução dessa vulnerabilidade. Trata-se de uma tarefa que deverá ser efetuada de forma contínua, tendo em vista que os contextos são facilmente passíveis de serem modificados. (Autoridade Nacional de Proteção Civil, 2014)

3. Implementação de medidas e monitoração do risco.

A última fase deste processo é da exclusiva responsabilidade dos Operadores (aqui no Brasil seriam as concessionárias), já que são eles os responsáveis pela sua própria segurança. Estas medidas devem ser implementadas no sentido de garantir a funcionalidade da IC a fim de mitigar e neutralizar as ameaças, os riscos e as vulnerabilidades identificadas.

2.2.4 América do Norte - Estados Unidos

Os EUA têm no *National Infrastructure Protection Plan* seu marco legal para os Programas de Proteção de Infraestruturas Críticas. A primeira versão do Plano foi editada em 1998 (EUA, 1998), embora caiba mencionar que já existia bem antes disso fortemente enraizada no país uma cultura de proteção de facilidades e utilidades sensíveis à defesa e segurança nacional, como comunicações, transporte e energia, originada, principalmente, da tensão geopolítica global que sucedeu o fim da segunda Guerra Mundial, conforme descreve (GUTERRES, 2016).

Nos EUA, após o 11 de setembro, ainda conforme (OLIVEIRA, 2015) foi publicado o *Homeland Security Act (HSA) of 2002: Critical Infrastructure Information Act* para dar uma resposta governamental ao ataque terrorista que envolveu recursos privados (aviões comerciais), um setor de IC (transportes), tendo como objetivo atingir recursos públicos e privados (*World Trade Center* e o Pentágono), colocando assim muitas infraestruturas críticas em risco. (S.Eckert, 2005 apud OLIVEIRA, 2015).

Assim, houve uma notável mudança de visão sobre a importância estratégica das ICs, tendo em vista a infraestrutura funcional de setores regulados da economia notoriamente estratégicos, de intensivo investimento de capital e relevantes para a estabilidade da ordem pública. E em decorrência

disso, os setores de telecomunicações, energia, transportes, saneamento e financeiro/monetário – passaram a ser objeto de **programas e políticas regulatórias** de mitigação de vulnerabilidades e de preparação e resposta para eventuais crises, inclusive resultado de ataques terroristas, segundo (GUTERRES, 2016).

O HSA criou um departamento de Estado¹¹ especificamente para cuidar de segurança interna, que reestruturou o sistema de forma que assumiu um grande número de atribuições, agências e organizações que eram conduzidas de forma descentralizada por órgãos como *Customs Service*, *Coast Guard*, e *U.S. Secret Service*.

As adaptações e melhorias foram uma extensão da reforma do setor de inteligência do Estado - *Intelligence Reform and Terrorism Prevention Act* (IRTPA) - que reorganizou e centralizou as funções de segurança pós guerra fria. O ato define o *Department of Homeland Security's* (DHS) como primeiro órgão de prevenção de ataques terroristas nos EUA, mas deixa claro que a investigação e procedimento judicial continua com o *Federal Bureau of Investigation* (FBI) definindo o DHS somente como analista e consultor no papel da atividade de inteligência.

De maneira similar foi criado o *Critical Infrastructure Protection* (CIP), corresponde à preparação e resposta para incidentes sérios dando ao DHS ampla responsabilidade por minimizar danos, porém limita a autoridade para o compartilhamento de informações apenas do que seja necessário para a coordenação dos esforços do setor privado.

Em 2009, segundo (OLIVEIRA, 2015), o DHS publica o Plano Nacional (para proteção das IC que propõe uma gestão de risco contínua e adaptada, aferindo a eficácia e o grau de resiliência das instituições, por meio da execução de simulações. Esse plano define quem, as responsabilidades e as ações que devem ser empreendidas para conferir maior resiliência para as ICs.

2.3 A conceituação das infraestruturas críticas

Várias definições podem ser encontradas na literatura a respeito das Infraestruturas Críticas. Dentre elas, as estruturas e serviços vitais para a economia e bem-estar da sociedade de uma Nação cujo colapso ou degradação podem causar escassez da oferta de produtos ou serviços (energia, água, comunicações, etc.) e podem causar perturbação da ordem pública com consequências imprevisíveis (VICENTE, 2012).

¹¹ Disponível em < <https://www.dhs.gov/> > obtido em 12 de dezembro de 2016

Outra definição que introduz a noção de “interdependência” por meio da noção de sistemas e estruturas interligadas afirma que as infraestruturas críticas são redes de infraestruturas que formam o arcabouço físico e funcional de suporte à sobrevivência de agrupamentos sociais e empreendimentos comerciais e industriais (SIQUEIRA, 2014)

Com o intuito de prover uma análise mais acurada do assunto, é mostrada a seguir, alguns estudos sobre o assunto relacionado à segurança energética.

2.3.1 No mundo

No livro *Energy Security* de (PASCUAL et al. 2009) vários autores apresentam e discutem a geopolítica da energia, a questão da interdependência da energia e, finalmente, as mudanças climáticas. Já na introdução, os autores afirmam que a energia está no coração do desenvolvimento econômico de muitos países e que é fonte de riqueza e de competitividade, a base de políticas contestadas e de inovações tecnológicas e o núcleo de um desafio para nosso ambiente global. Eles afirmam que os Estados Unidos estão debatendo a segurança energética desde a crise do petróleo da década de 1970 e de fato, muitas das soluções propostas durante as crises mais recentes foram moldadas nas décadas passadas.

A noção de segurança energética, conforme (PASCUAL et al 2009) depende de perspectiva temporal em função das escolhas feitas e do caminho definido pelo balanço econômico decorrentes das escolhas e decisões econômicas, da segurança nacional e das preocupações ambientais.

PASCUAL et al., mencionam o fato demonstrado em inúmeras declarações públicas que para muitos líderes e pensadores dos Estados Unidos a segurança energética é sinônimo de “independência energética”. Enfatizam, também, que a relação fundamental é entre fornecedores e consumidores de energia, mas importantes relações são criadas entre os países consumidores ou grupos de países consumidores. Há uma dinâmica que cresce de importância econômica em função dos riscos de interrupção de fluxo de fornecimento. Há relações que vão além do benefício mútuo e outras em que uma parte ou outra exploram seu poder relativo à energia para ditar outros aspectos de política ou segurança para outros países.

Na primeira parte do livro que trata de geopolítica, PASCUAL et al., afirmam que desde a revolução industrial, a geopolítica da energia, ou seja, o fornecimento de energia de forma confiável e com preços acessíveis, tem sido o direcionador da prosperidade e segurança globais.

No livro “O Brasil é viável?”, organizado por (CARVALHO et al, 2006), no artigo que trata da Defesa Nacional no Brasil, o autor, Eduardo Ítalo Pesce, chama a atenção para o fato de que a assimetria de poder e a ausência de antagonismos dominantes são características fundamentais do atual (2006) sistema internacional.

Forças transnacionais hostis, como o terrorismo e o crime organizado, hoje representam ameaças aos Estados Nacionais, como vimos recentemente nos atentados de Paris, em novembro de 2015 e Estados Unidos, em dezembro do mesmo ano.

A probabilidade de ocorrência de conflito militar entre grandes potências é pequena, porém os conflitos locais ou regionais tendem a se tornar mais frequentes. Nos países em conflito de longa duração como Síria, Somália, Nigéria, Congo, que são “estados falidos¹²” já são utilizados parte dos próprios territórios, à revelia de qualquer governo, por organizações terroristas, para o planejamento e preparação contra Estados Nacionais, como foi previsto pelo autor (CARVALHO et al, 2006).

Em novembro de 2014, o Diretor da Agência de Segurança Nacional dos EUA, almirante Michael Rogers, afirmou que várias entidades, incluindo países como a China, a Rússia e outros, têm a capacidade de perturbar concessionárias de energia elétrica e outros ativos de energia em todo os Estados Unidos, podendo causar destruição física, ferimentos e mortes. O Almirante Rogers expressou o desejo de compartilhar informações sobre essas ameaças com o setor privado, mas ele também deu a entender que o setor privado não tem a capacidade de recolher dados que possam ajudar a prevenir, detectar e recuperar de ataques cibernéticos, segundo (WINN, 2015), devido, em parte, à dependência dos dispositivos de proteção baseados em IP, tais como sistemas de detecção de intrusão e *firewalls*.

2.3.2 No Brasil

Em (SOUZA et al, 2015) os autores apresentam uma análise da dependabilidade (tolerância a falhas) de redes de IC utilizando um procedimento de modelagem de falhas baseado em *árvores de falha*¹³ e

¹² Estados cujas instituições estão fracas e sem capacidade de enfrentar os desafios do novo contexto internacional. O termo “falido” é consagrado na literatura especializada.

¹³ Uma árvore de falha é um diagrama de sequência de eventos (grafos) que permite através de lógica dedutiva aplicada de trás para frente, obter-se às causas-raiz de uma dada falha. Os eventos são organizados em uma estrutura lógica que utiliza “portas lógicas” para identificar a relação causal entre os eventos imediatamente abaixo da “porta lógica”. Árvores de falha podem ser utilizadas na determinação dos ramos que irão compor uma árvore de eventos. A sua construção requer um conhecimento profundo do sistema que está sendo estudado, identificando as causas, determinando a unicidade, a independência e a condicionalidade dos eventos envolvidos. Os eventos são combinados de acordo com a causalidade e sequencialidade do modo de falha a ser modelado.

*cadeias de Markov*¹⁴, voltado para a área do petróleo e gás natural como forma de auxiliar na composição e manutenção de uma rede de IC.

Os autores definem que redes de IC são “sistemas distribuídos e interligados que utilizam recursos humanos e tecnológicos para atender as necessidades populacionais e empreendimentos comerciais e industriais”. São exemplos as redes de fornecimento de energia elétrica, água, óleo e gás natural, redes de comunicação, transporte e finanças.

Ainda segundo os autores, são redes de grandes dimensões e grande complexidade que exercem funções críticas essenciais com comportamento dinâmico, variável e probabilístico, que geralmente são interdependentes pois são ligadas a outras redes de IC, oferecendo e adquirindo bens e serviços entre si.

As citadas características tornam uma rede de IC vulneráveis a diversos tipos de falhas, sejam internos, em componentes ou humanos, ou causados por evento externo decorrentes de desastres naturais ou ações intencionais.

Os autores defendem que o termo **dependabilidade** possui diversas definições formais, mas no contexto do trabalho, a definem como habilidade de um sistema evitar falhas nos serviços mais críticos, considerando que todo o sistema pode falhar.

Em seguida, definem as medidas de dependabilidade, função de confiabilidade, disponibilidade e finalmente, a criticidade, relacionada com a melhoria da confiabilidade do sistema como resultado da melhoria da confiabilidade de cada componente.

Ao final do artigo, apresentam um estudo de caso dos campos de produção de petróleo do oeste Potiguar onde a malha de escoamento de petróleo é formada por milhares de poços interligados por redes de centenas de quilômetros de dutos e dezenas de estações coletoras. Nestas estações, o óleo é armazenado em estações coletoras e destas é bombeado através de redes de dutos até as estações de tratamento.

Na Revista da Escola de Guerra Naval do segundo semestre de 2014, foi publicado um artigo que defende uma análise mais profunda das relações entre a segurança energética e a defesa (FOGUEL; PAIVA; MEDEIROS, 2014).

Os eventos políticos e econômicos, relacionados às duas crises do petróleo nos anos 70, segundo as autoras, colocaram em evidência a situação de vulnerabilidade em que os estados importadores se encontravam.

¹⁴ Cadeias de Markov definem os processos estocásticos de componentes sujeitos a falhas. Consideram apenas o estado atual de um evento para a determinação de estados futuros, desprezando estados anteriores.

Segundo os autores (FOGUEL; PAIVA; MEDEIROS, 2014) apresentam um arcabouço teórico que associado às proposições de uma “nova economia institucional” proporcionam uma ferramenta analítica para a compreensão dos limites da política energética e a defesa.

O petróleo é o principal recurso da matriz energética mundial (FOGUEL; PAIVA; MEDEIROS, 2014) e que desde a Revolução Industrial a necessidade de manter o fluxo contínuo de abastecimento tem sido uma das principais preocupações dos Estados, o que permite, inclusive, compreender a divisão de poder no cenário internacional. Para ilustrar esse fato, as autoras relatam que depois da crise de 1973, ficaram evidentes as vulnerabilidades dos países importadores de petróleo.

A Organização para Cooperação e Desenvolvimento (OECD), em 1974, propôs a criação da Agência Internacional de Energia (AIE). O que começou com objetivo de redução de vulnerabilidades, hoje inclui também as questões ambientais, o aumento de consumo dos países em desenvolvimento, a eficiência energética e os estímulos para pesquisas relativas as conjunturas de fornecimento.

No seção que trata da segurança nacional por meio da segurança energética, as autoras (FOGUEL; PAIVA; MEDEIROS, 2014) enfatizam que a gestão dos recursos naturais é, há tempos, objeto de conflito porque a partilha e o uso regular e não excludente destes bens requer eficiência no manejo, altos custos de investimentos e manutenção do sistema de usufruto, produção e distribuição deles.

Por fim, (FOGUEL; PAIVA; MEDEIROS, 2014) observam que a despeito das vulnerabilidades inerentes às disputas pelo acesso aos recursos petrolíferos, no Brasil, pouca atenção tem sido dispensada à segurança energética e que a própria existência do pré-sal pode ser entendida como um ponto de inflexão no aprofundamento das discussões relativas à segurança energética. As autoras veem vulnerabilidades no que tange às questões geopolíticas e de segurança nacional, pelo fato de que a energia é um dos condicionantes da riqueza e do poder dos países.

Com relação ao citado no parágrafo acima, no Brasil, de fato, as questões relativas à manutenção de acesso aos recursos do pré-sal, foram tratados em dois documentos: A Política de Defesa Nacional (PDN) de 2005 e a Estratégia Nacional de Defesa (END) de 2008.

A garantia de suprimento energético é uma das grandes funções e responsabilidades de qualquer governo nacional, e que a segurança energética é um dos alicerces das soberania nacional (VICENTE, 2014). O autor começa explicando como é o modelo do setor elétrico adotado no Brasil e que os sistemas elétricos possuem quatro classes de instalações sujeitas a riscos de

falha na sua operação: as usinas de geração de energia elétrica, as linhas de transmissão e distribuição, as subestações de transformação e os sistemas de operação e automação. O autor afirma que é preciso minimizar a ocorrência de grandes perturbações, evitar a sua propagação e reduzir o tempo de restabelecimento do sistema, como fatores orientativos de políticas de segurança elétrica operacional.

Para fundamentar suas ideias (VICENTE, 2014) analisa a situação atual do monitoramento e controle sobre os riscos nas infraestruturas críticas, que foi criado no âmbito do Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República (GSI-PR) e procura contribuir para o entendimento do papel do Estado e da Sociedade na promoção de maior Segurança Energética e, por conseguinte, da Segurança Nacional. O autor discorre sobre o ambiente institucional (VICENTE, 2014) elencando as competências do Ministério de Minas e Energia e em seguida, sobre o papel das agências reguladoras, Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Cita a criação do Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) e a Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

Ele defende que “para a avaliação da segurança das instalações críticas em energia elétrica, é importante compreender o contexto conceitual em que foram desenvolvidas as análises, no qual instalações críticas, ou estratégicas, são aquelas que, se forem destruídas ou avariadas, ou ainda se os seus serviços forem interrompidos, podem levar à ocorrência de blecautes com impacto social, econômico, político ou afetar segurança do Estado e da sociedade” (VICENTE, 2014).

Para a identificação das ICs (VICENTE, 2014) recomenda que para a classe “*Usinas*” deve-se considerar aquelas que são fundamentais para o amortecimento das oscilações eletromecânicas, aquelas que têm dispositivos de auto restabelecimento, os chamados “*Black Start*”, aquelas consideradas vitais para o controle do perfil de tensão do sistema e aquelas que têm porte mais expressivo e localização estratégica do reservatório.

Para a classe “*Linhas de Transmissão*” (VICENTE, 2014) considera ser importante avaliar as contingências múltiplas a que estão expostas e que tenham impacto no SIN. Também devem ser consideradas as perdas em linhas que têm circuitos na mesma torre, as de mais de um circuito na mesma faixa de servidão e as de cruzamentos de circuitos, situações em que as ocorrências tendem sempre a se caracterizar como de contingência múltipla.

Para a classe “*Subestações*” VICENTE (2014) afirma que a identificação deve avaliar o grau de importância sistêmica da subestação. Em primeiro lugar, deve ser considerada a sua relevância topológica ou o seu grau de impacto sistêmico. As de alto impacto sistêmico têm risco de blecaute regional, afetando 3 (três) ou mais estados da federação; as de médio impacto têm

repercussão em um ou dois estados, resultando na perda de um montante superior a 30% da carga da área afetada; e as de impacto localizado têm repercussão em uma capital de estado e/ou grandes polos industriais, resultando na perda de um montante superior a 50% da área afetada. Outro aspecto a ser considerado na avaliação das subestações é a sua condição de participação na recomposição do SIN, no sentido em que ela participa da fase fluente¹⁵ ou da fase coordenada¹⁶ da recomposição.

Finalmente, segundo (VICENTE, 2014), na classe “*Operação e automação*” as instalações críticas principais são os Centros de Operação do SIN ou de partes do sistema. Estas instalações estão sujeitas a ocorrências que podem impossibilitar parcial ou totalmente, por um período de tempo, o exercício de suas funções operativas.

Para operação e automação, a análise de risco, conforme (VICENTE, 2014) deve considerar:

- ✓ a impossibilidade de os operadores entrarem ou permanecerem na sala de controle (restrição de acesso ao Centro, necessidade de evacuação do Centro de Operação);
- ✓ a indisponibilidade total da supervisão do Sistema (Ocorrências no Hardware, Ocorrências no Software, Ocorrência na alimentação elétrica, Indisponibilidade de telecomunicação de dados, Ataque cibernético bem sucedido);
- ✓ a indisponibilidade do Sistema Telecomunicação Operativa de Voz (Ocorrências na central telefônica e interfaces, Problemas nas prestadoras de serviços de telecomunicação).

Os níveis de criticidade das ICs devem ser segmentados em nacional, regional, local e municipal de acordo com as repercussões e impactos da não disponibilidade para facilitar a classificação das prioridades em caso de sinistro principalmente.

Na conclusão, (VICENTE, 2014) defende a necessidade de modernização da legislação brasileira no que se refere às medidas de segurança para a integridade das ICs de energia. O autor destaca que é fundamental a construção normativa e regulatória, pois o setor elétrico, no qual cresce a cada ano a participação privada, precisa refletir sobre uma divisão equitativa de direitos e responsabilidades com o setor público, na medida em que há aumento do número de atores do sistema. Esse desenvolvimento normativo e regulatório deve considerar que a participação de novos atores

¹⁵ Fase fluente corresponde ao início do processo de recomposição onde é suposto que o sistema esteja completamente não energizado.

¹⁶ A fase coordenada envolve o fechamento de anéis ou paralelos entre as áreas estabelecidas na recomposição fluente. Durante esses fechamentos, podem ocorrer esforços torcionais nos eixos dos geradores.

descrita anteriormente leva também ao aumento da interdependência entre os vários sistemas de controle e monitoramento.

No artigo que propõe um sistema ciber-físico para operações de segurança de infraestruturas críticas (BOSSONARO et al, 2011), os autores apresentam uma visão mais operacional do ponto de vista militar e afirmam que a segurança de infraestruturas críticas, como usinas hidrelétricas, usinas nucleares e estações de tratamento de água é cada vez mais importante no atual cenário de instabilidade e violência crescente. Os sistemas ciber-físicos podem apoiar a potencialização da doutrina militar de Garantia da Lei e da Ordem (GLO) para operações de segurança das infraestruturas críticas.

No mesmo artigo, (BOSSONARO et al, 2011) contemplam a unificação de pesquisas realizadas no *Wireless Networking and Distributed Interactive Simulation Laboratory* (WINDIS) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), que tem como foco direcional o Projeto de Sistemas Integradores do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Embarcados Críticos (INCT-SEC). Os autores fizeram pesquisa buscando identificar esforços de pesquisa similares em outras instituições.

A proteção das IC requer mecanismos de monitoramento que permitam detectar falhas e ataques no mais curto prazo defendem (BOSSONARO et al, 2011)

No trabalho de (SEELING et al, 2012), que trata da proteção das IC durante a Copa do Mundo de Futebol de 2014, foi apresentada uma definição que incorpora as ideias de sustentabilidade e meio ambiente às questões de segurança energética:

“A segurança energética estabelece uma conexão entre as questões de segurança hard security, ou seja, a proteção do território, recursos naturais, o fornecimento de combustíveis vitais com questões de segurança ampliada soft security abrangendo questões de desenvolvimento econômico, com questões de sustentabilidade e de meio ambiente de maneira geral”. (DHENIN, 2011, in SEELING, 2012)

Segue que (SEELING et al, 2012) chamam a atenção sobre a necessidade de se ter capacidade de suprir a demanda existente e a busca por uma margem para crescimento faz com que os países elaborem planos de segurança energética. Tais planos devem incluir ações para gerenciar o risco da falta de energia utilizando variáveis como a disponibilidade das fontes de energia, a variação dos preços dos energéticos, as atuais tecnologias disponíveis e as condições ambientais. Relatam também as ações do Ministério de Minas e Energia, começando pela coordenação de grupo de trabalho com o objetivo de desenvolver as atividades necessárias nos sistemas de transmissão e distribuição para garantir o suprimento adequado de energia elétrica às doze capitais que foram cidades-sede da Copa do Mundo de 2014. Com exceção da cidade de Brasília, estava prevista geração elétrica adicional em todas as sedes e que a geração planejada seria de fonte termelétrica.

O citado trabalho defende o uso de termelétrica para geração de energia nos grandes eventos, que usam combustíveis de origem fóssil, como alternativa para despacho de energia, mas afirma que é preciso priorizar fontes renováveis.

2.4 A geopolítica e a segurança energética

É impossível dissociar a questão da segurança energética da geopolítica (FARIA, 2010) (PIXININE, 2009) e (YERGIN, 2014), por essa razão, essa seção aborda esse importante tema que deve ser considerado nas definições de políticas relacionadas à segurança das infraestruturas críticas de energia.

Em seu estudo sobre geopolítica, (MEIRA MATTOS, 2011) afirma que a forma do território de um Estado representa o seu corpo físico, e assim a geopolítica procura compreender a influência dessa forma em relação aos seus habitantes, considerando três aspectos:

- ✓ A forma ou o espaço geográfico que ocupa;
- ✓ A linha periférica ou fronteira;
- ✓ A posição ou sua localização no planeta.

Segundo MEIRA MATTOS (2011), geopolítica é a arte de aplicar o poder aos espaços geográficos. O eminente autor, destacava com essa frase, conceitos importantes como poder nacional, política e espaço geográfico.

A geopolítica é um dos campos do conhecimento que se ocupa da análise de todas as implicações geográficas nas relações internacionais que afetam principalmente a diplomacia, em virtude das relações socioeconômicas entre Estados e que foi alçada ao *status* de ciência a partir do século XX.

A revolução industrial foi um marco que possibilitou a geração de bens com mais eficiência e a criação de excedentes estimulou a comercialização com outros países. A busca por matérias-primas para atender a crescente necessidade energética para desenvolvimento e manutenção das relações comerciais e de poder entre os Estados ganhou novos contornos.

Segundo a Escola Neoclássica¹⁷ do pensamento econômico, o setor energético integra a macroeconomia, estruturando-se em torno dos diversos

¹⁷ Para os neoclássicos, dentre eles Jevons (na Inglaterra), Menger (na Áustria) e Walras (na França), as coisas funcionavam de outra forma. Para eles, a utilidade era o determinante do valor e, consequentemente, do preço dos bens e serviços. Em outras palavras, a utilidade decorre da necessidade, que é uma característica subjetiva: um mesmo bem ou serviço terá diferentes utilidades, portanto valores diferentes, de acordo com a necessidade do indivíduo.

Dai nasce chamada teoria marginalista (e a revolução marginalista, por conseguinte). O termo marginalista deriva da palavra “marginal”, que significa algo “à margem”. Em termos econômicos refere-se a uma unidade “a mais” de um bem ou serviço. Vamos nos valer de um exemplo para ilustrar melhor a ideia.

Para atender alguma necessidade, cada pessoa precisa de uma determinada quantidade de bens ou serviços. Pensemos, portanto, em um indivíduo que está com fome. Para satisfazer sua fome (a necessidade), ele precisa se alimentar com algo que o satisfaça

setores e sendo sujeito às leis de mercado que procura maximizar os benefícios líquidos do consumo de energia para a sociedade em um contexto de limitações e várias condicionantes.

Para caracterizar bem o problema da energia no contexto macroeconômico, consideremos o petróleo. De acordo com (SAUER, 2014), o preço de mercado desta *commodity* é regulado pelo preço individual da matéria-prima produzida nas piores condições, mas ainda necessárias para satisfazer a demanda, constituindo as condições limites. Os produtores que produzem nestas condições obtêm justamente o benefício médio (para a economia) e os que produzem em melhores condições obtêm um sobre-benefício ou excedente que se constitui numa renda diferencial, enquanto os que produzem em condições piores são eliminados do mercado. Nas condições atuais é o oligopólio do petróleo que provê a grande massa de matérias energéticas necessárias no mercado mundial e o carvão se apresenta como a principal alternativa capaz de satisfazer parte considerável destas necessidades pois ambos são mais fáceis de armazenar e transportar.

A garantia da oferta de petróleo, necessariamente, está vinculada com políticas relacionadas ao acesso à energia e oportunidades de investimentos que são sujeitas ao equilíbrio geoestratégico que sustenta a estabilidade econômica e política de muitos países produtores. As incertezas peculiares à produção de petróleo e a volatilidade da economia associado à política, produzem riscos de crises, que potencializam vulnerabilidades e que podem comprometer a segurança energética de outros países.

Decisões que afetaram os preços do barril de petróleo e as instabilidades políticas de muitos países provocaram incertezas sobre a viabilidade econômica da exploração de petróleo e gás na província do pré-sal brasileiro, contrariando as expectativas criadas após o anúncio da descoberta de grandes reservas.

Em função da insuficiente atenção para com aspectos geopolíticos que possam influenciar a integridade das IC, ações geopolíticas brasileiras que não atendiam genuínos interesses nacionais ocorreram nos últimos anos, entre elas; o acordo com a Bolívia após o exército boliviano ter ocupado as instalações de refino da Petrobrás que causou um prejuízo de mais de 900 milhões de dólares¹⁸ após a nacionalização dos recursos de hidrocarbonetos, acordos com Venezuela para fornecimento de energia que não são cumpridos.

Os fatos apresentados e a nítida sensação que não havia articuladores de política externa consistente com a nossa antiga pretensão de um

(que lhe seja útil). Então, nosso amigo decide pedir um x-salada numa lanchonete qualquer. Fonte: < <http://analiseeconomica.com.br/site/tag/escola-neoclassica/> > obtido em 09 de março de 2017

¹⁸ Disponível em < <http://internacional.estadao.com.br/noticias/geral,chavez-incitou-bolivia-a-tomar-petrobras-diz-diplomacia-americana-imp-,661717> > obtido em 15 de março de 2016

protagonismo mundial, deixaram o Brasil sem perspectiva de mudança nesse cenário no período compreendido entre 2005 a 2016.

Várias questões hoje possuem interdependência global, como o terrorismo, que expressa a ideologia de um grupo disposto a utilizar a violência para concretizar seus objetivos, por meio de ações imprevisíveis e indiscriminadas (Brasília, 2002).

A fragilidade de instituições políticas de alguns países sul-americanos, agravadas pelos recentes problemas econômicos (como a Venezuela no momento da escrita desse trabalho) pode gerar situações de crise com repercussões para toda América Latina, como vem sendo observado na Europa com a imigração em massa de pessoas fugindo das guerras no continente africano e especialmente da Síria que vive uma guerra civil e do Iraque que enfrenta o Estado Islâmico.

O Departamento de Defesa dos EUA (DoD) em atitude proativa, percebendo as vulnerabilidades das redes de energia para suprimento de instalações militares recomendou ao Pentágono que deixasse de utilizar as redes elétricas convencionais (comerciais) e adotasse a geração de energia local ou próxima, preferencialmente de fontes renováveis, em micro redes insulares em um programa que foi chamado de SPIDERS – *Smart Power Infrastructure Demonstration for Energy Reliability and Security*. Tais micro redes adaptáveis [LOVINS, 2012] permitem que uma instalação militar tenha energia disponível para manutenção de sua operação mesmo se a infraestrutura relativas a geração e transmissão das localidades próximas tenham sido indisponibilizadas.

2.5 Segurança energética e a geopolítica do petróleo

Hoje é impossível desvincular o petróleo dos estudos para entendimento das políticas dos países produtores e consumidores. Principal fonte de energia desde o início da revolução industrial, o petróleo moldou a maneira como a vida urbana se construiu ao longo de todo o século XX, por ser mais flexível, do que outros energéticos, no que diz respeito à produção, armazenamento e consumo.

Importa destacar o papel do petróleo durante a segunda guerra mundial. O acesso foi fundamental para a logística das operações militares e por fim, garantiu a movimentação decisiva para a vitória aliada, enquanto a Alemanha e o Japão não dispunham de combustíveis para as aeronaves e os carros blindados já no final de 1944. Os principais meios de transporte se baseavam nos derivados de petróleo.

No Brasil o conceito de segurança nacional foi vinculado ao setor energético pelo Presidente Getúlio Vargas que governou em dois períodos (1937-1945 e 1950-1954), conforme [WINTRAUB, 2008].

No período do regime militar a vinculação ficou mais evidente, pois o lema “Segurança e Desenvolvimento” preconizado pela Escola Superior de Guerra foi efetivamente incorporado às instituições e empresas públicas. No período mencionado, preocupações com relação à segurança e a soberania determinaram as escolhas dos presidentes da Petrobrás, que fora criada pela Lei 2.004, em 1953.

As preocupações com a segurança energética tornaram-se evidentes na política energética adotada pelo Brasil em 1975, após uma das maiores crises do petróleo (1973), que afetou a continuidade do desenvolvimento econômico de muitos países. Inicialmente foram adotadas simples medidas de emergência para reduzir o consumo de combustíveis visando evitar uma crise no abastecimento.

No governo Geisel (1974-1979), foi instituído o II Plano Nacional de Desenvolvimento (PND), onde se lê que “a política de energia, em um país que importa mais de dois terços do petróleo consumido (respondendo este por 48% da energia utilizada) passa a ser peça decisiva da estratégia nacional” que já aponta a direção dos esforços do governo.

O PND foi uma resposta ao cenário internacional afetado pelo choque do petróleo, que associado à Guerra do Yom Kippur (em que os exércitos da Síria e do Egito atacaram Israel que venceu o conflito, e que permitiu a reabertura do Canal de Suez, como conquista do Egito). Uma forte motivação para a adoção do PND foi o aumento do preço do barril de petróleo que chegou a aumentar cerca de 400% entre outubro de 1973 e março de 1974 como consequência importante daquele conflito e que teve origem na redução brutal da oferta.

Naquele conflito, os EUA apoiaram Israel e como retaliação a OPEP impôs um embargo contra os EUA, Japão e parte da Europa, que então era chamada de Europa Ocidental, com forte influência dos EUA e o Leste Europeu, com predominância da extinta União Soviética.

Ao mesmo tempo, utilizando reservas cambiais e realizando empréstimos internacionais, nosso país tentou administrar a crise, mas gastava cerca de 20 bilhões de dólares anuais na compra de petróleo e esse foi uma das razões da explosão inflacionária que afetou o Brasil por longo período depois.

A esse propósito, convém mencionar o trabalho de Maria Silvia Bastos que analisou a aceleração inflacionária no período compreendido entre 1973 e 1983¹⁹:

“A elevação dos preços internacionais do petróleo a partir de fins de 1973 tem sido usualmente identificada como uma das causas básicas do processo de aceleração inflacionária. Certamente, o primeiro choque do petróleo coincidiu com o início do movimento de ascensão das taxas de inflação verificado em 1974, embora existam evidências de que este processo já teria sido efetivamente deflagrado em 1973.

De fato, além da questão relacionada com a fidedignidade dos índices de preços neste ano, as pressões de demanda geradas pela forte expansão em termos reais da moeda e do crédito em 1972 e 1973 representaram fator significativo de influência sobre o comportamento dos preços, anterior à crise do petróleo.

No entanto, é inegável que o repasse interno do aumento dos preços internacionais do petróleo exerceu forte impacto sobre a taxa de inflação, em função da estrutura do setor industrial e do sistema de transportes brasileiros, que apresentavam alto grau de dependência com relação ao petróleo importado. Examinando-se os dados do período 1973-83, constata-se que a variação média do nível geral de preços foi da ordem de 17.000%, enquanto os preços médios da gasolina, óleo diesel e óleos combustíveis cresceram em torno de 40.000%, 32.000% e 71.000%⁵, respectivamente. Ou seja, os preços médios dos derivados de petróleo variaram efetivamente acima da taxa de inflação, o que representou, sem dúvida, intensa pressão inflacionária ao longo deste período”.

Nesse contexto, surge como alternativa o Programa Nacional do Álcool (PROALCOOL) em 1975, com o objetivo de reduzir a dependência que o Brasil tinha em relação ao petróleo (ANDRADE, 2012).

Em 1980, após crise política no Irã, que culminou com a deposição do Xá Mohammad Reza Pahlevi em 1979, ocorreu a desestruturação de todo o setor do petróleo do Irã. Logo após a revolução iraniana foi a guerra Irã-Iraque, que resultou na diminuição da produção de petróleo nesses países. Em razão dessa diminuição, com oferta reduzida, o preço do petróleo entrou em declive, visto na figura 3, que mostra a variação de preço do petróleo²⁰. O colapso no preço repercutiu na redução da capacidade de investimento da Petrobrás:

¹⁹ Disponível em: < bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbe/article/download/350/7759 > obtido em 16 de agosto de 2016

²⁰ Acordo de Achnacarry: Até a década de 1960, o mercado petrolífero internacional era dominado por um grupo conhecido como as sete irmãs do petróleo. A história teve início em meados de 1928, quando as sete empresas firmaram o acordo Achnacarry. O grupo era composto pelas empresas: Exxon; Shell; BP; Mobil; Texaco; Gulf e Chevron. Conhecido por controlar o mercado e impor baixos preços aos países produtores enquanto garantiam para si altas taxas de lucro, o grupo mantinha uma iniciativa insustentável, que fez com que países detentores de petróleo ficassem com dívidas absurdas, fomentou guerras civis e derrubou governos.

Figura 5: Variação de preços do petróleo ao longo da história até 2001

Preço do petróleo Histórico - Mundo

A figura 5 permite observar a relação entre eventos significativos e os preços. Exemplos são os acordos geopolíticos e estratégicos de 1928, em que as grandes empresas de petróleo do mundo se reuniram para definir o controle do mercado de petróleo em todo o mundo, da produção à distribuição. As sete empresas, que dominaram o mercado entre 1911 e 1960, ficaram conhecidas como as Sete Irmãs. A consolidação de sua hegemonia foi um processo geopolítico e estratégico com o apoio dos governos de origem das empresas, alicerçado no exercício de enorme influência sobre os governos dos países em que operavam (SAUER; RODRIGUES, 2016).

A figura 6 mostra valores mais atualizados sobre a evolução do preço do petróleo:

Figura 6: Evolução dos preços do petróleo em US\$ corrente e de 2015

Fonte: BP (2016) : Em verde claro, valores em dólares correntes; em verde escuro, dólares constantes de 2015, deflacionados pelo CPI (Índice de Preço ao Consumidor) dos Estados Unidos. Dados para tipo de óleo: 1861-1944: Média dos Estados Unidos; 1945-1983: Arabian Light, Ras Tanura; 1984-2015: Brent.

Depois do fracasso dos choques de 1973 e 1979 (SAUER; RODRIGUES, 2016), o preço do petróleo se estabilizou e iniciou uma escalada em 2000, que acelerou até a oscilação em 2008-2009, quando caiu de 140 para 40 dólares/barril; retomou o movimento ascendente até um pouco acima de 100 dólares. A partir de 2011 oscilou até meados de 2014, quando iniciou uma nova queda gradual até ao início de 2015, passando então a oscilar entre 50 e 60 dólares/barril.

É importante entender a oscilação dos preços porque se observada a progressiva escalada dos preços do petróleo, entre 2000 e 2014, pode-se associar com uma disputa estratégica e geopolítica entre os blocos com interesses antagônicos quanto ao preço do petróleo. Os discursos, de um lado OECD mais a China, sob a liderança dos Estados Unidos e de outro, a Opep mais Rússia, deixam transparecer a disputa subjacente pelo excedente econômico. O primeiro grupo buscando maximizar a geração de excedente econômico através do controle do preço e da manutenção da hegemonia do petróleo, e o segundo grupo, buscando o acesso ao petróleo a preços menores de forma a apropriar os benefícios de maneira mais conveniente aos interesses destes.

Concluindo esse tópico, é preciso observar que o petróleo, como o principal recurso energético mundial, faz valer de forma mais nítida a forma como o mundo se apresenta desde a Paz de Westphalia, de 1648, no qual os Estados Soberanos procuram assegurar sua liberdade e concepção de vida perante outros Estados Nacionais soberanos. Para a manutenção da garantia de liberdade de ação, os Estados utilizam dois instrumentos considerados interdependentes: a diplomacia e a guerra.

Assim, é pertinente atentar para o que (HAGE, 2008) escreveu:

“A ordem internacional é formada por Estados desiguais em riqueza, demografia, força econômica e outros fatores que agregam poder. Estados que são grandes potências e procuram não somente conservar a situação de preeminência, mas também ampliar seu poder junto às outras unidades, também tencionam fazer a mesma coisa: defender-se, ampliar seu poder de resistência ou de expansão. Neste aspecto, mesmo que seja redundante, só há ordem internacional porque há Estados nacionais que passam a conviver conservando suas diferenças.

Por isso, há como percebermos que pelo fato de o agrupamento dos Estados formarem uma ordem não significa, necessariamente, que o mundo seja democrático, equilibrado ou igual para todos. Ao contrário disso, o que tenta imperar é o sentido de anarquia, em que não haveria convenientemente, para muitos Estados, um ente superior que tencionasse constituir um governo mundial com regras, direitos e obrigações prementes para todos os membros. Tal perspectiva de virtude teria de ser esperada pela montagem de um sistema internacional que tivesse amplas condições de amainar as disputas existentes no seio da ordem”.

2.6 Conjecturas sobre o setor de petróleo e gás

No passado, a disputa pelo acesso ao Petróleo moldou o panorama das relações entre os países. Também provocou desequilíbrios socioeconômicos medidos por meio do índice de desenvolvimento humano, que deixou os países ricos mais ricos, e o pobres mais pobres.

Os países mais desenvolvidos conseguem produzir e se apropriar com mais eficiência da energia, consumindo assim mais recursos. A imensa riqueza gerada pela comercialização do petróleo garante aos países produtores uma renda diferencial, disputada no campo econômico, político e ideológico pelas grandes empresas e Estados.

O sistema econômico mundial consome cerca de 30 bilhões de barris/ano com apropriação de excedente da ordem de US\$ 2 a 3 trilhões por ano.

A produção mundial de petróleo em 2014 foi de 88 Mbbl/dia, dos quais 53 Mbbl/dia foram provenientes dos países exportadores não pertencentes à OPEP.

Considerando apenas os campos existentes em produção e seu declínio natural, projeta-se para 2030 produção de 31 milhões de barris por dia. Ao mesmo tempo, estima-se que a demanda global por petróleo será, em 2030, de 106 milhões de barris por dia sendo a diferença (aproximadamente 75 milhões) entre a produção esperada com base nos campos atuais e a elevada demanda deverá ser suprida por:

- ✓ Incorporação de novas descobertas;
- ✓ Petróleo não convencional (*shale*);
- ✓ Fontes alternativas de energia (biocombustíveis);
- ✓ Maior eficiência energética;
- ✓ Novas alternativas tecnológicas.

Ainda não está muito claro, mas mudanças começam a ser observadas. Na Alemanha, o governo já anunciou que a partir de 2050 somente serão produzidos carros elétricos e híbridos. A mudança ocorre pela adesão aos protocolos de controle de emissões de CO₂ e pela preocupação com a segurança energética.

Sabemos que o perfil da frota mundial de automóveis não mudará bruscamente. É uma frota muito grande, com rotatividade lenta, pois a vida útil de um veículo é de doze a quinze anos.

A preocupação com a segurança energética é perceptível e tem envolvimento com os conflitos no Oriente Médio e com a posição delicada da Venezuela, podendo aumentar os riscos de não abastecimento global aliado a volatilidade dos preços do petróleo.

As mudanças que certamente virão, passarão pela transformação da indústria automobilística, transformação essa que afetará a geopolítica do petróleo, provavelmente diminuindo sua importância, porém mantendo sua relevância no cenário mundial.

A relevância do setor de petróleo brasileiro se destaca pois, no mercado mundial o Brasil ocupa a posição de quinto maior consumidor, a de 13º maior produtor e por deter a 15ª maior reserva provada.

Devido aos problemas de gestão política da Petrobrás, o Plano de Negócios e Gestão 2015-2019, mostrava investimentos da ordem de US\$130,3 bilhões até 2019, representando uma redução de US\$76,5 bilhões ou de 37% em relação ao plano 2014-2018.

Apesar do cenário apresentado, o setor tem papel fundamental na economia nacional e no potencial de geração de emprego e renda, e por essa razão, precisa contar com políticas para tratar os riscos não gerenciáveis.

2.7 Elementos da Segurança Energética

Segundo Jonathan ELKIND (ELKIND *apud* PASCUAL, 2009), as definições de segurança energética incluem disponibilidade (*availability*), confiabilidade (*reliability*) e acessibilidade (*affordability*), acrescido recentemente de sustentabilidade ambiental (*environmental sustainability*).

Disponibilidade: energia necessária para atendimento de necessidades.

Confiabilidade: provimento de energia de maneira ininterrupta e com qualidade.

Acessibilidade: energia que não pode ser acessada não pode ser usada.

Sustentabilidade ambiental é uma abordagem que leva em conta várias questões:

- ✓ Infraestrutura de energia é tipicamente de longo prazo. Decisões tomadas hoje possuem implicações de longo prazo sobre como a energia é produzida, convertida, armazenada e usada.
- ✓ Promover a segurança energética sem incluir sustentabilidade vai promover o uso de tecnologias e práticas que poderão comprometer ou acelerar mudanças climáticas.
- ✓ Mudanças climáticas irão afetar profundamente os sistemas energéticos. É o caso, por exemplo, de usinas hidrelétricas a fio d'água que poderão ser comprometidas pela falta de chuva.

Ainda segundo (ELKIND *apud* PASCUAL, 2009), o termo “segurança energética” obscurece o fato que as economias contemporâneas empregam energia de diferentes formas para diferentes objetivos. O setor de transporte confia no petróleo na forma de gasolina, óleo diesel, querosene de aviação, etc. São milhões de veículos produzidos com motor a combustão interna. Portanto, em função dessa demanda, a segurança no suprimento de petróleo é um aspecto chave para a segurança energética de todos os países.

Conforme (ELKIND *apud* PASCUAL, 2009), se o conceito de energia incorpora os quatro conceitos, então é razoável supor que todos os países avaliem suas prioridades e suas vulnerabilidades de maneira parecida. Porém, na realidade, isso não acontece.

Cada país enfrenta a questão da segurança energética de maneira distinta e conseqüentemente suas políticas e suas prioridades refletem suas escolhas e sua geopolítica.

O caso da China é utilizado como exemplo por (ELKIND *apud* PASCUAL, 2009) para mostrar os efeitos colaterais de certas escolhas. Para manter o crescimento econômico e a manutenção da estabilidade social daquele país superpopuloso, a extração e o uso de carvão foram mantidos como prioridade de fonte energética apesar dos danos ambientais causados pela emissão de poluentes depois da queima do carvão. A magnitude dos problemas causados pelas emissões, entretanto, está forçando uma revisão de tal prática.

Por outro lado, existe uma controvérsia em caracterizar como “impactos” os processos sociais e territoriais da implantação, por exemplo, de usinas hidrelétricas, sejam elas grandes barragens ou pequenas centrais ou que lancem resíduos na biosfera. Em razão disso, alguns cientistas preferem adotar a palavra “dano” para caracterizar as consequências negativas de qualquer empreendimento.

O Vice-Presidente Dick Cheney, dos EUA, é mencionado pela sua opinião pragmática sobre o tema do dano decorrente de consumo de energia: “Conservação pode ser o sinal de uma virtude pessoal, mas não é uma base suficiente para uma política energética abrangente”. Cheney defendia foco pesado na produção de energia, incluindo o desenvolvimento em regiões como *Arctic National Wildlife Refuge*, para atendimento do enorme consumo de energia dos EUA. Os EUA representam aproximadamente 4% da população global, mas consomem mais de 21% da demanda total de energia primária (ELKIND *apud* PASCUAL, 2009).

A história se repete, e no momento da escrita deste trabalho, a mesma visão está presente nas declarações e ações do presidente Trump que pouco tempo depois de tomar posse no cargo anunciou a saída dos EUA do acordo de Paris sobre a mudanças climáticas²¹.

²¹ Disponível em < <http://exame.abril.com.br/mundo/trump-anuncia-saida-eua-acordo-paris/> > obtido em 07 de junho de 2017

2.8 A segurança do Estado e a segurança energética

A segurança energética é intimamente vinculada à segurança do Estado, que deve ser cuidada com amplitude e profundidade.

A autoridade ou gestor público responsável pelas questões atinentes à segurança energética pode angariar importantes subsídios sobre o tema ao conhecer os trabalhos de Mário Travassos, Therezinha de Castro e Meira Mattos sobre a geopolítica e o Brasil em suas várias vertentes que moldaram as concepções geoestratégicas atuais para entendimento das dinâmicas das relações com demais países.

Hoje, o documento oficial de mais alto nível em matéria de defesa no Brasil é a Política Nacional de Defesa (PND), que deve ser coerente com a política externa (BRASIL, 2012) que no momento da escrita desse trabalho passa por uma consulta pública visando sua atualização.

Além do PND, o Livro Branco de Defesa Nacional (LBDN) e o documento que define a Estratégia Nacional de Defesa (END), em consonância com PND, foram encaminhados para apreciação do Congresso Nacional, em novembro de 2016, em cumprimento ao previsto na Lei Complementar (LC) nº 97/1999, alterada pela LC no 136/2010, correspondentes ao período 2017/2020.

O PND fixa os objetivos da defesa nacional e estabelece diretrizes, com vistas ao preparo e emprego da capacidade nacional em todos os níveis e esferas do Poder Nacional. A implementação do PND fica a cargo da Estratégia Nacional de Defesa (END), que estabelece como fazer o que foi estabelecido na Política.

A capacidade de proteção, conforme o END, exprime o mais relevante objetivo nacional, o de garantir a soberania, o patrimônio nacional e a integridade territorial. Assim, importa dotar a Nação da capacidade de resposta em situações excepcionais, preservando-se o funcionamento normal das funções vitais do Estado.

É importante conceituar segurança e defesa nacional para os fins desse trabalho, pois quando o referencial é a Nação, são necessários dois pressupostos para uma efetiva ação política: definir os objetivos e conhecer os meios que podem ser empregados para atingi-los.

Segurança é a condição que permite ao País preservar sua soberania e integridade territorial, promover seus interesses nacionais, livre de pressões e ameaças, e garantir aos cidadãos o exercício de seus direitos e deveres constitucionais. Segurança é uma sensação, uma percepção que o ambiente é

propício para a continuidade de programas que permitam o pleno emprego de capacidades no sentido de desenvolvimento das potencialidades da Nação.

Defesa Nacional, por sua vez, é o conjunto de medidas e ações do Estado, com ênfase no campo militar, para a defesa do território, da soberania e dos interesses nacionais contra ameaças preponderantemente externas, potenciais ou manifestas. É fruto da contínua atenção dada às instabilidades verificadas nas relações entre os países e na percepção das novas ameaças que emergem constantemente.

A segurança energética, como apresentado nos capítulos precedentes, é prioridade na agenda política dos países. São necessárias medidas efetivas para afastar da sociedade o risco da falta de energia ou para diminuir a instabilidade da falta de acesso às fontes energéticas.

A END, no momento da consulta pública, enfatiza claramente no concernente ao Poder Nacional, que é preciso contribuir para o incremento do nível de segurança das Estruturas Estratégicas (sistema de captação, tratamento e distribuição de água, geração e distribuição de energia elétrica, sistemas de transporte, produção e distribuição de combustíveis, finanças, comunicações e cibernética).

Assim é fundamental a identificação e aplicação de ações de modo a permitir que o Estado tenha um planejamento de médio e longo prazos.

No contexto das políticas energéticas, a principal preocupação é a garantia do suprimento de energia a preços estáveis sem riscos de descontinuidade e de dependência externa.

De fato, as nações, através de seus diversos governos, buscam continuamente uma situação de independência política. Contudo se tal nação não estiver sob um cenário de segurança energética, a vulnerabilidade política aumenta. É sabido que a energia ocupa um papel de destaque nas sociedades em função da sua forte relação com a economia, a tecnologia, o meio ambiente e com o bem-estar social.

Os recursos energéticos tornaram-se o centro das atividades produtivas após a Revolução Industrial. A segurança energética passou a ser uma preocupação constante, não apenas dos mercados consumidores, mas principalmente dos Estados em uma era de uso intensivo de energia.

Nas estratégias visando a segurança energética, a vulnerabilidade ambiental é também um fator de relevância face à sua forte relação com o setor energético. O entendimento de que os recursos naturais são finitos leva os países a buscar opções para o desenvolvimento sustentável. As inquietações das agências e organismos de desenvolvimento e da própria ONU

têm se posicionado contrários ao uso das tecnologias que utilizam fontes energéticas emissoras de gases de efeito estufa (COP 21)²².

Atualmente as políticas energéticas dos países, tentando evitar uma situação de vulnerabilidade ambiental, consideram como uma das suas principais premissas a minimização dos impactos ambientais resultantes da exploração, transporte, transformação e armazenamento de energéticos. Num mundo impulsionado pelo consumo de energia, os segmentos econômicos buscam medidas e ações para a diminuição da emissão de gases estufa.

Há autores que defendem que as questões de segurança dos Estados hoje são mais vistas sob enfoque geoeconômico do que sobre enfoque geopolítico onde predominam considerações geográficas ou históricas.

Quando se trata de segurança de Estado é conveniente atentar para o fato de que os interesses nacionais são prevalentes na determinação das relações entre países. Quando são compatíveis, as relações são amistosas, quando são incompatíveis, as relações são conflituosas.

Paquistão e Índia são exemplos de relações incompatíveis, pois os dois Estados disputam uma mesma região e alegam questões históricas para fundamentar suas pretensões.

O mesmo ocorre entre Israel e Palestina que disputa uma área que se localiza no Oriente Médio, mais precisamente nas proximidades do Mar Mediterrâneo, tendo como foco principal a cidade de Jerusalém, um ponto de forte potencial turístico religioso que é considerado um lugar sagrado para várias religiões, incluindo o islamismo e o judaísmo.

Qualquer Estado que tenha planos de se ombrear com potências globais, em qualquer que seja o sistema internacional vigente, precisa garantir autonomia energética, política, econômica e militar.

2.9 O problema da falta de prevenção contra desastres e ameaças contra infraestruturas críticas no Brasil

No Brasil, há muito tempo se observa um alheamento por parte das lideranças políticas, e mesmo da sociedade, sobre as questões de segurança, principalmente depois do fim do regime militar em 1985, conforme aponta (VASCONCELOS, 2012) e vários outros estudos conduzidos pela Escola Superior de Guerra (ESG):

²² Disponível em < <http://newsroom.unfccc.int/cop21parisinformationhub> > obtido em 05 de setembro de 2016

“Pelo exposto, constata-se a evolução no trato da sociedade com os temas da Defesa, ainda longe do ideal. Motivo de alheamento dos assuntos da defesa é a relação, pela sociedade, que ainda se faz do militar de hoje aos fatos relacionados aos militares de ontem – a chamada “ditadura militar”.

Em outro viés, ponto positivo do atual quadro da defesa nacional é a identificação das Forças Armadas com a sociedade brasileira, com altos índices de confiabilidade. Segundo a END (Estratégia Nacional de Defesa), há de se aumentar o envolvimento, ainda pouco significativo, da sociedade brasileira com os assuntos de defesa. A mesma sociedade que eleva os índices das Forças Armadas.

Entender e considerar os documentos de Defesa com a seriedade, rigidez e compreensão que a Defesa requer, não é tarefa fácil. Tampouco a condução de homens em armas”.

Uma das consequências perniciosas é o fato de que grande parte da sociedade considera que as Forças Armadas executam apenas missões subsidiárias e complementares, como a segurança pública que, na verdade, é responsabilidade das polícias de cada Estado da Federação.

Prevenção contra desastres de qualquer natureza, nunca foi prioridade no Brasil. Conforme pesquisa recente, nos últimos anos, os problemas políticos e relativos à economia, liderados pela corrupção, tem sido motivo de preocupação da sociedade²³.

Pouco atenta aos problemas de segurança e com muita confusão em relação ao papel das Forças Armadas, das Polícias e de órgãos como a Defesa Civil, a “segurança” de maneira muito geral é lembrada apenas em momentos da ocorrência de grandes calamidades ou de recrudescimento da violência.

A sociedade e as lideranças políticas, quando o assunto é segurança, mostram grande divergência de pensamentos, manifestados continuamente nas redes sociais.

Para exemplificar, o assunto “segurança” ganha destaque apenas em situações em que tragédias causadas por desastres naturais e por falhas em sistemas ou procedimentos ou por graves problemas causados por organizações criminosas. São emitidas opiniões sem embasamento legal que as justifiquem e que são veiculadas nas redes sociais e nas demais mídias tradicionais.

Como consequência, a produção de estudos sistemáticos sobre segurança fica restrita, em sua maioria, ao segmento militar e algumas poucas iniciativas do meio civil, sendo que boa parte dos trabalhos são atinentes à

²³ Disponível em: <http://g1.globo.com/hora1/noticia/2016/01/pesquisa-mostra-que-corrupcao-ja-e-maior-preocupacao-do-brasileiro.html>

áreas de atuação mais especializadas. E em relação às ICs, o quadro não é diferente.

Um quadro (figura 7) com estruturas tidas como críticas em diferentes países e regiões foi confeccionado por (BRUNNER; SUTER, 2008) e (NATÁRIO; NUNES, 2014) citados por (OLIVEIRA, 2015). O pesquisador de nacionalidade portuguesa, constata como a segurança é negligenciada em vários países, incluindo o Brasil:

Figura 7: Setores considerados críticos em diversos países

SECTORES	PAÍSES																									
	A	B	C	E	F	F	D	H	I	I	J	K	M	N	N	N	P	R	S	S	E	C	G	U		
	U	R	A	S	R	I	E	U	N	T	P	O	A	L	O	Z	O	U	W	G	S	H	B	S		
	S	T	A	N	T	A	N	U	N	D	A	N	R	L	D	R	L	S	E	P	P	E	R	A		
Banca e Finanças	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Governo Central	•		•	•	•		•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•
Indústria Química e Nuclear			•						•				•	•		•					•	•	•			•
Serviços de Emergência	•	•	•	•	•			•	•	•		•	•		•	•	•	•				•	•	•		•
Electricidade/Energia	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•				•	•	•	•	•	•
Agricultura/Alimentação	•			•	•	•	•	•	•		•	•		•	•						•	•	•	•	•	•
Serviços de Saúde	•	•	•	•	•	•		•	•				•	•	•						•	•	•	•	•	•
Comunicação/Media	•	•				•	•		•	•		•		•	•			•	•	•	•		•	•		•
Defesa					•			•	•			•	•		•		•							•	•	
Monumentos Nacionais	•																								•	
Esgotos/Resíduos	•									•			•	•	•	•							•	•	•	•
Telecomunicações	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Transportes/Logística	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•	•
Distribuição de Água	•		•		•	•	•	•	•		•	•		•	•	•				•	•	•	•	•	•	•

Fonte: Brunner e Suter (2008) e Natário & Nunes, 2014, *apud* OLIVEIRA, 2015.

No quadro acima, nota-se que o setor de energia não se encontra classificado como IC no Brasil. O autor do estudo não observou nenhuma iniciativa ou sinalização no sentido de propor estudos das ICs brasileiras no tocante à energia, assim como para indústrias químicas e nucleares ou mesmo para as edificações do governo federal.

Para começar a compreender a dimensão do problema que pode ocorrer pela não observância de questões de segurança relativas às ICs é bom recordar que o Brasil ocupa 47% da superfície da América do Sul, possui metade da população do subcontinente, com considerável reserva de água doce e vastidão de terras agricultáveis.

Com matriz energética favorecida pela geografia, o Brasil conta com significativa e crescente participação de fontes renováveis, com destaque para energia elétrica de geração eólica e solar e etanol derivado da biomassa, além de grandes reservas de combustíveis fósseis, que tornam o país autossuficiente em energia.

Sendo o quinto maior país em superfície do globo terrestre, ocupa posição central na América do Sul e tem fronteira com quase todos os países do subcontinente, o que representa 16.880 km de fronteira terrestre e 7.500 km de litoral. O Brasil dispõe de consideráveis riquezas minerais, no continente e na plataforma continental. O País é bem aquinhado pela natureza no tocante à geração de energia, pela disponibilidade de água doce e por boas condições para produção agrícola. Mencionadas riquezas, que estão se esgotando em outros países, poderão ser alvo de ambições.

Em artigo apresentado no X Ciclo de Estudos Estratégicos da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME), (DEMETERCO, 2011) mostra que dentre os países do grupo BRICs, as missões atribuídas ao Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República, o Brasil foi o último país a pensar na questão de segurança de infraestruturas críticas.

Ainda, conforme (DEMETERCO, 2011), foi somente em 2006, após ataques da facção criminosa PCC, que foi criado um grupo de estudos, após demanda da Presidência da República, para dar maior consistência aos esforços de pensar sobre as questões atinentes à segurança das ICs. De acordo com (DEMETERCO, 2011), os EUA foram o primeiro país a tratar de maneira organizada os problemas atinentes às vulnerabilidades de suas infraestruturas críticas devido às ações terroristas no próprio território, identificando 18 áreas consideradas ICs.

Com o mesmo objetivo a China, Coreia do Sul, Reino Unido, Canadá, Austrália e, depois a África do Sul, em preparação para a Copa Mundial de Futebol de 2010, também passaram a estudar suas vulnerabilidades no tocante às ICs.

A tabela 1, mostra os setores e subsetores constituintes de ICs conforme a diretiva da União Europeia para os países do bloco:

Tabela 1 - Classificação de Setores e subsetores de IC		
Setor	Subsetor	Produto/ serviço
<i>Energia</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Eletricidade - Petróleo e Gás - Nuclear 	<ul style="list-style-type: none"> - Geração, transmissão e distribuição de eletricidade - Produção e distribuição de óleo e gás, refino, tratamento e armazenamento, incluindo gasodutos e oleodutos. - Geração, transmissão e distribuição de eletricidade.
<i>Transporte</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Rodoviário - Ferroviário - Aéreo - Navegação interior - Marítimo: incluindo cabotagem 	
<i>Telecomunicações</i>		Sistema de transmissão em fibra ótica, antenas

Fonte: Adaptado de Diretiva 2008/114/CE

O quadro acima fornece uma boa proa para identificação dos setores e subsetores que devem receber atenção por parte da sociedade e dos formuladores das políticas públicas relativas à proteção das ICs.

2.9.1 A necessidade de conferir maior proteção às ICs

A necessidade de conferir maior atenção em relação à proteção de ICs no Brasil fica clara, não somente por parte de pesquisadores brasileiros que apontam a existência de muitas vulnerabilidades, quanto por parte de pesquisadores estrangeiros, como mostrado na seção anterior.

Iniciativas em outros países mostram a crescente preocupação com a manutenção das infraestruturas que garantem o bem-estar, a continuidade do fornecimento de produtos e serviços, do desenvolvimento econômico bem como a recuperação dos investimentos para a manutenção do ciclo de crescimento econômico.

As iniciativas brasileiras ainda são incipientes em relação à proteção das ICs. Esse fato talvez possa ser explicado pelo atraso na implementação de reformas continuamente adiadas como a tributária, a previdenciária e a política, que são sempre ventiladas mas não concretizadas. Outro fato que pode explicar a não priorização da proteção às ICs é a crise política e econômica decorrente do longo processo de *impeachment* da presidente da República em 2016 e a crise política que sucede em 2017 resultando em lenta retomada econômica do país.

Capítulo 3 - Panorama do setor energético brasileiro

A história da iluminação no Brasil é rica e repleta de aspectos pitorescos. Era precária a iluminação das vias públicas da cidade do Rio de Janeiro em 1763, quando esta se tornou a capital do Brasil e residência dos vice-reis portugueses (DUNLOP, 1949). Eram lampadários suspensos na frente de alguns edifícios religiosos que eram acesos durante a noite, um candeeiro de azeite ou vela de cera. Eram colocadas em frente das imagens pela fé do povo.

Somente em 1794, no vice-reinado do Conde de Rezende é que a iluminação passou a ser subsidiada pelos cofres públicos e atendia somente 100 lampiões com candeeiros de azeite de peixe no trecho da cidade que abrigava o governo, a polícia, o alto comércio, o corpo diplomático, as escolas superiores e os teatros.

No Brasil, a primeira tentativa para o emprego do gás de iluminação data de 23 de outubro de 1828, quando por decreto do Imperador Pedro I, foi concedida ao cidadão Antonio da Costa a permissão para uma empresa com acionistas brasileiros e ingleses que se chamaria “Imperial Companhia para a iluminação da Cidade do Rio de Janeiro”. Porém, como não conseguiu, em 1830 o contrato foi desfeito.

A segunda tentativa de iluminar a cidade, por meio do gás foi na regência do Imperador Pedro II, sem sucesso novamente.

Somente no ano de 1852, o Barão de Mauá (Irineu Evangelista de Sousa) começou a construção do edifício da fábrica de gás na rua do Aterrado que foi recebido com pavor pela população. Apesar de vários percalços, inclusive um surto de febre amarela, em 25 de março de 1854, com vinte quilômetros de encanamento de ferro, o gás iluminou algumas ruas da cidade. O Rio de Janeiro foi a primeira cidade do Brasil a ter iluminação pública a gás.

Por volta de 1872, ainda durante o Império, São Paulo que era a décima maior cidade brasileira, recebeu seus primeiros lampiões iluminados a gás, sendo que na oportunidade, foram acesos 550 lampiões (BRANDÃO, 2007).

Os primeiros empreendimentos no campo da energia elétrica no Brasil remontam ao fim do século XIX, mais precisamente, depois da implantação do regime republicano. Com a Constituição de 1891, surgiram os primeiros ordenamentos jurídicos que passaram a reger o Setor Elétrico Brasileiro. Ao Império Brasileiro, bastante centralizador, sucedeu uma República Federativa, descentralizada possibilitando a outorga de poderes aos estados e municípios.

Desde então, o cenário nacional passou por mudanças constantes e significativas. No início pequenas usinas foram instaladas para suprir a

necessidade de energia em propriedades isoladas. Algumas se expandiram, atendendo também os serviços públicos.

Aos poucos, investidores instalaram empreendimentos para atendimentos de necessidades locais de produção e distribuição de energia elétrica. O Brasil se tornou um grande celeiro em geração, transmissão e distribuição de energia.

Tendo em vista os setores e subsetores de energia que foram apontados no capítulo anterior, neste é mostrado um panorama mais abrangente dos setores mais importantes da matriz energética brasileira, no caso a energia primária da eletricidade, do petróleo e gás natural e a energia nuclear, importante pela importância estratégica de dispor da tecnologia nuclear.

Hoje o país possui o denominado Sistema Interligado Nacional (SIN) com tamanho e características que permitem considerá-lo único em âmbito mundial, o sistema de produção e transmissão de energia elétrica do Brasil é um sistema de grande porte, com forte predominância de usinas hidrelétricas e com múltiplos proprietários.

O SIN é formado pelas empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte. Apenas 3,4% da capacidade de produção de eletricidade do país não está conectada ao SIN, em pequenos sistemas isolados localizados principalmente na região amazônica.

Apesar de contribuir com apenas 2,5% para a oferta de energia, as duas usinas Angra I e II, são duas termelétricas, não convencionais, que contribuem para a inserção do Brasil no rol dos países que detém tecnologia nuclear para fins pacíficos com importantes contribuições para área de medicina e agricultura.

As usinas térmicas convencionais também merecem destaque, pois atuam para minimização do risco de desabastecimento de energia em períodos hidrológicos desfavoráveis.

Cabe mencionar que desde a segunda metade do século XX, foram desenvolvidos projetos conjuntos com outros países na área energética, os mais antigos sendo o consórcio Itaipu Binacional e a interligação de *Acaray*, ambos realizados entre Brasil e Paraguai. Mais tarde, outros projetos foram conduzidos, envolvendo também a Argentina e o Uruguai (RODRIGUES, 2012).

A figura 8 mostra as iniciativas que redundaram na criação de empreendimentos energéticos antes da formalização do MERCOSUL.

Figura 8: Interligações internacionais entre países do Mercosul

Países	Localização	Tensão
Brasil – Argentina	Garabi (BR) – Rincón Santa Maria (AR)	500 Kv
Brasil – Argentina	Uruguiana (BR) – Paso de los Libres (AR)	132/230 kV
Brasil – Paraguai	Ponta Porã (BR) – Pedro Caballero (PY)	22 kV
Brasil – Paraguai	Central Itaipú	500/220 kV
Brasil – Paraguai	Foz do Iguaçu (BR) – Acaray (PY)	138 kV
Brasil – Uruguai	Livramento (BR) – Rivera (UY)	230 kV
Brasil – Uruguai	Presidente Médici (BR) – Melo (UY)	500 kV

Fonte: (RODRIGUES, 2012)

As usinas hidroelétricas binacionais hoje em operação foram construídas antes da formação do MERCOSUL, entre as décadas de 1970 e 1980 (BEHRENS, 1990; DÁVILA-VILLERS, 1992) *apud* (RODRIGUES, 2012).

3.1 Subsetor Energia Elétrica

A matriz elétrica nacional é de origem predominantemente renovável, o que confere uma grande vantagem em relação aos demais países.

O potencial técnico de aproveitamento da energia hidráulica do Brasil está entre os cinco maiores do mundo. Com 12% da água doce superficial do planeta e condições adequadas para exploração, o potencial hidrelétrico é estimado em cerca de 260 GW, dos quais 40,5% estão localizados na Bacia Hidrográfica do Amazonas, ainda com potencial de exploração.

A Bacia do Paraná responde por 23%, a do Tocantins, por 10,6% e a do São Francisco, por 10% da capacidade de geração hidroelétrica.

Algumas das usinas em processo de licitação ou em obras na Amazônia, no período da escrita deste trabalho, irão integrar a lista das dez maiores do Brasil: Belo Monte (que terá potência instalada de 11.233 megawatts), São Luiz do Tapajós (8.381 MW) além de Jirau (3.750 MW) e Santo Antônio (3.150 MW) que já estão em operação. Entre as maiores geradoras em funcionamento estão Itaipu (14 mil MW, ou 16,4% da energia consumida em todo o Brasil), Tucuruí (8.730 MW), Ilha Solteira (3.444 MW), Xingó (3.162 MW) e Paulo Afonso IV (2.462 MW).

Para coordenar as citadas geradoras, e toda a estrutura nacional de aproveitamento de recursos, foi criado o SIN que é um sistema de coordenação e controle, integrado pelas empresas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte que visa assegurar a produção de energia com o menor custo e com máxima segurança de suprimento, segundo o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

O SIN permite a transferência de energia elétrica de uma região para outra, aproveitando as diferenças de estações chuvosas. São vários reservatórios planejados para armazenamento plurianual com turbinas de reserva para geração de energia adicional nos períodos de maior pluviosidade.

O ONS é uma entidade brasileira de direito privado, sem fins lucrativos, que é responsável pela coordenação e controle da operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica do SIN e está sob fiscalização e regulação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). A figura 9 mostra o escopo de atuação do ONS:

Figura 9: Escopo da atuação da ONS

Fonte: ONS

A figura 10 esquematiza o SIN, dando uma ideia de sua dimensão e da complexidade de proteger as ICs do setor elétrico brasileiro.

Figura 10: SIN tem $\cong 97.000$ km de extensão

Fonte disponível em: www.ons.org.br obtido em 13 de outubro de 2015

Observa-se que são muitas ICs de geração, transmissão e distribuição de energia, interligadas em um sistema complexo.

As usinas de geração de eletricidade são particularmente sensíveis a ataques cibernéticos, pois são controladas por sistemas computadorizados e normalmente, são subsistemas de sistemas muito amplos. O sistema de transmissão apresenta um alto nível de automação.

No caso brasileiro, o número de fontes geradoras de carga é muito grande, como pode ser observado na tabela 2 que mostra o total de geradoras por tipo e a potência instalada:

Tabela 2: Usinas de geração de energia elétrica no Brasil				
Tipo	Qtde	% do Total	Potência instalada (KW)	% do total
Usina Hidrelétrica de energia - UHE	203	4,5	86.992.688	61,1
Pequena Central Hidrelétrica - PCH	457	10,2	4.825.455	3,4
Central Geradora Hidrelétrica - CHG	553	12,3	426.059	0,3
Usina Termelétrica de Energia - UTE	2.884	64,3	39.520.104	27,8
Usina Termonuclear - UTN	2	0,0	1.990.000	1,4
Central Geradora Eolielétrica - EOL	349	7,8	8.488.082	6,0
Central Geradora Solar Fotovoltaica - UFV	38	0,8	22.933	0,0
TOTAL	4.486	100	142.265.292	100

Fonte: Boletim de Informações Gerenciais de março de 2016 da ANEEL

São inúmeras ICs em uma área geográfica imensa. Além do grande número, existe interdependência operativa entre usinas e bacias hidrográficas, com múltiplos agentes que necessitam de coordenação centralizada na operação para garantir otimização econômica do sistema. São, no total, 31 empresas públicas e privadas operando em 12 grandes bacias. A figura 11 ilustra a interligação das bacias:

Figura 11: Integração das bacias hidrográficas

Fonte: ONS

O ONS é responsável por 166 usinas com capacidade de carga de mais de 72.000 MW²⁴ de um total de mais de 544 unidades geradoras, além da rede básica de transmissão, com aproximadamente 90 mil quilômetros de linhas de transmissão, 993 circuitos e 321 subestações, com aproximadamente mil pontos de conexão para distribuição aos consumidores finais.

A tabela 3 mostra o Balanço Energético (o programado *versus* o verificado) no dia 31 de janeiro de 2017. O Sistema permite o planejamento do despacho de energia e a apuração do que foi efetivamente gerado que possibilita acompanhamento diário de todo o SIN e a antecipação de eventual anormalidade:

Tabela 3: Geração do SIN em um dia			
Sistema Interligado Nacional - SIN - MWmed			
Produção	Programado	Verificado	
Hidro Nacional	47.091	45.832	64,33%
Itaipu Binacional	11.247	11.638	16,32%
Termo Nuclear	1.990	1.988	2,79%
Termo Convencional	7.550	7.186	10,09%
Eólica	4.256	4.601	6,46%
Total SIN	72.161	71.245	100,00%
Intercâmbio internacional	1.010	1.015	
Carga	71.151	70.230	
Carga = Consumo + Perdas			

Fonte: IPDO – ONS – dia 31 de janeiro de 2017 – adaptada pelo autor

O Centro Nacional de Operação do Sistema se localiza em Brasília, com centros regionais de operação localizados em Recife (PE), Rio de Janeiro (RJ), Florianópolis (SC) e também em Brasília.

A operação em tempo real garante o cumprimento de diretrizes estabelecidas na programação através de supervisão e controle:

- ✓ Do volume de geração;
- ✓ das transferências de energia entre regiões;
- ✓ da tensão e da frequência;
- ✓ do carregamento da malha de transmissão e
- ✓ dos níveis de reservatório.

²⁴ Em 31 de janeiro de 2017, conforme Informativo Preliminar Diário de Operação (IPDO). Disponível em < http://www.ons.org.br/resultados_operacao/ipdo.aspx > obtido em 03 de fevereiro de 2017

A operação em tempo real permite ainda a realização de ajustes na operação do SIN, preservando a sua segurança e assegurando a capacidade de coordenação e recomposição do SIN após perturbações.

A principal fonte de geração de energia elétrica em 2015 foi de origem hidráulica, BEN (2016), conforme mostra a figura 12:

Figura 12: Oferta interna de energia elétrica por tipo de fonte

Fonte: BEN 2016 - Síntese do relatório final de 2016

A figura 12 deixa evidente que o Brasil dispõe de uma matriz elétrica de origem predominantemente renovável, com destaque para a geração hidráulica, que responde por 64% da oferta interna. As fontes renováveis representam 75% da oferta interna de eletricidade no Brasil, que é a resultante da soma dos montantes referentes à produção nacional mais as importações, que são essencialmente de origem renovável.

Se forem consideradas apenas as grandes usinas hidrelétricas (em número de 203), observa-se que estas ICs são responsáveis pela geração de mais de 60% da energia elétrica do país. Elas formam uma rede que envolvem outros componentes críticos, que são estações, linhas de transmissão, subestações e linhas de distribuição.

Não se pode desprezar a possibilidade de danos provocados por desastres, naturais ou não, que podem comprometer a segurança energética e, consequentemente, o desenvolvimento do país.

3.2 Subsetor Petróleo

O mercado do petróleo é sujeito à dinâmica que oscila muito em razão da interdependência de fatores que geram incertezas quanto à exploração, produção e comercialização de óleo, gás e seus derivados. São riscos estratégicos, flutuações macroeconômicas, risco da própria natureza dos recursos além de incertezas nas capacidades de produção atual e futura (PIXININE, 2009).

Com a descoberta de depósitos na camada pré-sal nas bacias sedimentares *offshore*, a região do Atlântico Sul adquiriu uma importância estratégica e econômica muito maior, com incremento do número de plataformas e aumento de tráfego de embarcações.

3.2.1 Importância econômica da cadeia de produção do petróleo

Independentemente do aproveitamento estratégico e da apropriação do recurso energético, o fato é que as regiões com reservas de óleo e gás *offshore* requerem elevados dispêndios de capital (gastos e investimentos operacionais) acrescidos, no caso do Pré-Sal, dos desafios tecnológicos da exploração em grandes profundidades e da superação das dificuldades técnicas que a camada de sal impõe.

O petróleo gera uma cadeia de valor que contribui para o crescimento e desenvolvimento de muitas outras áreas do setor produtivo do país, tanto à montante, quanto à jusante da Exploração e sua Produção. A figura 13 mostra a contribuição para outros setores da economia:

Figura 13: Cadeia produtiva a jusante da E&P

Fonte: FIESP

Segundo o IBGE (2011), a produção de um bilhão de reais em petróleo demanda R\$ 493 milhões em bens e serviços na cadeia à montante, contribuindo para a geração de quatro mil e oitocentos empregos diretos e indiretos.

Convém mencionar que em 2016 foi obtido recorde na produção de petróleo e gás natural nos campos nacionais. Dados divulgados pela ANP²⁵ mostram que em dezembro/2016, a produção de petróleo totalizou 2,73 milhões de barris por dia.

A produção de gás natural, por sua vez, chegou a 111,8 milhões de metros cúbicos/dia em dezembro do mesmo ano.

Na comparação com dezembro de 2015, a produção de petróleo aumentou 7,8% e a de gás natural foi 11,3% maior.

No total, a produção de petróleo equivalente (petróleo e gás natural) nos campos nacionais fechou dezembro de 2016 em aproximadamente 3,43 milhões de barris de óleo equivalente por dia.

3.2.2 Regulação do subsetor de petróleo no Brasil

²⁵ Disponível em <

<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2017-02/producao-de-petroleo-e-gas-natural-registra-recorde-em-dezembro-diz-anp> > obtido em 03 de fevereiro de 2017

A Lei do Petróleo (Lei nº 9.478/97) acabou com o monopólio estatal do petróleo no Brasil que era controlado pela Petrobrás e abriu oportunidades para iniciativas privadas. Na mesma lei, foram criadas a Agência Nacional do Petróleo (ANP) para regulação, fiscalização e contratação de atividades do setor e o Conselho Nacional de Política Energética, encarregado de formular a política pública de energia.

Em 2005 foi descoberto óleo leve na Bacia de Santos e foi batido o recorde brasileiro de profundidade de perfuração com 6.915 metros de profundidade, na camada do pré-sal.

Em 2007 foi divulgada a descoberta de reserva estimada entre cinco e oito bilhões de barris de petróleo, que garantiria a autossuficiência na produção de petróleo para o Brasil.

Nenhuma empresa, ou país, havia explorado comercialmente em profundidade tão grande, o que chamou a atenção do mundo inteiro. A barreira de sal tem dois mil metros de espessura, e a Petrobrás detém a tecnologia para exploração e produção de óleo em águas profundas. Entretanto, são inúmeros os desafios técnicos, desde o desenvolvimento de tecnologias para superar as grandes variações de temperatura em altas profundidades até a consistência da camada de sal, passando pelas formações geológicas e finalmente, a logística para atender a poços distantes quase 300 km da costa brasileira, com aproveitamento, economicamente viável, do gás obtido.

Para viabilizar a exploração e produção na província do pré-sal vigora, desde 2010, um regime regulador misto. A Lei nº 12.351, promulgada em 22/12/2010, estabeleceu no país, para as áreas não licitadas do polígono do pré-sal e outras áreas estratégicas, o regime de partilha da produção. Para todo o restante do território, cerca de 98% da área total das bacias sedimentares brasileiras, continua em vigor o regime de concessão estabelecido pela Lei nº 9.478, de 6/8/1997.

A Lei Nº 13.365, DE 29/11/2016 fez algumas alterações para facultar à Petrobras o direito de preferência para atuar como operador e possuir participação mínima de 30% (trinta por cento) nos consórcios formados para exploração de blocos licitados no regime de partilha de produção.

A regulação do setor é complementada por outras duas leis:

A Lei nº 12.276, de 30/6/2010, que autorizou a União a ceder onerosamente à Petrobras uma área com o equivalente a cinco bilhões de barris de petróleo. Em contrapartida, a União obteve mais ações da Petrobrás. Depois de um processo de venda de ações (capitalização) no mercado, em setembro de 2010, a participação total do Estado brasileiro (União federal, BNDESPar, BNDES, Fundo de Participação Social e Fundo Soberano

somados) aumentou de menos de 40% para 47,8% do capital social da companhia.

A Lei nº 12.304, de 2/8/2010, que criou a empresa estatal Pré-Sal Petróleo S.A. (PPSA), que representa a União nos consórcios para exploração e produção no pré-sal. A PPSA tem obrigatoriamente a metade dos membros do comitê operacional de cada consórcio. A outra metade do comitê é dividida entre a operadora (a Petrobras, por determinação legal) e empresas vencedoras de licitações para partilha.

O setor de petróleo e gás é dos mais importantes para o Brasil, sendo o responsável principal pela fonte primária de energia do setor de transportes. O País privilegia o transporte rodoviário em detrimento de outros modais o que favorece, sobremaneira, a indústria automotiva conforme se observa da figura 14, que mostra a composição por setores da economia, sendo que a área do transporte é a principal consumidora de combustíveis derivados de petróleo.

Figura 14: Composição setorial do consumo de derivados de petróleo

Fonte: BEN (2015)

3.2.3 Reservas de Petróleo

De acordo com a ANP, as “reservas totais”, que consideram o somatório de reservas provadas, prováveis e possíveis, sinalizando o limite superior da disponibilidade de reservas de petróleo de um total aproximado de 16 bilhões de barris em 2005, sendo que 91,6 % das reservas totais nacionais de petróleo se localiza no mar (campos *offshore*).

Pode-se ver que, em relação à dependência externa de petróleo houve importante redução, principalmente depois de 2012, conforme se vê na figura 15, com a apropriação das reservas *offshore* do pré-sal. Os vinte maiores poços produtores de petróleo estão localizados na província do pré-sal.

Figura 15: Dependência externa de energia do Brasil

Fonte: BEN (2015)

Três estados respondem pela maior parcela de contribuição das reservas terrestres, segundo (BEN, 2015): Rio Grande do Norte (24,2%), Sergipe (26,3%) e Bahia (31,3%). Já as reservas brasileiras *offshore* situam-se, basicamente, em estados da Região Sudeste: Rio de Janeiro (87,4%) e Espírito Santo (9,6%). A participação dos demais Estados é marginal.

3.2.4 Instalações utilizadas na pesquisa e produção de petróleo

A soberania do país pressupõe a manutenção da integridade de toda a infraestrutura de curto e longo prazos que inclui toda a estrutura de pesquisa e exploração de petróleo e gás natural. Hoje, sem utilização de tecnologias de exploração sísmica, é improvável encontrar jazidas com potencial de aproveitamento econômico.

A cadeia produtiva do petróleo e gás natural, contempla a busca de informações sobre os reservatórios, os contratos de perfuração, serviços de perfuração e equipamentos associados, revestimento e completação dos poços, instalação das infraestruturas, produção e manutenção e finalmente, a desativação após a drenagem do óleo.

Na exploração *offshore*, as plataformas utilizadas para produção do óleo e gás são candidatas à classificação como IC, tendo em vista, o alto custo de fabricação e manutenção. Uma unidade flutuante de produção, armazenamento e transferência (FPSO - em inglês *Floating Production Storage and Offloading*), por exemplo, pode ter custo de um bilhão de reais²⁶.

Na questão das plataformas marítimas de exploração e produção de óleo, surge o problema da vulnerabilidade das instalações, objeto das preocupações da instituição que tem como atribuição constitucional a defesa da riqueza do país em águas jurisdicionais brasileiras, a Marinha do Brasil. A citada vulnerabilidade das instalações petrolíferas não está atrelada apenas à segurança operacional das mesmas.

Pelos baixos investimentos ao longo de muitos anos, a nossa Marinha não possui uma esquadra apropriada para defesa e proteção das instalações marítimas, considerada a dimensão das águas territoriais da costa brasileira. Em futuro próximo, aquelas poderão ser alvos em razão de interesses conflitantes, dado o grande potencial energético petrolífero disponível (FARIA, 2010).

Vulnerabilidade está presente em toda a costa brasileira, notadamente onde há exploração e produção de petróleo no mar que podem ser alvo de sabotagens, ações de pirataria e também de acidentes em função da intensificação de tráfego marítimo.

A defesa e proteção, visando a garantir a segurança das instalações no mar, ao longo dos anos, foi relegada ao segundo plano, possivelmente em função de falta de dados estatísticos sobre ataques ou ameaças, mas é bem conhecida a ação de piratas na costa da Somália. Desde 1992, há relatos deste tipo de atividade, reportado por diversas organizações internacionais, incluindo a Organização Marítima Internacional e o Programa Alimentar Mundial. Essa atividade contribuiu para um aumento nos custos do transporte marítimo.

3.2.4.5 Terminais de petróleo

Os terminais de petróleo e gás, por suas características, são consideradas ICs por excelência. Oleodutos e estações de bombeamento permitem a interligação com instalações de estocagem (*tank farms*) e refinarias. São interdependentes com as redes de energia elétrica necessárias para acionamentos de válvulas e sistemas de bombeamento.

²⁶ Disponível em < <http://www.abb.com.br/cawp/seitp202/9f771867a243168d83257a6e003f367f.aspx> > obtido em 23 de fevereiro de 2017 – Valor se refere à 2011

O terminal aquaviário de São Sebastião – Almirante Barroso conta com quatro berços, que movimentam principalmente diesel, gasolina, nafta, petróleo, querosene e outros combustíveis. O terminal recebe petróleo por navio-petroleiro e abastece diretamente quatro refinarias situadas no estado de São Paulo através dos oleodutos São Sebastião-Guararema e Santos-São Sebastião. Os derivados entram e saem do terminal pelo oleoduto Guararema-Paulínia.

Maior unidade operacional em movimentação de produtos, o Terminal de São Sebastião recebe petróleo nacional e importado. Abastece as quatro refinarias do estado de São Paulo: Paulínia (REPLAN), Vale do Paraíba (REVAP), Capuava (RECAP) e Presidente Bernardes (RPBC).

O petróleo é transferido às refinarias por oleodutos, como o São Sebastião-Guararema (OSVAT) que atende as refinarias de Paulínia (REPLAN) e Vale do Paraíba (REVAP); e o Oleoduto Santos-São Sebastião (OSBAT), as refinarias Presidente Bernardes (RPBC) e Capuava (RECAP). Os derivados entram e saem do terminal pelo Oleoduto Guararema-Paulínia (OSPLAN) e por meio de navios, com destino a outros portos do território nacional ou para exportação.

Três importantes oleodutos OSPLAN I, OSBAT e OSVAT saem do terminal de São Sebastião. A tabela 4, mostra alguns dados sobre os oleodutos que abastecem refinarias importantes:

Tabela 4: Oleodutos com origem em São Sebastião - SP		
Oleoduto OSPLAN I Destino: Replan (Paulínia/SP) Produtos: claros Extensão: 235 Km	Oleoduto OSBAT Destino: Terminal de Cubatão/SP Produtos: petróleo Extensão: 121 Km	Oleoduto OSVAT Destino: Terminal de Guararema/SP Produtos: petróleo Extensão: 83 Km

A estrutura de São Sebastião é importantíssima para o Brasil, por abastecer o estado brasileiro que concentra grande parte da economia brasileira, responsável pela maior parte do PIB do País. Os subsetores de transporte e industrial podem ser profundamente afetados caso ocorra alguma contingência nesse Terminal.

Outros terminais da Petrobrás, embora menores, são também relevantes como IC, porém não são todos os terminais da Petrobrás que devem ser classificados, pois é preciso considerar os volumes movimentados e os centros abastecidos para determinar a importância relativa de cada uma delas para o país.

3.3 Subsetor Gás Natural

A disponibilização de gás natural no país implica em considerar os modais de transporte atualmente disponíveis: gasodutos de escoamento da produção, que saem dos poços produtores até as instalações de processamento ou unidades de liquefação, gasodutos de transporte a grandes distâncias, que necessitam de estações para compressão e linhas de distribuição de gás canalizado.

O gasoduto Bolívia-Brasil, atualmente o maior projeto de importação de gás natural implantado no país, ligando as reservas de Rio Grande (Bolívia) a Porto Alegre (RS), passando por cinco estados brasileiros (Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná e Santa Catarina e Rio Grande do Sul), num total de 2.593 km de extensão de tubos de transporte no território brasileiro.

Em relação à importação de gás, além do gasoduto de suprimento de gás natural à termelétrica da cidade de Uruguaiana (RS), deve-se destacar o projeto de extensão do mesmo até a cidade de Porto Alegre, totalizando 615 km, visando atender simultaneamente a dois objetivos:

1. fornecimento de insumo para geração de eletricidade no estado do Rio Grande do Sul, que importa quantidade substancial deste energético;
2. servir de elemento de interligação entre as bacias gasíferas da Argentina, Brasil e Bolívia.

Para o escoamento de gás natural oriundo da província do pré-sal está implantada a ROTA 1 que tem em estudo um projeto de ampliação da Unidade de Tratamento de Gás Monteiro Lobato. A ROTA 2 está em avaliação e a ROTA 3, composta de gasoduto e unidade de produção de gás natural (UPGN), está em implantação, conforme mostra a figura 16:

Figura 16: Novos gasodutos para aproveitamento gás natural produzido no pré-sal

Fonte: Plano de Negócios Petrobrás 2017-2021

Os gasodutos permitem o escoamento da produção de gás natural abastecendo importantes centros consumidores, permitindo também a geração de energia elétrica por termelétricas. É uma infraestrutura que pode ser classificada como IC, em função da importância econômica da energia transportada.

Sobre a questão da segurança na província do pré-sal, importa considerar o aumento do trânsito de embarcações na região e a movimentação de recursos extraídos em uma região de elevada importância estratégica para o Brasil, em função de ser a nossa principal artéria econômica (MEIRA MATTOS, 2011). (SOUSA, 2009) escreveu a respeito:

“Cabe ressaltar que, em torno dos “navios-plataforma” (FPSO), a exemplo do que ocorre em toda a Bacia de Campos-RJ, onde está concentrada a maior produção (80%) de petróleo do país, haverá uma gama de atividades inerentes à exploração e muitas embarcações de apoio marítimo, avolumando estes complexos industriais no mar, modificando com rapidez a configuração das áreas de produção e impondo aos detentores novas demandas.

Além do desenvolvimento de todo um parque industrial pertinente, nas próximas duas ou três décadas o petróleo e o gás continuarão liderando, por certo, a matriz energética global. Considerando a demanda mundial, que cresce a cada dia, sobretudo decorrente do acelerado crescimento de países emergentes como China e Índia, torna-se muito claro que a manutenção da segurança dos complexos exploratórios de hidrocarbonetos dos Estados produtores ensejará a tomada de uma série de medidas visando a se contrapor a possíveis ameaças”.

Tal visão, é reforçada pela Política Nacional de Defesa (PND), que enfatiza a natural vocação marítima brasileira respaldada pelo extenso litoral, pela magnitude do comércio exterior através dele praticado e pela incontestável importância estratégica do Atlântico Sul, de vital relevância para o País, na medida em que incorpora elevado potencial de recursos vivos e não vivos, entre estes, as maiores reservas de petróleo e gás do Brasil.

A expressão estratégica do Atlântico Sul é inegável, por isso, ações no sentido de salvaguardar recursos e os movimentos na região são imprescindíveis.

3.3 Energia nuclear

De acordo com o documento em vigor que define a política e a estratégia de defesa para o Brasil do Ministério da Defesa (BRASIL - Ministério da Defesa, 2012), a energia nuclear é um dos pilares-chaves para o desenvolvimento do País. A proteção das ICs de pesquisa, desenvolvimento e produção de energia termonuclear é fundamental para a inserção e manutenção do Brasil no rol dos países que dominam essa tecnologia sensível.

O setor nuclear, juntamente com o setor espacial e o cibernético são estratégicos para o País pois, em decorrência de sua própria natureza, os citados setores transcendem a divisão entre o desenvolvimento e a defesa e entre o civil e o militar.

Em relação à energia nuclear, usada para geração de energia elétrica, o domínio da tecnologia permite aplicações inovadoras nas áreas de medicina, agricultura além de ser utilizada na propulsão de submarinos para a defesa da soberania e do patrimônio nacional.

O Brasil dispõe de duas usinas termelétricas não convencionais, com reatores à água pressurizada (*PWR – Power Water Pressurized*) que, juntas, formam a Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto (CNAEA). A primeira é Angra 1, que entrou em operação comercial em 1985 e tem potência de 640 MW. A outra é Angra 2, que começou a operar em 2001 e cuja potência é de 1.350 MW.

No aspecto segurança, a central nuclear brasileira emprega o conceito de defesa em profundidade, isto é de barreiras em série. Além disso, contam com sistemas de segurança passivos que entram em ação automaticamente para impedir acidentes radioativos, com o desligamento e o resfriamento do reator. Além disso, existem duas barreiras físicas protetoras: uma externa, de concreto e outra interna, de aço que tem por finalidade proteger contra

fenômenos naturais, incluindo terremoto, maremoto, inundações e explosões. Os sistemas de segurança são independentes e redundantes.

Embora existam diversas barreiras e planos de contingência para o caso de um acidente nuclear, depois do acidente de Fukushima provocado por um maremoto seguido de um tsunami, sabe-se que nem sempre é possível prever todas as possibilidades e ameaças.

Importa ressaltar que as ameaças antropocêntricas, inclusive cibernéticas, são reais e têm sido concretizadas contra ICs de energia para variados fins políticos e econômicos.

Ao longo da história, variados discursos ideológicos foram utilizados para dissimular interesses geopolíticos de longo prazo de nações mais desenvolvidas, cuja execução significou projeção de poder real sobre outros povos e nações, em muitos casos, com o emprego de força militar.

No presente, grupos terroristas são ameaças em grande parte do mundo e o Brasil não pode descartar a eventualidade da ocorrência dentro do país que vive instabilidades políticas desde 2013 com manifestações em diversas cidades. Em 2006, uma organização criminosa simplesmente imobilizou a cidade de São Paulo com ataques contra as forças policiais.

A Convenção sobre o Cibercrime (Convenção de Budapeste) - tratado internacional de direito penal e direito processual penal firmado no âmbito do Conselho da Europa para definir de forma harmônica os crimes praticados por meio da Internet e as formas de persecução – o Brasil ainda não aderiu à citada convenção mas definiu o denominado Marco Civil da Internet (Lei 12.965 - 23/04/2014) que estabelece princípios, garantias, direitos e deveres para o uso da Internet no Brasil.

A Lei 13.260 (16/03/2016) regulamenta o disposto no inciso XLIII do art. 5º da Constituição Federal, disciplinando o terrorismo, tratando de disposições investigatórias e processuais e reformulando o conceito de organização terrorista. Referida Lei é explícita em definir como crime a sabotagem do funcionamento ou tomada, com violência, grave ameaça a pessoas ou uso de mecanismos cibernéticos, de qualquer local em que funcionem serviços públicos essenciais, instalações de geração ou transmissão de energia, instalações de exploração, refino e processamento de petróleo e gás.

Capítulo 4 – A gestão integrada de riscos

Neste capítulo são apresentados os conceitos relativos aos riscos, com o intuito de aprofundar o entendimento dos problemas que podem ocorrer pela não observância das vulnerabilidades.

Os estudos sobre riscos de desastres faz diferentes abordagens e propõem diferentes medidas de gestão tipificadas em paradigmas onde coexistem discursos e práticas. Alguns enfatizam a vulnerabilidade, outros enfatizam as soluções tecnológicas (SULAIMAN; ALEDO, 2016).

Para o setor privado, as ameaças, exceto as cibernéticas, que podem provocar colapso de ICs, como longo tempo de interrupção de fornecimento de energia e comprometimento de sistemas de transporte e de comunicações, são riscos considerados não gerenciáveis, que escapam do escopo de atuação empresarial. Por essa razão são pouca vezes mencionadas nos planos de negócios, projetos básicos ou executivos.

As principais ameaças sendo de responsabilidade do Estado, obriga o mesmo a manter constante vigilância sobre os fenômenos sociais e naturais que ocorrem pelo globo, de forma a antecipar qualquer contingência em território nacional.

Cabe mencionar dois conceitos relacionados aos riscos usado em Sistemas. A palavra “segurança” em português se refere ao estado, qualidade ou condição de quem ou do que está livre de perigos, incertezas, assegurado de danos e riscos eventuais; situação em que nada há a temer. A Norwegian University of Science and Technology – NTNU propôs duas palavras para qualificar “segurança” como entendemos. Os significados de ambos (ALBRECHTSEN, 2002), são:

- *Safety* é a proteção contra incidentes aleatórios. Incidentes aleatórios são incidentes indesejados que ocorrem como resultado de uma ou mais coincidências.

- *Security* é a proteção contra incidentes pretendidos. Os incidentes de busca acontecem devido ao resultado de um ato deliberado e/ou planejado.

Dessa forma, *Security* (segurança no contexto dessa dissertação) é uma condição onde se deseja proteção contra incidentes planejados, maliciosos e criminosos de uma ampla variedade de ameaças, onde o que está sendo protegido são todos os tipos de valores de uma organização ou indivíduo.

Os incidentes acontecem em razão do desejo por um resultado, ou seja, como consequência das ações do atacante.

Por outro lado, *safety*, além de ser uma dimensão da qualidade, é um conceito relativo que corresponde a uma medida do grau de liberdade de “condições que podem causar morte, lesões, doenças ocupacionais, danos ou perdas em equipamentos ou propriedades”. Portanto, *safety* é considerada uma propriedade emergente que surge da interação dos componentes de um sistema.

As ICs funcionam em uma complexa rede de interconexões que são interdependentes, como já citado por (RINALDI; PEERENBOOM; KELLY, 2001) “nossa nação possui infraestruturas críticas altamente interconectadas e mutuamente dependentes de um modo complexo, tanto fisicamente quanto através de uma série de tecnologias de informação e comunicação” referindo aos EUA depois de eventos que afetaram telecomunicações por satélite, prolongada falta de energia na Califórnia em uma extensa região.

4.1. Sobre a segurança das ICs

As ameaças não surgem espontaneamente. A gênese e evolução das ameaças decorrem de condições e de motivações diversas, sustentadas em interesses nem sempre declarados. A identificação das ameaças que podem afetar o país constitui-se em uma atividade permanente, que resulta em planejamento de segurança.

O ponto de partida dos citados planejamentos é a análise do cenário internacional, centrada nas tensões e instabilidades de natureza político-estratégicas. Quando as tensões e instabilidades não são resolvidas diplomaticamente, elas evoluem para crises que podem gerar conflitos armados. Nesse contexto, as ICs de energia se constituem em alvos prioritários para qualquer nação ou grupo que deseja impor sua vontade por meio da força.

A proteção de infraestruturas críticas tem sido preocupação dos governos nos últimos tempos, em razão principalmente do uso cada vez mais intenso da Internet por um número cada vez maior de usuários (KROTOFIL et al, 2014).

No capítulo 2 foi mencionado que considerações geopolíticas afetam decisões sobre as IC, notadamente aquelas vinculadas ao setor do petróleo. A própria formação de blocos de países, como a União Europeia, impõe condicionantes para a promoção da integração de distintas nações cujas histórias também foram moldadas por razões geopolíticas, econômicas, militares e mesmo religiosas. Essas condicionantes estão presentes também na interligação e extensão das redes de infraestrutura além das fronteiras

nacionais, por essa razão, existe um forte entrelaçamento entre defesa, segurança e política externa.

Uma gestão integrada de riscos propicia uma visão abrangente por parte dos gestores públicos sobre questões atinentes à manutenção de continuidade das ICs. Essa gestão integrada de riscos pode ser consubstanciada em um Plano Nacional de Proteção de ICs tal como foi documentada em 2007 pela *US Homeland Security* e o *Department of Energy* que produziu o *Energy Critical Infrastructure and Key Resources Sector-Specific Plan as input to the National Infrastructure Protection Plan*.

É importante frisar que todas as ICs de energia apresentam características comuns:

- ✓ Custo elevado de projeto, construção e manutenção;
- ✓ Projetos de elevado tempo de execução, demandando tempo de maturação de projeto e de licenciamento ambiental;
- ✓ Construção e manutenção de interligações;
- ✓ Sistemas de automação e controle;
- ✓ Sistemas de segurança.

O agente responsável pela operação e manutenção da IC, privado ou público, deve tratar de identificar todos os riscos que possam ser gerenciados no âmbito da organização e identificar, planejar e executar as formas de mitigação.

Os riscos identificados como sendo não gerenciáveis devem ser comunicados às agências reguladoras e órgãos responsáveis com a maior brevidade possível.

No âmbito interno da IC, o primeiro passo é garantir o nível mais básico de segurança provido pela própria estrutura administrativa e operacional - a denominada segurança orgânica, dentro de uma concepção de gestão de consequências e resposta de emergências.

A segurança orgânica visa a obter um grau de proteção ideal, por meio da adoção eficaz de um conjunto de medidas destinadas a prevenir e obstruir as ações de qualquer natureza que ameacem a salvaguarda de dados, conhecimentos e instalações e deve fazer parte da estrutura necessária para manutenção da contínua operação da IC.

Os planos e a coordenação da gestão de consequências, bem como os testes das respostas de emergências devem ocorrer antecipadamente com o concurso de sistemas que modelem e simulem várias situações.

Cada IC, isoladamente, precisa contar com uma estrutura e com políticas claras que definam processos e métodos de amplo conhecimento

interno de equipes de segurança e de resposta à incidentes locais. Os protocolos de segurança devem ser definidos pelos setores competentes e apoiados pela alta direção.

Uma das funções da segurança orgânica é a gestão de riscos para a adoção de medidas de caráter proativo destinado a detectar, identificar, avaliar e neutralizar riscos decorrentes de ações de qualquer natureza. A gestão de riscos deve estar presente nas políticas internas de cada IC e deve ser de conhecimento de todos os colaboradores envolvidos nas operações.

A segurança orgânica não pode focar apenas a estrutura física, devendo contemplar igualmente a estrutura de controle operacional e dos sistemas de informações. As ICs precisam dispor de equipes para agir antes que falhas ocorram. Necessitam sobretudo de ter a capacidade de detecção de eventos que venham prejudicar sua operação, antropocêtricos ou naturais.

A defesa passiva²⁷ deve ser provida por uma rede de sensores e sistemas com fonte independente de energia.

Para garantir a continuidade operacional da infraestrutura crítica é importante que haja um plano de ação para a adoção de medidas e procedimentos que garantam direção, acompanhamento, condução e alternativas de pronta resposta.

4.2 Sobre as catástrofes naturais

Em relação às catástrofes naturais, (SIQUEIRA, 2014) afirma que o estudo desses fenômenos utilizando modelos de interdependência das infraestruturas básicas de estados, regiões e países, tornou-se possível e necessário como objeto de pesquisa e política pública.

A previsão e gestão de calamidades oriundas de eventos da natureza, de origem geofísica, de origem meteorológica, de origem hidrológica e de origens diversas configura-se como necessidade das sociedades modernas.

No caso brasileiro, de acordo com o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, do CEPED-UFSC (CEPED, 2016), os eventos mais frequentemente informados pelos municípios são relativos a estiagens e secas, seguidos por enxurradas, inundações e vendavais.

Sistemas multidisciplinares de previsão, acompanhamento, avaliação e controle em tempo real podem ser implementados para administrar situações

²⁷ Defesa passiva é a defesa local sem a utilização de armas, baseadas na proteção, despistamento, dispersão, aproveitamento do terreno, camuflagem, controle de danos, etc.

de contingências em redes de infraestrutura básicas, como simuladores, monitores e diagnosticadores da origem de falhas, ataques e catástrofes naturais.

Nas palavras de (SIQUEIRA, 2014):

“ Preservar a integridade física de redes de serviços essenciais é requisito para a qualidade de vida e segurança das sociedades modernas.

Com capilaridade entre as demais redes de infraestrutura sociais, os sistemas elétricos de potência e as redes de dados e comunicações desempenham papéis integradores e motores dos mecanismos críticos de funcionamento das sociedades modernas. Todas as redes de utilidades e serviços sociais, militares e econômicos modernos dependem do funcionamento e afetam o desempenho destes sistemas. A dimensão e estrutura comuns a estas redes, de extensões transnacionais e transcontinentais, motivaram sua denominação, no final da década de 1990, de Redes Complexas, iniciando um novo ramo da ciência, dedicado à modelagem, análise, simulação e previsão de seu comportamento.

A ocorrência de grandes desligamentos ou “apagões” nestes sistemas tem gerado questionamentos da sociedade sobre sua segurança e responsabilidades.

A recente introdução da concorrência nos mercados de energia elétrica, gás, água, comunicações e petróleo, antes operados de forma monopolista, além de regras operacionais claras exige o estabelecimento de processos efetivos e auditáveis de avaliação de desempenho e risco, para balizar decisões de planejamento, projeto, fiscalização, operação e manutenção. A pesquisa destes métodos tem desafiado planejadores, investidores, gestores, operadores e projetistas durante várias décadas. Mais recentemente o assunto mereceu a atenção renovada de órgãos reguladores e opinião pública em geral, após a reformulação dos modelos das indústrias elétrica, de comunicações, de gás e petróleo mundiais, com crescente demanda de qualidade e confiabilidade na prestação de serviços”.

Para o caso de desastres naturais, por meio do decreto Presidencial nº 7.513 (julho de 2011), foi criado o Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN) — órgão vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), que adotou uma estrutura técnico-científica especializada, desenvolvendo capacidade científica, tecnológica e de inovação para continuamente aperfeiçoar os alertas de desastres naturais.

O CEMADEN tem por finalidade consolidar o Sistema Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, que em parceria com várias instituições, implementar, complementar e consolidar a rede de instrumentos meteorológicos, hidrológicos e geotécnicos para monitoramento ambiental. Além de dados advindos dos pluviômetros automáticos, são analisados os

dados obtidos por radares meteorológicos, de plataformas para monitoramento de umidade de solo e de pluviômetros semiautomáticos distribuídos nas comunidades em áreas de risco.

Na data da escrita desse trabalho, o CEMADEN²⁸ está operando 24 horas por dia, monitorando, em todo o território nacional, as áreas de risco de 957 municípios classificados como vulneráveis a desastres naturais. Uma das atribuições é, enviar os alertas de desastres naturais ao Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD), do Ministério da Integração Nacional (MI), auxiliando o Sistema Nacional de Defesa Civil.

4.3 Sobre interrupções de fornecimento de energia elétrica no Brasil

Em 11 de março de 1999, às 22h16, um blecaute teve início na subestação Bauru 440 kV, o que fez com que o Ministério de Minas e Energia (MME) à época, solicitasse medidas de curto e médio prazos, para minimizar os riscos de “desligamentos em cascata” conforme relata (GUARINI, 2007). O ONS, naquela oportunidade, para evitar um colapso, fez um blecaute preventivo, orientando as distribuidoras a cortar energia para equilibrar a oferta e a demanda do sistema, conforme descreveu (GUARINI, 2007).

De 1999 até 2014 houve mais dez blecautes, principalmente nas regiões norte e nordeste do país. Fatores de risco identificados para novos apagões incluem as características do clima local e intenso uso de aparelhos condicionadores de ar. A operação continuada de usinas termoeletricas, sem paradas técnicas²⁹, é outro fator.

Em janeiro de 2014 houve outro apagão em onze estados e Distrito Federal. Na ocasião, a demanda superou o limite da capacidade de geração nas regiões Sul e Sudeste até Rondônia, que ficaram sem energia. Usinas que produziam energia em outros locais poderiam ter entrado para despachar potência, entretanto, segundo o ONS, houve uma falha na transmissão das regiões Norte e Nordeste para o Sudeste, o que deixou o sistema sem essa reserva. Com o sistema no limite, a frequência elétrica diminuiu e, sem ter como aumentar a geração de energia, os equipamentos automaticamente se desligaram para evitar danos. Isso diminuiu ainda mais a geração – o que aumentou a diferença entre a demanda e a oferta.

O “apagão” descrito acima evidencia que as redes de infraestrutura são formadas pela conexão de muitos componentes para cada uma das categorias

²⁸ Disponível em < <http://www.cemaden.gov.br/apresentacao/> > obtido em 20 de junho de 2017

²⁹ Disponível em <http://www.megageradores.com.br/listaprod/noticias/entenda-os-fatores-riscos-para-novos-blecautes-no-brasil-categoria,12,20.html> obtido em 09 de fevereiro de 2017

de agentes, que formam subconjuntos que realizam uma ou mais funções. Assim a interdependência energética entre regiões do país transcende setores específicos e podem variar em escala e complexidade de acordo com a dimensão ou o nível de desenvolvimento das regiões.

4.4 Sobre o gerenciamento integrado de riscos

O gerenciamento integrado de riscos é uma alternativa para a gestão proativa de riscos com o propósito de reduzir a probabilidade e a gravidade de suas consequências.

O fenômeno do terrorismo internacional é uma das ameaças recentes aos Estados. As ações terroristas visam a atingir objetivos capazes de causar grande repercussão pública, nacional e internacional. O impacto na mídia, a submissão pelo medo e a tentativa de acovardar a população são meios para atingir os fins declarados. Impõem-se, assim, danos morais, institucionais e econômicos aos países-alvo. De modo geral, essas ações procuram atingir a população civil, inclusive com a possibilidade de utilização de armas de destruição em massa. O terrorismo pode ser direcionado às ICs para obtenção de maior efeito.

O ex-subsecretário das Nações Unidas para a segurança, Sir David Veness³⁰ afirmou ao deixar o cargo que “há uma tensão entre o duplo objetivo de garantir, em primeiro lugar, que a ONU realize programas e, em segundo lugar, que a entrega seja realizada com uma perspectiva de gestão de risco” – sugerindo que o gerenciamento de riscos para terrorismo não é entendido ou aplicado de forma consistente – com método e rigor.

Empresas consolidadas no mercado utilizam a gestão de riscos para se preparar para momentos adversos, para reduzir custos desnecessários, para garantir a continuidade dos negócios e prevenir.

No caso do Estado brasileiro, estudos sobre a segurança de ICs são muito incipientes. O manual de planejamento em Defesa Civil de 2007, publicado pelo Ministério da Integração Nacional, sequer menciona ICs, apesar de definir conceitos relacionados com desastres naturais ou de natureza tecnológica, ou ainda suas combinações.

Conforme o artigo 22 da Constituição Federal em seu inciso XXVIII “compete privativamente à União legislar sobre defesa territorial, defesa aeroespacial, defesa marítima, defesa civil e mobilização nacional”.

³⁰ Disponível em < <https://www.st-andrews.ac.uk/~wwwir/research/cstpv/staff/dcv2.html> > obtido em 08 de junho de 2017

Conforme (GUTERRES, 2016), *“Em se tratando de Gestão de Riscos no bojo de programas de proteção e defesa civil, nosso marco é dado pela Lei nº 12.608, de 2012. Por ora, basta conhecer a divisão que ela utiliza para as diversas categorias de ações envolvidas na Gestão de Riscos: de Prevenção, de Mitigação, de Preparação, de Resposta e de Recuperação (art. 3º). Embora essa lei seja bastante focada em desastres naturais – foi uma resposta às enxurradas na região do Vale do Itajaí, em 2008, e em Alagoas e Pernambuco, em 2010, e às enxurradas e movimentos de massa na região serrana do Rio de Janeiro, em 2011 (SUASSUNA, SHADECK et al., 2013, p. 4) –, a terminologia e a lógica que ela adota é essencial para adequadamente compreender a regulação de riscos em qualquer contexto”*.

Ao contrário do que afirma (GUTERRES, 2016) já havia o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID) para facilitar o reconhecimento, por parte do Governo Federal, de desastres e suas consequências nos municípios brasileiros de acordo com o artigo 12 do Decreto 895 de 16 de agosto de 1993, que define a organização do Sistema Nacional de Defesa Civil – SINDEC.

Em fevereiro de 2005 já havia sido criado o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD), com o objetivo de gerenciar as ações estratégicas de preparação e resposta a desastres em território nacional. O Centro possui salas de gestão de crises, monitoramento e operações que atuam 24 horas por dia. O CENAD é coordenado pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil do Ministério da Integração Nacional, que possui uma estrutura adaptada com salas de gestão de crises, monitoramento e operações, que atuam 24 horas por dia, inclusive aos fins de semana e feriados.

O CENAD reúne informações produzidas em diversos órgãos do Governo Federal responsáveis pela predição de tempo e temperatura; avaliação de condições geológicas de áreas de risco; monitoramento dos movimentos das placas tectônicas; acompanhamento das bacias hidrográficas; controle de queimadas e incêndios florestais; e transporte e armazenamento de produtos perigosos. As informações são avaliadas e processadas no CENAD e encaminhadas aos órgãos de Proteção e Defesa Civil dos estados e municípios com risco de ocorrência de desastres, sendo que o alerta ocorre de acordo com a intensidade do evento adverso.

A importância do CENAD é reforçada pelo conceito de que em cada decisão deficiente de riscos se deixa de observar pelo menos algum princípio básico. O gerenciamento, como feito, não garante, isoladamente, o pleno sucesso das ações e respostas necessárias.

Apesar de sua importância, os resultados das ações do CENAD têm sido aquém do esperado, possivelmente em função da falta de articulação com

outros órgãos da estrutura de governo como mostram os prejuízos apurados pelo relatório de danos do CEPED:

*“Os dados aqui apresentados demonstram a recorrência e a distribuição dos danos materiais e dos prejuízos relacionados a desastres naturais, com base nos registros efetuados pelos municípios e estados brasileiros, **ao longo dos 20 anos de abrangência da pesquisa.** Ao observar as análises gráficas e as representações cartográficas, é possível verificar quais regiões sofreram impactos com maior frequência e em quais anos as perdas mais importantes são identificadas.*

*Entre os anos de 1995 e 2014, os municípios reportaram algum tipo de dano material ou prejuízo decorrente de desastres naturais em 22.810 documentos identificados pela pesquisa. Por meio da análise desses documentos, foram contabilizadas **perdas totais de R\$ 182,7 bilhões**, sendo que **R\$ 137,3 bilhões se referem aos prejuízos públicos e privados** informados e **R\$ 45,4 bilhões aos danos materiais.**”. (CEPED UFSC, 2016, página 288)*

Por outro lado, como exemplo de iniciativa setorial, a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) recomenda para as empresas ligadas ao setor elétrico a adoção de um Plano de Continuidade de Negócios (PCN). Na recomendação, o foco é na Tecnologia da Informação (TI) para assegurar a continuidade das operações da organização na eventualidade de uma indisponibilidade prolongada de recursos que dão suporte à realização das operações.

No Brasil há grandes desafios em função da distribuição das infraestruturas em grandes áreas geográficas.

4.5 Sobre a definição de falhas

Outro conceito usado na avaliação de desempenho de redes de infraestruturas é a falha, pois a falha em um componente poderá provocar o desligamento ou a interdição de outros componentes (SIQUEIRA, 2014).

Falha é entendida como a incapacidade momentânea ou permanente, de um determinado componente, equipamento ou função de uma infraestrutura de atender a sua finalidade planejada (SIQUEIRA, 2014).

Podem ser classificadas como falhas em cascata, em escalada, causa comum, conforme as recomendações constantes em *Recommended Elements of Critical Infrastructure Protection for policy makers in Europe* – (RECIPE, 2011).

Falhas em cascata: interrupção ou colapso de uma IC, que causa interrupção ou colapso de outra IC;

Falha em escalada: interrupção ou colapso de uma IC, que pode ocasionar colapso de outra IC independente;

Falha de causa comum: interrupção ou colapso de duas ou mais ICs, ao mesmo tempo, como resultado de uma causa comum, exemplo terremoto.

Em redes de energia elétrica, os componentes primários são os geradores, transformadores, linhas de transmissão, etc. Em cada um desses componentes, pode haver uma **falha funcional** definida como a incapacidade de um componente desempenhar sua função específica dentro dos limites desejados de performance.

Uma **falha potencial** é uma condição identificável e mensurável que indica a possibilidade de ocorrência de uma falha funcional.

Define-se **estado normal** como a ausência de defeitos e anormalidades que possam impedir ou degradar a funcionalidade.

O **estado de defeito**, por sua vez, representa um nível de degradação da performance do equipamento ou aumento da probabilidade de falha permanente, devido a uma falha potencial.

4.6 Sobre a definição de riscos

Risco é a medida de extensão do perigo, avaliada pela correlação da frequência ou da probabilidade de eventos indesejáveis com seus efeitos ou consequências negativas, que podem ser:

- de indisponibilidade
- de interrupção no suprimento
- de catástrofe

As ações de mitigação de riscos podem ser :

- Impeditivas;
- Preventivas;
- Corretivas;
- De detecção.

Todo risco não devidamente identificado e mitigado pode gerar uma crise cujas proporções e consequências afetam diversos setores.

As ações de **prevenção** abrangem a *avaliação* do risco e a **redução** do risco (GUTERRES, 2016). Por *avaliação*, entenda-se “conhecimento” do risco.

Trata-se de produzir uma estimativa do *risco potencial*, baseado em precedentes e registros históricos, que reflete:

1. A ameaça de ocorrência de um evento adverso específico (desastre) em um determinado período e/ou local;
2. O grau de vulnerabilidade dos sistemas sensíveis e
3. A magnitude ou impacto esperado.

O risco é, neste contexto, definido como uma expressão da “medida probabilística da possibilidade de ocorrência de desastre associado a alguma magnitude de dano ou prejuízo potencial previsível” (SUASSUNA, SHADECK et al., 2013, p. 6).

Desastre é a combinação de *ameaça* e *vulnerabilidade*, enquanto que *risco* é a medida probabilística que essa combinação se concretize. A partir do estudo dos riscos, são elaborados bancos de dados e mapas de susceptibilidade, que serão as principais ferramentas utilizadas para a *redução* de riscos (ações de prevenção). Servirão, igualmente, como elementos de referência para as ações de mitigação e de preparação.

Os riscos relacionados com o colapso de sistemas energéticos são crescentes em todos os países do mundo em razão de que os equipamentos operam em rede.

Desde 2002, o Brasil segue um modelo que coloca em leilão empreendimentos que considera necessários para atender à demanda nos próximos cinco anos, baseando-se em projeções futuras da demanda antecipada pela Empresa de Planejamento Energético (EPE), vinculada ao Ministério de Minas e Energia.

O citado modelo do setor elétrico, contudo, é baseado em simulações de computador que partem de premissas equivocadas segundo (GOLDEMBERG; LUCON, 2007), pois privilegia usinas térmicas em detrimento de usinas hidrelétricas.

Os projetos básicos e executivos de novos empreendimentos no setor de energia não contemplam a possibilidade de concretização de ameaças, assim como as simulações não consideram a questão da segurança na visão integrada do negócio – economia, legal, técnica e sócio institucional, impedindo assim uma gestão sistêmica do desenvolvimento de projetos e depois, durante a operação.

O *Homeland Security and Department of Energy* em 2007, após o ataque de 11 de setembro propôs o seguinte *framework* para gerenciamento de riscos no contexto da estratégia nacional para segurança interna:

Figura 17: Framework para gerenciamento de riscos

Fonte: *Energy Critical Infrastructure and Key Resources Sector-Specific Plan as input to the National Infrastructure Protection Plan (Redacted)*. Homeland Security and Department of Energy. 2007

Na figura acima, para os três níveis, físico, cibernético e humano, é preciso definir os objetivos em relação ao *security*, identificar ativos, sistemas, redes e funções, os riscos dos ativos, priorizar, implementar programas de proteção e medir a efetividade em um contínuo fluxo de melhoria.

4.7 Sobre o gerenciamento de crises

Quando o risco se efetiva, seja numa catástrofe natural ou em causado por ação intencional ou não, pode se configurar um ambiente de crise, sendo necessário adotar medidas de controle excepcionais.

O termo “crise” possui vários entendimentos dependendo do contexto analisado. Em uma empresa, crise pode ser o “momento em que ocorre qualquer incidente que comprometa a operação normal da empresa” e a contingência como sendo “o momento em que há mobilização de recursos para atender ao evento e garantir a continuidade das atividades críticas durante esse evento”.

Quando se refere a segurança pública, crise é todo o incidente ou situação crucial não rotineira, que exija uma resposta especial da Polícia, em razão da possibilidade de agravamento conjuntural, inclusive com risco de vida para as pessoas envolvidas, e que possa manifestar-se através de motins em presídios, assaltos a bancos com reféns, sequestros, atos de terrorismo, tentativas de suicídio, ocupação ilegal de terras, bloqueio de estradas, dentre outras ocorrências de vulto, surpreendendo as autoridades e exigindo uma postura imediata das mesmas, com emprego de técnicas especializadas”.

Nesse contexto de segurança pública, o “gerenciamento de crise” se refere ao processo eficaz de se identificar, obter e aplicar, de conformidade com a legislação vigente e com o emprego das técnicas especializadas, os

recursos estratégicos adequados para a solução de crise, sejam medidas de antecipação, prevenção e/ou resolução, a fim de assegurar o completo restabelecimento da ordem pública e da normalidade da situação.

A responsabilidade pelo gerenciamento de crises no âmbito do Estado cabe à expressão política do Poder Nacional, coordenada pelo Presidente da República, considerando a consultoria do Conselho de Defesa Nacional (CDN) e de outros órgãos.

Quanto à sua tipologia, a crise pode ser classificada como interna ou externa.

Uma crise interna pode assumir um caráter político, econômico, social, militar, científico-tecnológico ou múltiplo. Uma crise externa é uma crise internacional, podendo ter ou não cunho político-estratégico.

Para evitar crises, uma visão holística do problema deve ser adotada e consubstanciada em planos que considere:

- ✓ Proteção;
- ✓ Detecção;
- ✓ Resposta;
- ✓ Continuidade;
- ✓ Restauração das operações.

Até o momento da realização desta pesquisa não existia, no Brasil, um órgão que atue de forma sistêmica na prevenção de crises envolvendo as ICs energéticas.

No âmbito dos países da América do Norte, o Comitê de Proteção de Infraestrutura Crítica (CIPC) foi formado para ajudar o *North American Reliability Corporation* (NERC)³¹ a avançar na segurança física e na cibersegurança das infraestruturas críticas do setor elétrico da América do Norte. O comitê é formado por representantes regionais nomeados pelo NERC e especialistas em assuntos técnicos. O CIPC coordena as iniciativas de segurança da NERC e serve como um painel consultivo de peritos para o Conselho de Curadores do NERC, comitês permanentes nas áreas de segurança física e segurança cibernética e o Centro de Compartilhamento e Análise de Informações do Setor Elétrico (ES-ISAC). Vários subcomitês, grupos de trabalho e forças-tarefa também atuam de forma coordenada para atendimento de demandas pontuais.

O ideal, senão necessário, pelas experiências aprendidas do exterior, é criar um organismo que coordene ações dos diversos órgãos governamentais

³¹ Disponível em < <http://www.nerc.com/comm/CIPC/Pages/default.aspx> > obtido em 18 de abril de 2017

para atuar na gestão de riscos que podem comprometer a segurança energética, como foi proposto durante a realização de eventos como a Copa do Mundo e as Olimpíadas.

Capítulo 5 – Elementos que concorrem para a Segurança Energética

Este capítulo apresenta elementos que contribuem para reduzir os riscos de eventos que podem comprometer as infraestruturas de energia.

Uma delas é a continuidade dos programas de eficiência energética e de uso racional da energia, como fator de mitigação de riscos.

Ações para incentivar a geração distribuída de energia têm o mérito de reduzir riscos de problemas em escala nacional, constituindo-se em medidas mitigadoras.

Os incentivos para desenvolvimento de fontes renováveis de energia também se constituem em medida mitigadora tendo em vista a redução da participação de fontes não renováveis na matriz energética.

Para apoiar ações que visam a segurança e defesa das ICs de energia propõe-se a utilização de plataformas aéreas ou satelitais para monitoramento e vigilância como parte de uma sistema para a aquisição de dados, seu tratamento e integração com os sistemas de defesa que estão em implementação, o PESE e o PROTEGER.

5.1 Eficiência energética

A preocupação com eficiência energética é devido ao fato de que equipamentos e sistemas transformam formas de energia e uma parte dessa energia sempre é perdida para o meio ambiente durante esse processo. Um exemplo para ilustrar é a que lâmpada transforma a eletricidade em luz e calor. Como o objetivo da lâmpada é iluminar, uma medida da sua eficiência é obtida dividindo a energia da luz pela energia elétrica usada pela lâmpada.

Em 1985 foi criado o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) com o intuito de incentivar a eliminação de desperdícios de energia, reduzir os custos e os investimentos setoriais. Houve, desde então, estímulo para o uso racional de energia buscando produtos com menor dispêndio de energia (eficiência energética), que equivale à manutenção dos benefícios, com menor gasto de recursos naturais.

A importância do PROCEL é evidente, dado que o custo da energia poupada é inferior ao da geração, o que contribui para a segurança no fornecimento, pois poupa recursos finitos.

No âmbito desta iniciativa foi criado o Selo PROCEL, que orienta o consumidor na compra de produtos, sinalizando aqueles com melhores níveis de eficiência energética. O Selo PROCEL estimula o desenvolvimento tecnológico de produtos mais eficientes e, como consequência, a preservação ambiental.

No lado da oferta, os contratos de concessão firmados pelas empresas concessionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica com a ANEEL estabelecem obrigações e encargos perante o poder concedente.

Dentre as obrigações citadas, a concessionária deve aplicar anualmente o montante de, no mínimo, 0,5% de sua receita operacional líquida em ações que tenham por objetivo o combate ao desperdício de energia elétrica. Foi criado, igualmente, o Programa de Eficiência Energética das Empresas de Distribuição (PEE).

Algumas barreiras ao avanço da conservação de energia, entretanto, ainda devem ser superadas, de acordo com a tabela 5:

Tabela 5: Barreiras para a implementação do uso racional de energia	
Técnico-econômicas	<ul style="list-style-type: none"> • Custos (associado a novas tecnologias + eficientes) • Desconhecimento das vantagens econômicas e ambientais • Falta de recursos para pesquisa na área
Produtores, distribuidores e fabricantes de equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> • Dilema dos fornecedores • Centralização da geração (perdas em T&D) • Resistência a eficiência (aumento dos custos de produção na produção de equipamentos mais eficientes)
Consumidores	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de informação quanto aos benefícios • Investimentos iniciais (camadas de mais baixa renda da população) • Indiferença (energia=insumo 'barato') • Instabilidade econômica (incerteza do retorno do investimento) • Dificuldade para quantificar potencial de conservação

Fonte: Notas de aula da disciplina *Qualidade de Energia* (IEE-2015)

São várias as medidas que podem ser tomadas pela administração pública para estimular a conservação de energia, como melhoria das infraestruturas de transporte, incentivos a projetos arquitetônicos para utilização mais eficiente de iluminação e ventilação naturais e estímulos para desenvolvimento de tecnologias mais eficientes no setor industrial.

5.2 Geração Distribuída como fator de redução de impactos

A ampliação do SIN, abrangendo as unidades descentralizadas de geração de energia elétrica é uma alternativa que permite incluir usinas de menor potência no sistema, robustecer a interligação entre regiões, otimizar a operação de hidrelétricas de forma a explorar os benefícios da diversidade hidrológica e integrar sistemas previamente isolados.

A geração distribuída é a produção de potência elétrica através de pequenas unidades geradoras, localizadas próximas dos consumidores e centros de carga. Geram benefícios para os consumidores e suporte para a operação econômica da rede de distribuição de eletricidade existente.

A geração distribuída, de origem eólica e fotovoltaica, principalmente, vem ganhando espaço no Brasil, que já comporta muitas PCHs aproveitando a vazão de rios menores.

Segundo a ANEEL, os estímulos à geração distribuída se justificam pelos potenciais benefícios que tal modalidade pode proporcionar ao sistema elétrico. Entre eles, estão o adiamento de investimentos em expansão dos sistemas de transmissão e distribuição, o baixo impacto ambiental, a redução no carregamento das redes, a minimização das perdas e a diversificação da matriz energética, destacando-se a redução de vulnerabilidade do SIN como um todo.

Para efeito de redução de vulnerabilidade do sistema como um todo, a ANEEL ao estimular a geração distribuída, contribui significativamente para reduzir o efeito sinérgico de uma pane de uma IC ao conjunto do SIN.

Mesmo com todos os benefícios acima descritos, é ainda necessário desenvolver uma política governamental que encare a geração distribuída como complemento para a geração centralizada, a cogeração pode ser incentivada caso se concretize futura oferta superavitária de gás natural oriundo do pré-sal.

5.3 Uso de fontes renováveis

A utilização de recursos energéticos renováveis para geração de energia elétrica, é considerada alternativa para mitigação da mudança no clima global, principalmente.

Do ponto de vista da segurança energética, investimentos em fontes renováveis como biomassa, eólica, fotovoltaica podem contribuir para atendimento da curva de carga nos períodos mais secos do ano em termos de eletricidade e nos horários de aumento de demanda.

Além do exposto, as fontes renováveis, complementares ao sistema, podem atenuar os efeitos de um eventual colapso de uma IC de energia e por essa razão, devem fazer parte do rol de alternativas que devem ser consideradas pelos gestores públicos.

A continuidade dos programas que incentivam fontes renováveis e seu planejamento dentro do escopo da garantia de suprimento de energia tem um papel relevante na busca pelo desenvolvimento sustentável.

5.4 Monitoramento das ICs

Pelas dimensões geográficas e em razão do grande número de ICs no Brasil, a instalação de sensores para monitoração em cada IC com integração com outros sistemas mais amplos dificulta uma solução de abrangência nacional por, ao menos, três fatores: financeiro, tecnológico e pela necessidade de sistemas de provimento de energia seguros.

Em termos financeiros, o custo de desenvolvimento dos sistemas deveria ser alocado à própria IC. A exigência de integração com outros sistemas para composição de uma rede de monitoração além de integração com sistemas de comando e controle extrapola a responsabilidade da IC considerada.

A complexidade dos sistemas de detecção e alerta instalados em grandes estruturas, acrescido da necessidade de contínua atualização, além da preocupação cada vez maior com ataques cibernéticos também se configura como fator inibidor.

A necessidade de manutenção de sistemas alternativos de provimento de energia para sistemas e sensores de alerta implica em custos adicionais de implantação e manutenção, além de requerer medidas para evitar detecção no caso de conflitos.

Os fatores elencados contribuem para a hipótese de se considerar uma solução baseada em infraestrutura tecnológica de telecomunicações destinada à aquisição e tratamento de dados e sistemas para análise de dados,

visualização e disponibilização de imagens e mapas. A configuração é a de uma rede de sensoriamento remoto³² para monitoração das ICs de energia.

As aplicações desses meios técnicos e a associação dos dados obtidos, com utilização de modernas técnicas de *data mining*³³ podem proporcionar informações detalhadas, adequadas e em tempo apropriado às necessidades operacionais de órgãos responsáveis pela segurança e defesa das ICs de energia.

O monitoramento realizado pelo CENSIPAM (Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia), hoje vinculado ao MD, pode ser utilizado como modelo para construir uma solução para a segurança das ICs. O CENSIPAM é uma referência no uso do sensoriamento remoto da Amazônia legal.

O CENSIPAM inclui diversos órgãos e atende demandas variadas. A criação do Centro foi instituída pelo Decreto nº 4.200/2002, para substituir a Secretaria-Executiva do Conselho Deliberativo do Sistema de Proteção da Amazônia. Cabe ao Centro propor, acompanhar e executar as políticas, diretrizes e ações voltadas ao sistema – aprovadas e definidas por um conselho deliberativo, composto por representantes de órgãos governamentais (<http://www.sipam.gov.br/noticias/apresentacao-do-censipam>).

O Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM), componente do CENSIPAM, é um exemplo da aplicação de satélites em conjunto com uma série de sistemas para a monitoração do espaço aéreo e proteção para a Amazônia legal.

A Agência Nacional de Águas (ANA) já dispõe de um sistema de monitoramento de pluviosidade e de nível de rios com uso de satélites, portanto, não sendo novidade, no Brasil, a utilização de satélites para esse fim.

Satélites são usados para sensoriamento remoto pelo INPE há muito tempo. Radares usados em sensoriamento remoto como suporte ao controle de desmatamento da região amazônica já fazem parte dos recursos tecnológicos utilizados pelo INPE e IBAMA além de outros órgãos federais.

³² Conhecida como aerolevantamento o conjunto das operações aéreas e/ou espaciais de medição, computação e registro de dados do terreno com o emprego de sensores e/ou equipamentos adequados, bem como a interpretação dos dados levantados ou sua tradução sob qualquer forma, segundo o Ministério da Defesa do Brasil.

³³ Data mining (mineração de dados) consiste em um processo que agrega e organiza dados, que pode encontrar padrões, associações, mudanças e anomalias relevantes. O data mining pode ser dividido em algumas etapas básicas que são: exploração, construção de modelo, definição de padrão e validação e verificação. Pode-se afirmar então, que é o processo de explorar grandes quantidades de dados à procura de padrões consistentes, como regras de associação ou sequências temporais, para detectar relacionamentos sistemáticos entre variáveis, detectando assim novos subconjuntos de dados.

Em 2012, nasceu o Programa Estratégico dos Sistemas Espaciais (PESE), estabelecido pela Estratégia Nacional de Defesa (END), cuja implantação deverá se estender até 2030.

O PESE demanda a priorização de alocação de recursos, para colocar em órbita uma constelação de satélites de comunicações, sensoriamento remoto, *datalink*, meteorologia, observação da terra por radar, dentre outros. Militarmente, os mesmos serão utilizados como suporte aos demais projetos em andamento na Marinha Brasileira - SisGAAz e no Exército Brasileiro SISFRON, bem como em apoio aos empreendimentos privados, que necessitem de informações estratégicas de negócio para sua área de atuação.

Para a sociedade brasileira, o PESE contribui sob os aspectos de segurança e soberania (Expressão Militar) e é gerador de conhecimento científico aplicado a uma das maiores fontes de valor agregado (LEMOS JUNIOR, 2014) que é a exploração espacial. Desta forma, as Expressões Científica e Tecnológica, Econômica e Psicossocial do Poder Nacional ganham maior projeção e relevância.

Um sistema de monitoramento por uma constelação de satélites das ICs pode ser parte integrante e permanente do Sistema Brasileiro de Inteligência (SISBIN) produzindo conhecimento útil ao Estado.

Ao incorporar sensoriamento remoto, inteligência eletrônica, técnicas de análise e modelagem, análise de riscos especificamente voltadas para as ICs, as demandas das Forças Armadas e demais órgãos de segurança pública e defesa civil podem ser atendidas em tempo útil adequado para tomada de decisão e ação.

Capítulo 6 – Considerações para a classificação das ICs

Sendo muito grande o número de ICs do setor energético é preciso avaliar as vulnerabilidades e buscar alternativas que sejam técnica e economicamente viáveis para garantir a capacidade de resiliência do sistema energético em caso de colapso de uma ou mais ICs.

Cabe frisar um aspecto peculiar da experiência brasileira em relação às ICs, mencionado por (GUTERRES, 2016), qual seja de que o reconhecimento e a adoção das premissas, conceitos, fundamentos e técnicas associados à Regulação de Riscos no arcabouço regulatório nacional nasce com a apropriação da experiência dos EUA e da Europa. Temos a vantagem de que, no Brasil, a Regulação de Riscos, associada aos programas de *Critical Infrastructure Protection* (CIP), já nasce “crescida” e independente. De fato, não se constata, no caso brasileiro, uma lógica de estabelecimento de estágios e progressão como nos outros países. E ela já vem ao mundo integrada à perspectiva do *all-hazards approach* (contra todos os riscos) e fortemente ligada aos programas de proteção e defesa civil, ou, ao menos, visivelmente escorada no mesmo conjunto de princípios, razões e fundamentos que esses programas adotam.

Outro fator importante que deve ser comentado é que, no caso do Brasil, embora sem qualifica-las como tal, o processo de qualificação do que são infraestruturas críticas (DEMETERCO, 2011) tem sido intensamente impulsionado por demandas muito específicas: o atendimento de compromissos assumidos pelo País para sediar os grandes eventos desportivos internacionais ou mais especificamente a relação abaixo:

- ✓ Jogos Pan-Americanos e Parapan-Americanos em 2007,
- ✓ Quinto Jogos Mundiais Militares em 2011,
- ✓ Copa das Confederações FIFA 2013,
- ✓ Copa do Mundo em 2014 e
- ✓ Jogos Olímpicos e Paraolímpicos em 2016.

O Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República (GSI/PR), no uso de suas atribuições e competências como órgão de assistência direta e imediata da Presidência da República (responsável pelos Termos de Compromisso e Matrizes de Responsabilidades) passou a demandar e a estimular as iniciativas de gestão de riscos das infraestruturas críticas em áreas consideradas prioritárias (BRASIL, 2008).

Somente em 2009, o GSI/PR institucionalizou tal estímulo com a criação de cinco Grupos Técnicos temáticos (leia-se setorizados): **energia, transporte, água, telecomunicações e finanças** (art. 3º da Portaria nº 02, de 2009, do GSI/PR).

Como afirma (GUTERRES, 2016), que em “razão da **forte interdependência de todas as infraestruturas essenciais**, as iniciativas que a princípio produziram efeitos pontuais e localizados nas áreas prioritárias, em

razão dos ‘Grandes Eventos’ acabaram se generalizando e ainda se alastraram e influenciaram outros setores regulados – indo muito além do inicialmente imaginado, ao ponto de amalgamar-se à lógica do *all-hazards approach* com toda a bagagem relacionada à proteção e defesa civil. Isso se deve em grande parte à potência do argumento virtualmente incontestável sobre o qual se apoia – o direito do usuário/cidadão/consumidor à vida, à segurança e à integridade física – catalisada pela urgência do atendimento aos compromissos assumidos pelo País”.

Mais uma vez, como se percebe nas linhas precedentes, a inexistência de programas de garantia de continuidade (segurança) de Infraestruturas Críticas resultou na criação de grupos temáticos para análise e acompanhamento da situação em áreas específicas. Foram ações pontuais implantadas em caráter de urgência.

As áreas que foram consideradas:

1) Telecomunicações:

Projeto piloto para o mapeamento de riscos e vulnerabilidades das redes de telecomunicações do Município do Rio de Janeiro, conhecido como **Proteção da Infraestrutura Crítica de Telecomunicações** (PICT) (CPqD, 2014)

A Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) implantou o **Programa de Ações para os Grandes Eventos Internacionais** para monitorar o desempenho das redes da telefonia móvel nas proximidades dos estádios de futebol.

Esses dois programas deram luz ao **Regulamento sobre Gestão de Riscos das Redes de Telecomunicações e Uso de Serviços de Telecomunicações em Desastres, Situações de Emergência e Estado de Calamidade Pública**, aprovado pela Resolução Anatel nº 656, de 2015.

2) Transportes:

Cada uma das doze cidades-sedes do Mundial, adotou o Plano Operacional de Mobilidade que, entre outras coisas, acompanharam em tempo real a movimentação nos terminais rodoviários. No nível nacional, coube a um grupo especial de acompanhamento, a Comissão Nacional das Autoridades Aeroportuárias (CONAERO), o monitoramento do desempenho dos aeroportos (BRASIL, 2015. p. 228).

A Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) começou a implantação do **Sistema de Monitoramento do Transporte Rodoviário Interestadual e Internacional Coletivo de Passageiros** (MONITRIIP)³⁴, que essencialmente consiste na instalação de vários pontos de monitoramento inteligentes, tanto embarcados como não embarcados, que possibilitam o acompanhamento remoto de dados relativos à prestação dos serviços de transporte, tais como número de passageiros, tarifas cobradas, itinerário e cumprimento de horários.

³⁴ Disponível em < <https://appweb1.antt.gov.br/monitriipPortal/default.aspx> > obtido em 10 de maio de 2017

- 3) Energia elétrica:
Na Copa do Mundo o acompanhamento do desempenho foi realizado por um robustecido Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico, sob coordenação do Operador Nacional do Sistema (ONS), que por sua vez age sob fiscalização e regulação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).
- 4) Água:
A Agência Nacional de Águas (ANA), em colaboração com órgãos e agentes de defesa civil, tem desenvolvido e incorporado novas funcionalidades a sua “sala de situação”, destacando-se os trabalhos com o **Sistema de Informações Hidrológicas** (HidroWeb), elemento essencial do **Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos** (Singreh), que busca (finalmente) realizar o comando do art. 4º da Lei que criou essa Agência Reguladora, a Lei nº 9.984, de 2000: “*planejar e promover ações destinadas a prevenir e minimizar os efeitos de secas e inundações (...)*”.
- 5) Finanças:
Ambiente intrinsecamente propício à Gestão de Riscos e controles, que permeiam o Sistema Financeiro Nacional, o Mercado de Seguro e Resseguro e o Mercado de Valores Mobiliários. Mais especificamente, atuação mais forte do Comitê Permanente de Prevenção à Lavagem de Dinheiro criado pela Superintendência de Seguros Privados (SUSEP) e coibição ao Financiamento do Terrorismo nos Mercados de Seguro, Resseguros, Capitalização e Previdência Privada (CPLD).

6.1 As redes de infraestrutura e dependências

Conforme (REHAK; et all, 2016), as infraestruturas críticas são complexas. Com efeito, as infraestruturas críticas e suas dependências formam um sistema de sistemas. A infraestrutura crítica global possui uma hierarquia óbvia, consistindo em setores individuais como energia e transporte, juntamente com suas ligações. Os setores consistem em elementos que são considerados a básica parte do sistema. Atualmente, é possível distinguir duas abordagens metodológicas básicas para a avaliação de risco de Infraestruturas críticas. A primeira é a abordagem setorial, onde cada setor é avaliado separadamente com seus próprios métodos de avaliação. A segunda abordagem é a de sistemas, onde os setores de infraestrutura crítica individuais são considerados como redes interligadas.

Considerando a abordagem de sistemas citado no parágrafo anterior, as redes de IC formam um arcabouço físico e funcional que viabilizam agrupamentos sociais, empreendimentos industriais e comerciais. Muito mais que isso, são fundamentais para o planejamento da potência necessária de energia, no caso brasileiro, com a utilização racional das diversas formas de

energia considerando as políticas econômica, sociais, ambientais sejam capazes de atender o crescimento populacional e o bem-estar da sociedade.

O colapso de infraestruturas ou de redes de infraestrutura pode causar sérias consequências para a economia e para o bem-estar dos cidadãos e hoje, isso é cada vez mais factível, pois conforme destacam (SINGH; GUPTA; OJHA, 2014) em praticamente todos os países, as ICs são constantemente ameaçadas por ataques cibernéticos e por hostilidades de grupos extremados, além dos danos que podem ser causados por desastres naturais.

A figura 18 ilustra como os diversos setores da economia interagem entre si, criando redes interdependentes:

Figura 18: Interdependência permeia toda a economia

Fonte: Energy Critical Infrastructure and Key Resources Sector-Specific Plan as input to the National Infrastructure Protection Plan (Redacted). Homeland Security and Department of Energy. 2007

No caso brasileiro, relativamente aos desastres naturais, os prejuízos causados por esse tipo de fenômenos custaram pelo menos R\$182,8 bilhões – uma média de R\$800 milhões por mês – no período de 1995 a 2014. Esse valor é o resultado de um mapeamento da quantidade de eventos

meteorológicos (UFSC, 2016) como secas, estiagens, inundações e enxurradas (sic).

No que toca à insuficiência de atenção para a prevenção, a figura 19 ilustra consequências da falta de cultura de prevenção de riscos no Brasil. Os desastres ocorridos impactam os orçamentos de Estados e municípios.

Esse panorama está sendo modificado muito lentamente através de iniciativas como a Campanha "Construindo Cidades Resilientes", lançada em 2010, a cargo do Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres - UNISDR/ONU.

Figura 19: Custos dos desastres naturais no Brasil - 1995 a 2014

Fonte: Relatório de desastre naturais CEPED-UFSC, 2016

Conforme RECIPE (2011), análises de dependências são necessárias pois, hoje, funções sociotécnicas^{35e36} críticas são fortemente interconectadas e mutuamente dependentes de maneira complexa.

A concentração de ICs nas proximidades dos grandes centros urbanos facilita a produção mais econômica de bens e serviços, com menores custos logísticos, porém implica no aumento de vulnerabilidades. Por outro lado, a distribuição geográfica das ICs depende de conexões de telecomunicações (internet) e de acesso às redes de energia.

Novas dependências (e interdependências) são continuamente criadas devido ao grau de crescimento da especialização e da contínua melhoria dos processos de produção, logística e de serviços associados às cadeias produtivas e de distribuição de bens e serviços, permitindo que as empresas mantenham o foco sobre o seu *core business*.

Na eventualidade de conflito armado, as vulnerabilidades das ICs são certamente exploradas, pois estas ICs significam importante recurso para manutenção da capacidade de combate, resistência e principalmente do moral da população. Para exemplificar, na primeira guerra do Golfo³⁷, o Iraque foi atacado imediatamente em seus sistemas de comunicações e ambiente eletromagnético (radares e defesas antiaéreas), seus centros de pesquisa e suas fábricas (AMARANTE, 1992).

Em razão do exposto, alguns autores defendem que as dependências acabam se tornando um tipo específico de vulnerabilidade que deve ser considerada em toda IC. Dependências são importantes nas ICs pois correspondem às conexões existentes entre os agentes econômicos.

Para a classificação das ICs, dependências podem ser qualificadas como críticas, não por causa dos efeitos de primeira ordem de seu colapso, mas pelo efeito cascata que possa causar em outras infraestruturas.

A União Europeia propõe um processo de identificação, primeiramente das infraestruturas e depois das suas dependências, além da necessidade de compartilhamento de informações entre os vários agentes públicos ou privados envolvidos, de acordo com a figura 20:

³⁵ Disponível em < <http://www.mi.gov.br/cidades-resilientes> > obtido em 04 de novembro de 2017

³⁶ Redes sociotécnicas são sistemas distribuídos que utilizam recursos humanos e tecnológicos para atender as necessidades essenciais, sociais, comerciais, industriais, militares e econômicas (SIQUEIRA, 2014).

³⁷ Operação Tempestade no Deserto: No dia 17 de janeiro de 1991, soldados de 31 países aliados iniciaram uma ofensiva contra o Iraque, em represália à invasão daquele país no Kuwait, em 2 de agosto do ano anterior. Bush ordenou o início da operação ao general Norman Schwarzkopf. Os aviões das tropas aliadas voaram em mais de 1.300 missões nas primeiras 14 horas da operação. Os bombardeios arrasaram os complexos militares e industriais do Iraque.

Figura 20: Processo de identificação de ICs e suas dependências

Fonte: RECIPE (2011)

Uma vez concluída a etapa da identificação das ICs, começa a etapa de reconhecimento das dependências existentes entre as ICs para expor os riscos associados às mesmas. Com os riscos também identificados, são criados processos para gerenciamento das crises decorrentes de cada hipótese de risco que não tenham sido dirimidos.

Por fim, o gerenciamento da IC envolve atividades que garantam a disponibilidade, eficácia e eficiência da própria IC. Notadamente os sistemas de informação e telecomunicações devem receber especial atenção.

6.2 Redes de (inter)dependências

Redes de infraestrutura são formadas pela conexão de muitos componentes, que formam subconjuntos que realizam uma ou mais funções, de interesse social ou econômico, RECIPE (2011).

O conceito de interdependência é derivado da dependência. Segundo (SINGH; GUPTA; OJHA, 2014) os vários setores de infraestruturas críticas nas economias modernas estão tão interligados e interdependentes que uma ruptura de uma IC pode prejudicar ou afetar negativamente o funcionamento de várias outras infraestruturas críticas.

As dependências ou interdependências são, segundo (RINALDI et al, 2001) apud (SINGH; GUPTA; OJHA, 2014), agrupadas em quatro categorias:

- ✓ **Dependência física:** o estado de uma infraestrutura é dependente do material produzido em outra infraestrutura
- ✓ **Cyber dependência:** uma infraestrutura depende de informação de outra.
- ✓ **Dependência geográfica:** uma infraestrutura é geograficamente dependente se um evento ambiental pode provocar mudança de estado nela.
- ✓ **Dependência lógica:** uma infraestrutura depende do estado de outra infraestrutura via algum mecanismo que não seja físico ou cyber dependente.

A dependência geográfica é contestada nos casos de cyber ataques (SINGH; GUPTA; OJHA, 2014), pois as pesquisas mais recentes têm sugerido que vulnerabilidades ou ameaças compartilhadas por duas infraestruturas não devem ser tratadas como dependência e portanto, o fator geográfico não deve ser considerado como uma dependência. A figura 21 ilustra setores interdependentes:

Figura 21: Interdependência de ICs

Fonte: *Energy Sector-Specific Plan 2015 – US Homeland Security*

Dependência física e cyber dependência transcendem setores individuais de infraestrutura por definição e, geralmente, transcendem setores públicos e privados. A cyber dependência é facilmente compreendida, pois muitas empresas trocam informações com outras empresas, com instituições bancárias e com o governo (emissão de notas fiscais, por exemplo). A

dependência física é devido à necessária ligação aos sistemas energéticos, telecomunicações e de transporte.

6.3 Análise de criticidade das infraestruturas

A análise de criticidade deve considerar as instalações e funções do Estado incluindo prédios governamentais e unidades militares, as redes de transporte, as estruturas de energia (óleo e gás, eletricidade), as reservas de água que contemplam represas, reservatórios e estações de bombeamento e as redes cibernéticas que permitem o controle e a coordenação do funcionamento de geração de carga para atendimento da demanda de energia, serviços de emergência e serviços de correios.

De acordo com *European Programme for Critical Infrastructure Protection* (EPCIP) (ALCARAZ; ZEADELLY, 2015), energia, tecnologia da informação, comunicações, água, alimentos e agricultura, saúde pública e sistema de saúde, sistema financeiro, administração pública e sistema judiciário, sistema de transporte, indústria química, indústria nuclear, pesquisa espacial e instalações de pesquisa são setores classificados como críticos.

Entender a interdependência é fundamental quando se consideram os graves problemas de terrorismo praticado por diversos grupos que ocorre em diversas partes do globo com motivações completamente distintas, mas sempre com uma forma distorcida de expressão de vontades com alvos indiscriminados.

No caso de combate ao terrorismo, hoje admite-se que as medidas de segurança devem ser proporcionais aos riscos de ataque terrorista. Proporcionalidade, relevância e eficácia são os princípios fundamentais de melhoria de segurança.

O *Centre for the Protection of National Infrastructure*³⁸ (CPNI) do Reino Unido, é o órgão técnico responsável por prover informações e orientações sobre proteção para as demais instituições.

Como o Reino Unido é alvo constante de terroristas, o CPNI define níveis de risco de cada IC como sendo: alto; médio-alto; médio; baixo, sendo que as ICs classificadas como de alta e média-alta merecem uma revisão por parte de especialistas em contraterrorismo.

Segundo o próprio CPNI, em casos de ataques terroristas bem-sucedidos, o gerenciamento dos riscos não foi entendido ou aplicado de maneira consistente. Assim, observa-se que os critérios de decisão sobre proteção quanto ao terrorismo devem atender três critérios fundamentais:

³⁸ Disponível em < <https://www.cpni.gov.uk/about-cpni> > obtido em 14 de março de 2017

- O critério deve ser racional, ou seja, a decisão deve ser tomada por razões concretas e não arbitrárias.
- Deve ser equitativo, o que significa que a devida atenção deve ser dada aos interesses de todos envolvidos;
- Deve ser defensável, o que significa o argumento deve ser bem embasado e explicado em caso de contestação.

No Reino Unido, foram definidos treze setores de infraestruturas nacionais: Químicos, Comunicações, Nucleares Cíveis, Defesa, Serviços de Emergência, Energia, Finanças, Alimentação, Governo, Saúde, Espaço, Transportes e Água. Vários setores definiram seus subsetores. Os serviços de emergência, por exemplo, podem ser divididos em polícia, ambulância, serviços de bombeiros e guarda costeira.

Cada setor tem um ou mais departamento(s) de Governo Líder (LGD) responsável pelo setor e proporcionando a segurança protetora para os ativos críticos.

Para o Reino Unido, nem todo setor da infraestrutura nacional é julgado como "crítico". A definição oficial do governo britânico de IC é - Os elementos críticos da infraestrutura nacional (instalações, sistemas, locais, propriedades, informações, pessoas, redes e processos), cuja perda ou comprometimento resultaria em grande impacto prejudicial para a disponibilidade, entrega ou integridade dos serviços essenciais com graves consequências econômicas ou sociais ou perda de vidas.

Os exemplos mais comuns de colapsos em larga escala causados por dependências de IC envolvem redes de transmissão de energia, como os maiores *blackouts* de 2003 nos EUA, Canadá e Europa, sendo que o processo de colapso em cascata tem sido estudado e modelado por diversos pesquisadores, como afirma STERGIPOLOS (2016).

Muitas metodologias e ferramentas de análise de dependências foram desenvolvidas, algumas com foco nos impactos, outras nas consequências e algumas no potencial efeito cascata, que uma vez iniciada em uma IC pode afetar diversas outras.

A análise de baixo nível ou escalas menores são aquelas onde apenas alguns setores são afetados, como a distribuição de energia ou de água isoladamente. Quando o efeito de colapso atinge outros setores, como economia ou a sociedade como um todo, com múltiplos setores afetados, são necessários modelos de larga abrangência.

A falta de energia elétrica compromete o fornecimento de água para abastecimento urbano, que tem sérias implicações na saúde pública e na segurança social. O efeito cascata que começa no setor de energia, informação

e comunicação que são transversais com outras IC, são particularmente preocupantes pois são vitais para outros setores, como a economia, afeta diretamente o bem-estar da sociedade.

As ferramentas de análise de interdependência entre as infraestruturas críticas geram conhecimento crucial para a formulação de políticas e estratégias de gerenciamento de uso e de riscos.

A caracterização das ICs da Índia, pode ser utilizada como um exemplo do que ocorre em países de dimensão continental, como o Brasil.

A tabela 6 mostra, por ordem de importância para a sociedade, as infraestruturas críticas e suas dependências na Índia. Segundo (SINGH; GUPTA; OJHA, 2014), sua elaboração foi o resultado de um processo que analisou artigos sobre as ICs e as opiniões de especialistas para determinar as relações e a importância relativa para o caso Indiano. O resultado é a lista de treze setores de ICs vitais para o contexto indiano:

Tabela 6: ICs identificadas na Índia		
	Setor IC	Produto ou serviço
1º	Agricultura e alimentos	Produção, processamento e distribuição
2º	Sistema bancário	Bancos, financeiras, câmbio
3º	Telecomunicações	<i>Backbones</i> , rede celular, antenas
4º	Indústria	Química, metalúrgicas, máquinas e equipamentos
5º	Base industrial de defesa	Pesquisa e produção produtos defesa
6º	Serviços de emergência	Polícia, Bombeiros, SAMU, Defesa Civil
7º	Energia	Plantas nucleares, Terminais e refinarias de óleo e Gás, Usinas Hidrelétricas, linhas de transmissão, subestações
8º	Saúde pública	Assistência médica e hospitalar
9º	Tecnologias da Informação	<i>Data centers</i> , Infraestrutura internet
10º	Monumentos nacionais	Congresso nacional, museus, monumentos nacionais
11º	Serviços postais	Correios e entregas
12º	Transportes	Rodovias, pontes, aeroportos, portos, gasodutos e oleodutos
13º	Suprimento de água	Água potável para consumo e irrigação

Fonte: Adaptado de (SINGH; GUPTA; OJHA, 2014)

A tabela 6 também permite também relacionar os produtos e serviços essenciais para a sociedade associados aos setores de ICs.

No caso da Índia, a fase seguinte foi determinar a interdependência entre os setores listados anteriormente. (SINGH; GUPTA; OJHA, 2014) chegaram a um diagrama que mostra os níveis por ordem de importância e os setores afetados em caso de colapso utilizando o modelo ISM (*Interpretative structural modeling*) proposto em 1973 para possibilitar que indivíduos, ou grupos, envolvidos em situações complexas possam identificar relações na forma de dependências.

O setor de energia está na base de todas as infraestruturas, diretamente ligado a dois outros setores importantíssimos para a economia indiana; o terceiro setor (serviços) e o suprimento de água. Estes são setores muito importantes na Índia, o de serviços em constante crescimento e, em outro nível, a disponibilidade de água dada à enorme população, os problemas de saneamento básico e uso intensivo na agricultura. A figura 22 ilustra:

Figura 22: Diagrama dos setores de IC e seu nível de importância para o cenário indiano

Fonte: (SINGH; GUPTA; OJHA, 2014)

A Índia é a quarta potência agrícola mundial³⁹. A agricultura representa perto de 18% do PIB e emprega 50% da população ativa. A percentagem da população empregada no setor agrícola tem diminuído nos últimos anos, mas sua contribuição para o PIB tem aumentado. O carvão é a principal fonte energética do país, sendo o terceiro maior produtor mundial de carvão.

6.4 Potenciais implicações econômicas e financeiras

A classificação de infraestruturas como ICs pode levar em conta as potenciais perdas financeiras e econômicas com eventuais interrupções ou

³⁹ Disponível em : https://pt.portal.santandertrade.com/analise-os-mercados/india/economia?&actualiser_id_banque=oui&id_banque=7&memoriser_choix=memoriser obtido em 28 de outubro de 2016.

colapsos. Os prejuízos causados por apagões podem gerar pedidos de ressarcimento de consumidores junto às concessionárias de energia elétrica e ações na justiça.

Em relação ao petróleo, os processos para exploração e produção do petróleo são muito dispendiosos, especialmente para produção nos campos do pré-sal, que exigem a superação de diversos obstáculos operacionais devido ao ambiente extremamente hostil aos equipamentos utilizados em grandes profundidades. A justificativa para classificar as plataformas, terminais, oleodutos e gasodutos é imediata.

6.4.1 Perdas ligadas ao fornecimento de energia elétrica

O sistema energético começa nas usinas geradoras, onde a energia elétrica é gerada, é transportada por uma complexa rede de linhas de transmissão até alcançar seus centros consumidores composto por indústrias, sistema de transporte de metrô e ferrovias, comércios e residências.

Em relação à energia elétrica, para o entendimento dos custos cumpre esclarecer que:

As perdas financeiras decorrentes de interrupções podem chegar a valores demasiado grandes que podem afetar inclusive os resultados financeiros no final do período, comprometendo a arrecadação de impostos, o lucro líquido e os investimentos dos próximos exercícios.

Um afundamento de tensão na indústria de papel, por exemplo, pode causar a perda de um dia inteiro de produção. Na indústria, em geral, há uma grande quantidade de equipamentos eletrônicos que são sensíveis às variações na tensão da rede elétrica. Esses sistemas são vitais nos processos de produção, pois uma pequena falha ou erro de um controle ou acionamento pode resultar desde produtos com baixa qualidade até a completa paralisação da produção.

No caso brasileiro, considerando que 79% das empresas utilizam a energia elétrica como principal fonte de energia⁴⁰, sendo que 50% é apenas para o acionamento de motores elétricos, as possibilidades de perdas industriais são inúmeras, podendo-se destacar:

- ✓ Paralisação total ou parcial da fábrica
- ✓ Perda de matéria-prima e mercadorias

⁴⁰ Disponível em: < <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/imprensa/2016/03/1,84333/doi-tercos-das-industrias-tem-prejuizos-com-falhas-no-fornecimento-de-energia-eletrica-diz-pesquisa-da-cni.html> > obtido em 04 de novembro de 2016

- ✓ Perda total ou parcial dos dados
- ✓ Aumento dos custos com mão-de-obra
- ✓ Aumento dos custos com manutenção dos equipamentos danificados
- ✓ Acionamento de geradores (alto custo de aquisição e utilização do recurso)

6.4.2 Perdas ligadas a petróleo e gás

Quanto ao petróleo e gás natural, as empresas vinculadas ao setor têm um papel relevante na economia, por sua função, e no ambiente político, pelo volume de recursos que pode ser arrecadado para cada unidade da federação, em termos de *royalties* e impostos.

Rússia, Venezuela, Nigéria, Líbia, Argélia e Angola, entre outros, mudaram o marco regulatório dos seus respectivos países para diminuir a competição, favorecer empresas estatais e interferir na capacidade de empresas de petróleo estrangeiras de continuarem a ter papel de destaque na produção local.

Atualmente três quartos das reservas internacionais de petróleo estão controladas por empresas nacionais e estatais de petróleo. As principais empresas internacionais (não estatais) de petróleo produzem apenas 10% da produção global de petróleo e gás.

A perda da plataforma P-36 na bacia de Campos em 2001 causou na época a perda de US\$ 350 milhões, apenas para citar um exemplo de acidente.

Segundo o plano de negócios da Petrobrás (PNG2017-2021), o volume total de investimento planejado para o período superará US\$ 60 bilhões com exploração e desenvolvimento de produção de petróleo, conforme figura 23 a seguir.

Figura 23: Total de investimentos da Petrobrás - 2017-2021

Fonte: Plano de Negócios 2017-2021

A proteção das ICs significa oferecer uma garantia adicional aos US\$ 60,6 bilhões de investimentos e de toda a riqueza que será gerada com a produção de petróleo (Plano de Negócios Petrobrás 2017-2021).

Em relação ao gás natural, no mesmo documento da Petrobrás há o volume de investimentos que prevê investimentos de US\$ 12,4 bilhões em refino e gás natural (RGN), resumido pela figura 24:

Figura 24: Total de investimento planejado da Petrobrás para gás natural

Fonte: PNG2017-2021⁴¹

Do exposto, conclui-se que proteger as IC vinculadas ao petróleo e gás natural é altamente recomendável como política pública para a geração e manutenção de riqueza no país.

Do ponto de vista das relações comerciais com outros países, proteger os investimentos com medidas adicionais de garantia, é fundamental para atrair capital estrangeiro, na medida em que os riscos são reduzidos e finalmente, para conquista e manutenção da posição do país como um ator relevante no cenário internacional.

6.5 Critérios para classificação das ICs brasileiras de energia

No caso brasileiro é preciso considerar as peculiaridades para encontrar os melhores critérios para definição das ICs que devem receber proteção correspondente à sua importância. Os planos de gerenciamento de risco, do

⁴¹ RTC: Refino, Transporte e Comercialização; G&E: Gás & Energia; PBIO: Petrobras Biocombustível; P&D: Pesquisa & Desenvolvimento.

ponto de vista dos efeitos que podem causar nas demais ICs, devem ser considerar as interdependências.

Historicamente no Brasil o planejamento do sistema elétrico passou de uma perspectiva regional com usinas de médio porte, situadas próximas dos centros de carga associadas às linhas de transmissão, dispostas em troncos radiais, para configurações muito mais complexas. Estas, constituídas por vastas malhas regionais, tem o objetivo de integrar grandes hidrelétricas situadas em bacias mais distantes dos centros de consumo (GONÇALVES, 2009).

As características do sistema elétrico brasileiro são:

- a) Organização institucional complexa, em função das dimensões, das diferenças regionais e da necessidade de participação de diferentes agentes públicos e privados;
- b) Sistema predominantemente hidrelétrico, com grandes reservatórios de regulação plurianual;
- c) Sistema de transmissão com grandes distâncias das usinas aos principais centros de consumo;
- d) Possibilidades de conexão inter-regionais com aproveitamentos da diversidade hidrológica, com pequenas centrais hidrelétricas (PCH);
- e) Instalação de usinas térmicas;
- f) Micro geração fotovoltaica e eólica.

Nas últimas décadas, irregularidades no ciclo de chuvas em algumas bacias e o aumento de demanda provocaram a necessidade de maior tempo de utilização de termelétricas, que foram construídas próximos dos centros consumidores.

Em 2014, quando foi registrado um longo período de estiagem na região sul e sudeste do país, o presidente da Associação Brasileira de Geração Flexível (ABRAGEF)⁴², afirmou que os projetos das termelétricas foram concebidos para operar durante 15% do tempo ao longo do ano, sendo assim, complementar ao sistema. Embora seja uma opção que contribua para maior segurança energética, seu emprego tem efeitos ambientais negativos por utilizar gás natural ou óleo diesel e resultam no aumento da tarifa de energia elétrica.

No caso do Brasil, grandes regiões geográficas funcionam em permanente articulação com centros reguladores de diferentes hierarquias, ou níveis, mas todas confluem em um centro de comando responsável pela monitorização da distribuição de energia, por meio do SIN.

⁴² Disponível em < <https://energianteligenteufjf.com/2014/09/04/diante-da-seca-brasil-faz-uso-recorde-de-termelétricas-movidas-a-oleo-diesel-e-carvao-mineral/> > obtido em 09 de fevereiro de 2017

O SIN controla um sistema de produção e transmissão de energia elétrica composto por um sistema hidrotérmico de grande porte predominantemente formado por usinas hidrelétricas e com múltiplos proprietários. Apenas 1,7% da energia requerida pelo país encontra-se fora do SIN, com pequenos sistemas isolados nas regiões mais distantes da região amazônica.

A viabilização econômica e social do país depende da garantia do equilíbrio energético entre carga e demanda, por essa razão o SIN deve fazer acompanhamento constante da carga para atender a demanda de energia que tende ao crescimento quando se verifica incremento econômico medido pelo Produto Interno Bruto (PIB).

Em bacias hidrográficas, há múltiplos aproveitamentos (geração de energia, abastecimento de água potável, atividades de lazer) regulados por barragens que são permanentemente monitoradas.

Quanto aos regimes de exploração há as que são serviços públicos, as de produção independente e as de produção de energia para consumo próprio, admitindo-se a comercialização de energia excedente.

Na bacia do Rio Tietê, por exemplo, há várias geradoras com barragens que geram de forma independente, coordenadas pelo SIN, devendo cada uma controlar suas vazões no sentido de atender a demanda de energia definida pelo Sistema.

Figura 25: Bacia do Tietê com múltiplos aproveitamentos da água

Fonte: Hidrelétricas 2015-2019 – ONS

A figura 25 mostra usinas com reservatórios (triângulos) e usinas à fio d'água (círculos) em um sistema que aproveita a geografia e a topologia para geração de energia.

Um dos caminhos para o Brasil começa pela identificação dos *stakeholders* que atuam (ou deveriam atuar) para tornar as cidades mais resilientes aos riscos que podem afetar as ICs de energia a fim de definir responsabilidades e coordenação de esforços.

A tabela 7 apresenta uma seleção de parâmetros que podem ser adotados para classificação das ICs, considerando as características da matriz energética brasileira:

Tabela 7: Parâmetros para designação de criticidade de ICs brasileiras	
Energia elétrica	
IC	Parâmetros/importância
<i>USINAS HIDRELÉTRICAS</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Que seja vital para amortecimento das oscilações eletromecânicas (componentes eletromagnéticos que convertem energia elétrica em mecânica, ex: motor elétrico) • Possuir dispositivos de auto restabelecimento. • Que sejam vitais para o controle do perfil de tensão do sistema. • Porte mais expressivo (maior geração carga). • Mais sujeitas à menor pluviosidade.
<i>LINHAS DE TRANSMISSÃO</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Cruzamentos de circuito • Rede básica de transmissão (> 230 kV); • Rede de subtransmissão (138 kV); e • Rede de distribuição (abaixo de 138 kV).
<i>SUBESTAÇÕES</i>	<p>Relevância Topológica ou grau de impacto sistêmico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alto impacto sistêmico têm risco de blecaute regional, afetando 3 (três) ou mais estados da federação; • Médio impacto têm repercussão em um ou dois estados, resultando na perda de um montante superior a 30% da carga da área afetada; • Impacto localizado têm repercussão em uma capital de estado e/ou grandes polos industriais, resultando na perda de um montante superior a 50% da área afetada

<i>Operação e Controle do SIN</i>	<p>Centros de Operações e Controle do Sistema:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Impossibilidade de os operadores entrarem ou permanecerem na sala de controle (restrição de acesso ao Centro, necessidade de evacuação do Centro de Operação); • Indisponibilidade Total da Supervisão do Sistema (Ocorrências no Hardware, ocorrências no Software, Ocorrência na alimentação elétrica, indisponibilidade de telecomunicação de dados, ataque cibernético bem sucedido);
Petróleo e Gás	
IC	Parâmetros/importância
<i>BACIAS/CAMPOS</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Campos (ES – RJ) • Santos (PR – SC – SP – RJ) • Espírito Santo (ES) • Solimões (AM) – <i>ON SHORE</i> • Potiguar (PB – CE – RN) • Sergipe e Alagoas (SE – AL) • Recôncavo (BA) – <i>ON SHORE</i> • Camamu/Almada (BA) • Tucano (BA) – <i>ON SHORE</i> • Jequitinhonha (BA) <p>As bacias concentram pesquisa e exploração, no caso do recôncavo baiano com muitos campos maduros.</p>
<i>Campos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Plataformas marítimas, principalmente as localizadas no polígono do pré-sal, maiores poços em volume de produção na província do pré-sal. • 5 áreas continentais em que poderá ser explorado gás não convencional (<i>gás de folhelho</i>)
<i>Terminais</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Terminal de São Sebastião, pelo grande volume recebido e distribuição ao principal centro consumidor do país • Guarulhos (abastece várias refinarias e Aeroporto Internacional de Guarulhos) • Guararema (Intermediário entre o Terminal de São Sebastião e as refinarias, tem a função de abastecer a Refinaria de Paulínia, a Refinaria Vale do Paraíba e a Refinaria de Capuava) • São Caetano do Sul (recebe, armazena e transfere derivados de petróleo e etanol para distribuidoras; para os terminais de Barueri, Guarulhos, Guararema, Cubatão, Santos e São Sebastião; para a Refinaria Vale do Paraíba (REVAP), Refinaria de Capuava (RECAP), Refinaria Presidente Bernardes (RPBC), Refinaria de Paulínia (REPLAN), que é a maior refinaria de

	petróleo do país, Usina Piratininga, Petroquímica União e Utingás através dos sistemas do Oleoduto Santos-São Paulo (OSSP), Oleoduto Barueri-Utinga (Obati) e Guararema-Guarulhos (Osvat).
<i>Oleodutos e gasodutos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Centro Nacional de Controle Logístico (CNCL), localizado na Sede da Transpetro. • Gasodutos mais importantes são os que fazem escoamento de produção. • ROTA 1, ROTA2 e ROTA 3 pelo escoamento de gás da província do Pré-sal. • GASBOL.
<i>Estações de bombeamento de óleo</i>	Situadas ao longo dos oleodutos. Como as distâncias entre os pontos de entrada e de entrega são longas e, em alguns casos, os dutos passam por regiões de grande inclinação, as estações ajudam a dar mais potência, empurrando os produtos até o seu destino.
<i>Estações de compressão de gás</i>	Responsáveis por aumentar a capacidade de transporte do gás natural
<i>Refinarias</i>	<p>Proximidade dos centros consumidores</p> <ul style="list-style-type: none"> • RPBC Presidente Bernardes (atende São Paulo- SP) - interligada com o Terminal Aquaviário de Santos, o Terminal Terrestre de Cubatão (ambos da Transpetro) e o Tecub-Terminal de Cubatão (da Petrobras Distribuidora). • REPLAN – Paulínia (maior Brasil) - Terminal de São Sebastião, Terminal de Guararema e Terminal de Barueri. Interligada aos Terminais das Distribuidoras do Pool Paulínia, Terminal da Petrobras Distribuidora e Base da Liquigás para GLP. • RECAP – Capuava - ligada aos terminais de Barueri, Cubatão e São Caetano do Sul • Polo Petroquímico de Camaçari • Refinaria Landulpho Alves (RLAM)
Energia Nuclear	
IC	Parâmetros/importância
Central Nuclear	<p>Pela importância estratégica para o País</p> <ul style="list-style-type: none"> • Angra I • Angra 2 • Angra 3 (Em construção)

Fonte: autor

São inúmeros os tipos de riscos a que estão sujeitas as ICs de energia. O gestor público deve antever os riscos, preparar o Poder Nacional e garantir a

resiliência para reagir, afim de não ter que concluir após o fato, exatamente como nas duras, mas reais afirmações de um relatório do governo japonês sobre o acidente de Fukushima, que “a preparação consistente” foi “insuficiente”, conforme destacou (YERGIN, 2014).

O gestor público deve ficar especialmente atento ao fato de que o sistema energético é considerado um sistema social pelas suas interdependências, com atores individuais e institucionais que estão constantemente, tomando decisões. É um sistema aberto e dinâmico, que opera sob condições de incerteza em ambiente sem conflitos. Em situações de conflito ou calamidades, as condições de operação podem se tornar extremamente mais complexas.

Uma IC de energia é parte de um sistema complexo e dinâmico cuja pane ou falha pode produzir um significativo impacto pois todas as infraestruturas críticas uma propriedade comum: são todas coleções complexas de componentes interativos. Sob essa ótica, cada componente de uma infraestrutura constitui uma pequena parte de uma complexa rede que constitui a infraestrutura geral.

Todos os componentes são influenciados por experiências passadas. Por exemplo, os transformadores elétricos se degradam lentamente do excesso de uso e os tubos de gás natural envelhecem ao longo do temponos interesses nacionais, como a segurança nacional, a economia e as necessidades humanas básicas. Esse sistema consiste de relevantes setores e as suas ligações.

Conforme (REHAK et al, 2016) é possível fazer uma correlação entre a intensidade da causa, falha e o impacto no sistema de IC mostrada na figura 26:

Figura 26: Correlação entre causa, falha e impacto

Fonte: Adaptado de (REHAK et al, 2016)

No artigo (REHAK et al, 2016), são definidos apenas três níveis verticais - nível de sistema, nível de setor e nível de elemento - usando como exemplo a República Tcheca e mostra uma tabela com a classificação por sistemas de IC por impacto. A tabela foi adaptada para o caso brasileiro conforme a estruturação federativa da União com os poderes em nível municipal, estadual e federal.

As relações entre setores (interdependências) podem ser assim exemplificadas, conforme (REHAK et al, 2016), figura 27, que mostra o tipo de interação que pode ocorrer de um setor para outro:

Figura 27: Relação entre setores

Fonte: Adaptado de (REHAK et al, 2016)

As relações são classificadas entre setores em três tipos conforme o efeito de um sobre o outro: entre elementos dos setores da IC, entre os elementos dentro de um setor da IC, e entre os elementos da IC e a sociedade (REHAK et al, 2016).

Os elementos de IC podem ser classificados por impacto conforme a tabela 8:

Tabela 8: Classificação dos elementos de IC por impacto	
<i>Elemento</i>	<i>Impacto possível</i>
IC de categoria III (nível municipal)	Perturbações destes elementos impactam a vida social em um município. As perturbações conduzem a interrupções na prestação de serviços (por exemplo, o fornecimento de alimentos, energia elétrica e água potável). Neste nível, os elementos não funcionais desta categoria são substituídos pela adoção de medidas organizativas especiais ou de soluções temporárias ou serviços de emergência (ainda é possível fornecer alimentos, energia elétrica e água potável).

ICs de categoria II (nível estadual)	<p>Perturbações desses elementos impactam a vida social em vários municípios ou toda uma região. Quando os elementos desta categoria são perturbados, o problema precisa ser resolvido de forma coordenada pelos operadores das infraestruturas em cooperação com serviços de emergência estaduais. Uma situação de emergência pode ser declarada dispensando o poder público de licitações, e outras medidas regulamentares. A ajuda humanitária é prestada a partir de recursos nacionais.</p>
IC de categoria I (nível nacional)	<p>As perturbações destes elementos afetam a segurança nacional, são essenciais para os cidadãos em duas ou mais regiões, ou em um país inteiro. Quando os elementos desta categoria são interrompidos, o problema é resolvido pela infraestrutura (com base em planos de emergência ou contingência aprovados) em cooperação com os ministérios e as autoridades da administração central responsáveis pelas regiões. Os elementos desta categoria são praticamente insubstituíveis e Interrupções só podem ser resolvidas provisoriamente (por exemplo, água e combustível). Uma emergência de Nível I é declarada e são adotadas medidas regulamentares. A ajuda humanitária internacional pode ser solicitada.</p>
Especial – nível internacional	<p>Perturbações desses elementos afetam a segurança nacional de duas ou mais Nações. São adotadas medidas reguladoras amplas e existe cooperação internacional, coordenação e organização da ajuda humanitária (Centro de Coordenação de Resposta a Emergências ou o Escritório das Nações Unidas para a Coordenação de Assuntos Humanitários)</p>

Fonte: Adaptada de (REHAK et al, 2016)

A maneira mais usual de identificar as IC é pela abordagem *BOTTOM-UP* (REHAK et al, 2016), também considerada a melhor forma de abordar o problema na visão de (SIQUEIRA, 2015).

A identificação dos setores da infraestrutura críticos é então o primeiro passo e já foi mencionado em capítulos anteriores, e cada setor possui IC que se relacionam com uma ou mais ICs de outros setores, conforme apresenta a figura 28, que mostra o efeito sinérgico de ICs entre setores e subsetores:

Figura 28: Efeito sinérgico de ICs entre setores e sub-setores

Fonte: Ultra Electronic (<https://www.ultra-electronics.com/capabilities/infrastructure.aspx>)

Outro aspecto importante, é que existe um efeito sinérgico que ocorre em um sistema de infraestruturas sugerido na figura anterior, e bem destacado na figura 29, que amplia os efeitos negativos decorrentes da falha ou colapso de algum dos componentes que interagem continuamente na manutenção da condições de operação.

Figura 29: Efeitos sinérgicos em sistemas de IC

Fonte: (REHAK et al, 2016)

A figura 29 mostra o efeito das emergências que podem ocorrer em três níveis horizontais do sistema de IC. O nível I mostra a sinergia de eventos sobre um setor, o nível II, os efeitos sobre os setores relacionados que podem ser afetados e o nível III, o efeito cumulativo sobre a sociedade que sofre todos os efeitos combinados das três camadas.

6.6 Aplicação dos conceitos

Considerando o exposto no capítulo 4, as seguintes atividades devem orientar a definição de políticas assertivas para incremento do nível de segurança das ICs de energia:

Tabela 9: Atividades propostas conforme <i>framework</i> de gestão riscos	
Ação	Descrição
1. Definição dos <i>stakeholders</i>	Órgãos, empresas e demais interessados
2. Definição do conjunto de objetivos de segurança	Em função de ameaças identificadas
3. Identificação de ativos, de sistemas, redes e funções das ICs	
4. Avaliação de riscos	Vulnerabilidades, ameaças e consequências
5. Priorização de ações	
6. Implementação de Programas de Proteção	
7. Avaliação e medição de eficácia das medidas consideradas	Realização de testes de segurança e resposta aos incidentes

6.7 Exemplos

6.7.1 No Setor Elétrico

Considera-se neste ponto a região metropolitana de São Paulo com as principais linhas de transmissão de energia elétrica, cuja origem é Itaipu e destino Ibiúna (SP). Considera-se a hipótese de cenário de graves ameaças de invasão de subestações e destruição de torres de alta tensão na região de Cascavel (PR), que pode comprometer a região metropolitana de São Paulo.

As figuras 30 e 31 mostram a região com suas linhas de transmissão, indicando os primeiros pontos em que as perdas se fariam sentir, mas que seriam imediatamente propagados para outras regiões do país, implicando na urgente necessidade de ação do SIN e demais *stakeholders*.

The map displays the Brazilian Interconnected National Power System (Sistema Interligado Nacional - SIN) as of 2017. It shows a dense network of high-voltage transmission lines (red and yellow) connecting various substations (black dots) across the country. The map includes state boundaries and major cities. A search bar at the top allows for finding substations, lines, and municipalities. The map is titled 'ONS Operador Nacional do Sistema Elétrico' and 'Sistema Interligado Nacional - Rede de Operação - Horizonte 2017'. The search bar contains the text 'Buscar subestações, usinas, linhas, ramais e municípios'. The map shows a complex network of lines connecting major power hubs and substations, with a focus on the central and southern regions. The map includes state boundaries and major cities, providing a comprehensive overview of the national power infrastructure.

Fonte: <http://betasindat.ons.org.br/SINDAT/Home/ControleSistema#>

Um resumo das principais atividades considerando o *framework* de gestão de riscos para o setor de energia elétrico brasileiro ameaçado por integrantes de movimentos de reforma agrária é visto no resumo de cenário da Tabela 10.

Tabela 10: Identificação de cenário setor elétrico			
Cenário hipotético	Ameaças (A)	Vulnerabilidades (V)	Medidas (M)
(Nível I podendo se estender para nível II)	Danificação ou destruição de Linhas de transmissão de Itaipu, por integrantes do movimento que desejam pressionar Governo Federal por desapropriações de áreas rurais nas proximidades Cascavel (PR)	Linhas ao longo de grandes distâncias, com transformadores, disjuntores, chaves seccionadoras e demais elementos que geram, transportam e distribuem a energia elétrica.	Monitoramento de lideranças (a exemplo do MST), Prisões preventivas baseadas em leis antiterror, Monitoramento por meio de Aeronave Remotamente Pilotada

Fonte: autor

A tabela 11 mostra as ações de gerenciamento de riscos e crise para o cenário da tabela 10:

Tabela 11: Framework de gestão de riscos e crise	
Ação	Descrição
Stakeholders	ONS, ANEEL, Governo do Estado de São Paulo, Concessionárias, Defesa Civil, Polícias (Federal e Militar)
Objetivos do conjunto de segurança	Garantir de fornecimento de energia para região metropolitana
Ativos	Linhas de transmissão de alta tensão e subestações
Riscos	Imobilização da região metropolitana de São Paulo por meio de blecaute. Hospitais, Serviços de telecomunicações e transportes terrestres e aeroportos podem ser prejudicados.
Prioridades	Estabelecer ações contingenciais para transmissão de energia de outras regiões com coordenação do SIN. Identificar pontos onde se encontram grupos de pessoas ligadas ao movimento.
Programas de Proteção	Alertar consumidores eletrointensivos e população da região
Medidas de avaliação de efetividade	Criar sala de situação para acompanhamento das medidas e coordenação dos esforços.

Fonte: autor

6.7.2 No setor de petróleo

Considere-se o oleoduto cuja origem é Terminal de São Sebastião com ligação para região metropolitana de São Paulo. Num cenário hipotético, uma quadrilha especializada no roubo de óleo cru para desviar para uma pequena refinaria improvisada para produzir gasolina e óleo diesel na periferia de São Paulo. As figuras 32 e 33 mostram o trajeto dos oleodutos:

Figura 32: Detalhe de dois oleodutos com origem em São Sebastião

Fonte: <http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/principais-operacoes/>

Os mapas mostram oleodutos cuja origem é o terminal de São Sebastião cujo destino são refinarias situadas na região metropolitana de São Paulo.

Figura 33: Detalhe destino oleoduto - refinaria de Paulínia

Fonte: <http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/principais-operacoes/>

O resumo das principais atividades considerando o *framework* de gestão de riscos para o setor de petróleo e gás brasileiro ameaçado por quadrilhas especializadas em roubos de combustíveis:

Tabela 12: Identificação de cenário para setor petróleo			
Cenário hipotético	Ameaças (A)	Vulnerabilidades (V)	Medidas (M)
(Nível I podendo se estender para nível II)	Danificação ou destruição de oleoduto podendo causar explosões e destruição de áreas próximas além de contaminação do ambiente.	Dutos ao longo de grandes distâncias	Monitoramento de quadrilhas conhecidas com antecedentes de roubos de combustíveis, Prisões preventivas, Monitoramento por meio de Aeronave Remotamente Pilotada

Fonte: autor

A tabela 13 mostra as ações de gerenciamento de riscos e crise para o cenário da tabela 12:

Tabela 13: Framework de gestão de riscos e crise	
Ação	Descrição
Stakeholders	ANP, Petrobrás, Governo do Estado de São Paulo, Refinarias, Defesa Civil, Polícias (Federal e Militar)
Objetivos	Garantia de fornecimento de combustível para região metropolitana
Ativos	Oleodutos e estações de bombeamento, refinarias
Riscos	Imobilizar a região metropolitana de São Paulo por falta de combustível. Hospitais, Serviços de emergência e sistemas de transportes, aeroportos
Prioridades	Estabelecimento de ações contingenciais para transferência de operações para outras refinarias. Identificação dos pontos mais críticos.
Programas de Proteção	Alertar empresas de transporte, usinas termelétricas e população em geral, evitando “corrida aos postos de combustíveis”
Medidas de avaliação de eficácia	Criação de grupo de gestão de crise. Sala de situação para acompanhamento das medidas e coordenação dos esforços.

Fonte: autor

6.8 Validação da adoção de *framework* de gestão de riscos

Para verificação da eficácia do *framework* sugerido, é necessária a criação de um modelo que permita a simulação dos efeitos de danos sobre a infraestrutura ou seus componentes e os efeitos sinérgicos sobre as IC interdependentes. Algumas ferramentas que utilizam a Teoria dos Grafos são disponíveis para elaborar o desenho das ICs, com suas posições geográficas e suas interconexões, mas ainda não permitem avaliar com mais realismo, o real efeito sobre as populações afetadas.

Capítulo 7 - Conclusões

A energia é essencial para a organização econômica e social de todos os países. A produção e o consumo de energia reúnem características técnicas e econômicas peculiares, com consequências para o desenvolvimento econômico-social e sobre o meio ambiente.

A energia, sempre vinculada aos recursos naturais, renováveis ou não, é inevitavelmente considerada, tanto no processo de definição das estratégias empresariais pela questão do custo por ser um insumo básico, quanto na agenda de políticas governamentais. É um tema que está sempre em evidência, pois não há desenvolvimento econômico-social sem o adequado suprimento de energia.

Os aspectos geopolíticos condicionam as decisões governamentais em relação às políticas energéticas no sentido de garantir a segurança do abastecimento contínuo e com preços adequados, visando criar as condições ideais para o desenvolvimento ao longo do tempo. Decisões equivocadas podem representar custos políticos e econômicos elevados. Assim, a segurança do abastecimento energético se constitui numa prioridade nacional com efeitos no presente e no futuro.

A análise da extensa bibliografia sobre o tema envolvendo segurança energética e as infraestruturas críticas deixa clara que a preocupação com segurança energética por parte dos países não se limita apenas ao petróleo. Apagões ocorridos nos EUA, na Europa e na Rússia geraram incertezas sobre a confiabilidade dos sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

A internet e a crescente dependência de sistemas de informação, cada vez mais complexos, introduziram novas vulnerabilidades na infraestrutura de energia e eletricidade, com as ameaças cibernéticas cada vez mais presentes, obrigando governos e empresas a buscarem soluções progressivamente mais caras e sofisticadas.

As infraestruturas de energia e toda a rede de transmissão e distribuição foram desenvolvidas há muitas décadas, sem a ênfase na segurança necessária nos dias atuais (YERGIN, 2014).

Como assinalado por YERGIN, o gestor público deve “pensar” a segurança energética não apenas como aprovisionamento da energia, mas como uma cadeia completa, da geração ao consumidor.

Do ponto de vista objetivo, este trabalho apresenta um levantamento de incidentes e contingências que causaram muito prejuízo e problemas para as populações diretamente afetadas. Este trabalho aponta caminhos para

planejamento de respostas a incidentes de qualquer natureza que afete, total ou parcialmente, as ICs de energia considerando a experiência de outros países no gerenciamento de riscos e crise.

Outro fator que vale mencionar é o fato de que muitos dispositivos já incorporam inteligência artificial e estão sendo embarcados em veículos aéreos e terrestres, permitindo autonomia quanto à direção, podendo se tornar ameaças se utilizados por grupos criminosos ou terroristas.

Por outro lado, tecnologias de monitoramento, embarcadas em plataformas aeroespaciais, poderão gerar padrões de dados que podem ser verificados em tempo real. Anomalias detectadas nos padrões de movimentação de objetos e pessoas nas proximidades das ICs podem ser percebidas por softwares específicos e podem emitir alertas em tempo real, conferindo robustez aos sistemas de defesa local. O reconhecimento aéreo e alerta antecipado já são realizados por esquadrões da Força Aérea Brasileira em nível tático e na vigilância da Amazônia.

Um projeto de monitoramento de ICs, além de agregar valor para a indústria nacional pela inserção de novas tecnologias e oferecer garantia adicional para os investidores em infraestruturas, pode ainda resultar na geração de dados georreferenciados, que podem ser utilizados para novos empreendedores e órgãos reguladores para viabilizar novas concessões públicas e projetos privados.

O projeto do Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC), serve como modelo para a realização de um projeto estratégico de monitoramento de IC utilizando satélite radar de abertura sintética (SAR).

Um projeto desse porte pode assegurar ao Brasil, não somente a proteção das ICs mas o domínio completo de tecnologias sensíveis e com altíssimo valor agregado, fomentando a indústria nacional e o desenvolvimento econômico e social.

Como foi mostrado ao longo deste trabalho, a questão da segurança energética vai muito além da segurança física dos ativos, da infraestrutura, das redes de conexões e dos estoques. O acesso físico, garantido por contratos, passa pela regulação que deve garantir a justa remuneração aos investidores bem como a preservação dos recursos para as gerações vindouras.

Embora pareça ser óbvio, a falta de cultura nacional de prevenção, visível nos setores público e privado, repercute na estruturação de novos negócios de geração, transmissão e distribuição de energia. A inserção de novos empreendimentos em redes socioeconômicas cada vez mais complexas, pode amplificar os efeitos deletérios de falhas ou colapso de componentes.

A citada ausência da cultura de prevenção ao longo de nossa história já provocou prejuízos econômicos significativos e se não for desenvolvida uma cultura proativa em relação à base de todas as infraestruturas – a energia – poder-se-á ter sérias consequências em face de novas ameaças que surgem no mundo, com destaque para o terrorismo e a guerra cibernética.

Para os gestores públicos, garantir segurança energética vai além da manutenção da disponibilidade de recursos energéticos com preços adequados. Este trabalho propugna que os responsáveis pelas decisões sobre a Segurança Energética devam ter uma visão geopolítica sobre a segurança energética, conhecendo as diferentes facetas do poder nacional, inclusive a militar, pois em conflitos é o poder que prevalece.

O gestor público precisa propor medidas para assegurar a segurança física – os ativos, a infraestrutura, redes de abastecimento, rotas comuns e alternativas e os sistemas computacionais que possibilitam a integração com os demais setores da sociedade.

A tabela 7 – Parâmetros para classificação de ICs brasileiras, indica direções para a determinação das ICs que devem ser objeto de atenção da gestão pública visando a garantia de continuidade de fornecimento e acesso à energia sob vários aspectos.

A necessidade de monitoramento das ICs de uma maneira mais eficiente é ventilada ao longo deste trabalho em diversas passagens. Em conflitos recentes, os primeiros alvos dos ataques de mísseis foram os sistemas de geração e transmissão de energia, os sistemas de comunicações e os centros de comando e controle. Suprimidas estes, os centros de comando ficam literalmente “cegos”. O gestor público precisa ter a consciência de que um possível estrategista militar adversário irá escolher as ICs como alvos para garantia da superioridade aérea sobre um teatro de operações.

Essa dissertação procurou mostrar uma lacuna deixada por decisões políticas do passado recente, no Brasil e em vários outros países, onde os *stakeholders* deixaram de considerar as transformações tecnológicas e as novas ameaças que surgiram no cenário internacional. No setor energético, assim como no setor da Defesa, as decisões produzem efeitos nas expressões econômica, psicossocial, militar e científica-tecnológica e são de longo prazo.

Ao gestor público e para as lideranças políticas, ressalta-se que a capacidade de proteção poderá ser otimizada com o incremento da vigilância por plataformas orbitais, que pode abreviar o tempo de resposta do Poder Nacional em situações excepcionais, preservando o funcionamento normal das funções vitais do Estado.

Referências

_____. **Balanco Energético Nacional**. Empresa de Pesquisa Energética. Ministério de Minas e Energia. 2016. Disponível em < <https://ben.epe.gov.br/> > Acesso em: 07 jul 2017

ALBRECHTSEN, Eirik. **A generic comparison of industrial safety and information security**. Term paper in the PhD course "Risk and Vulnerability", NTNU. December 2002.

ALCARAZ, Cristina; ZEADALLY, Sherali. **Critical infrastructure protection: requirements and challenges for the 21st century**. International Journal of Critical Infrastructure Protection, v.8 , p.53–66, 2015.

AMARANTE, José Carlos Albano. A tecnologia militar: repercussões da Guerra do Golfo. **A Defesa Nacional**. N.755, p. 23–36, 1992.

ANDRADE, Fernanda Soares. **A solução brasileira: história do desenvolvimento do motor a álcool no DCTA**. São José dos Campos: SindCT, 2012.

BOSSONARO, Adriano A. et al. **Um Sistema Ciber-Físico para operações de Segurança de Infraestruturas críticas**. Artigo apresentado XIII SIGE In: SIMPÓSIO DE APLICAÇÕES OPERACIONAIS DE DEFESA, 13, 2011, São José dos Campos. **Anais. XIII SIGE**. ITA: São José dos Campos : ITA, 2011.

BRANDÃO, Ignácio de Loyola. **Gás em evolução** / Ignácio de Loyola Brandão, Okky de Souza. Rio de Janeiro: Desiderata Institucional, 2007.

BRASIL. MD-31-M-03. Doutrina para o sistema militar de comando e controle. Ministério da Defesa: Brasília, 2015.

BRASIL. Presidência da República. Gabinete de Segurança Institucional. Portaria nº 2-GSIPR/CH, de 8 de fevereiro de 2008. Institui Grupos Técnicos de Segurança de infraestruturas críticas (GTSIC) e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 11 fev. 2008. Disponível em: <[http://www.biblioteca.presidencia.gov.br/area-presidencia/pasta.2008-10-08.1857594057/pasta.2009-03-20.4393944761/pasta.2009-03-24.3858627784/pasta.2009-08-06.2098708078/pasta.2009-08-06.7125814726/PRTn.2 fev 2008 GSI.pdf](http://www.biblioteca.presidencia.gov.br/area-presidencia/pasta.2008-10-08.1857594057/pasta.2009-03-20.4393944761/pasta.2009-03-24.3858627784/pasta.2009-08-06.2098708078/pasta.2009-08-06.7125814726/PRTn.2%20fev%202008%20GSI.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2017.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria de Assuntos Estratégicos. **Desafios do Programa Espacial Brasileiro**, Brasília: SAE, 2011. 276p.

CARVALHO, Daniel Maier de; RIBEIRO, Carlos Henrique Costa; SUTERIO, Ricardo.. **Alertas automáticos em Sistemas de Comando e Controle: efeitos na consciência situacional**. In: Simpósio de Aplicações Operacionais em áreas de Defesa , 11., 2009, São José dos Campos. **Anais**. São José dos Campos: ITA. 2009.

CARVALHO, Joaquim F. de (Org). **O Brasil é viável?:** uma análise de aspectos críticos da realidade brasileira, seguida do esboço de diretrizes estratégicas para um projeto nacional. Prefácio de Carlos Lessa. – São Paulo: Paz e Terra, 2006.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. **Manual de Planejamento em defesa Civil**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Defesa Civil, 1999. v. 3.

CEPED. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Relatório de danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais no Brasil: 1995 - 2014/** Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres; Banco Mundial [Organização Rafael Schadeck] - Florianópolis: CEPED UFSC, 2016.

DEMETERCO, Fernando Antonio. Segurança das Infraestruturas críticas. **CICLO DE ESTUDOS ESTRATÉGICOS: PROTEÇÃO DAS INFRAESTRUTURAS CRÍTICAS**, 10. 2011. Anais. Disponível em < www.eceme.ensino.eb.br/meiramattos/index.php/RMM/article/viewFile/197/166 > Acesso em: 06 nov. 2015.

Departments of Energy, **Defense Partner to Install Fuel Cell Backup Power Units at Eight Military Installations**. Disponível em: < <http://energy.gov/articles/departments-energy-defense-partner-install-fuel-cell-backup-power-units-eight-military> > Acesso em: 16 fev. 2016.

DIEDRICH, Tiago José; GONÇALVES, Atair César; SILVA, Renan César Bento da. **Simulação cibernética e a capacitação de pessoal para operações militares no ciberespaço**. SPECTRUM – Revista do Comando-Geral de Operações Aéreas. n.19. 2016

DUNLOP, C.J. **Apontamentos para a história da iluminação da cidade do Rio de Janeiro**. Distribuição interna da Companhia de Carris, luz e Força do Rio de Janeiro Ltda. 1949.

Escola Superior de Guerra. **Subsídios para estudo dos Fundamentos Doutrinários**. Rio de Janeiro: ESG, 1997. V. II.

_____. Ministério da Defesa. Escola Superior de Guerra. **A sociedade brasileira e a defesa Nacional:** uma aproximação após a criação do ministério da defesa. Carlos Antonio Raposo de Vasconcellos. Rio de Janeiro: ESG, 2012. Disponível em: < <http://www.esg.br/images/Laboratorio/publicacoes/sociedadebrasileira.pdf> > Acesso em: 21 nov. 2016.

_____. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa & Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília: 2012.

FARIA, Antonio Fernando Garcez. **A geopolítica do petróleo: a nova perspectiva brasileira e seus reflexos para a Marinha do Brasil**. Trabalho de conclusão do Curso de Política e Estratégia Marítimas. (Escola de Guerra Naval). Rio de Janeiro: Escola de Guerra Naval, 2010.

FERNANDES, David; FERNANDES, Maria Tereza Cortez. **Imagens de Radar de Abertura Sintética como instrumento de auxílio na avaliação do impacto ambiental**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 9., Santos, 1998. **Anais**. Santos: INPE, 1998. p. 733-744.

FILHO, Ary Pelegrino. **A Influência da Missão Militar Francesa na ECEME**. PADECEME. ECEME, Rio de Janeiro, ed. especial, 2º quadrim. 2005. p.10-20.
FOGUEL, J; PAIVA, Ana Lúcia, MEDEIROS, Sabrina. Por uma análise das relações entre a segurança energética e a defesa. Revista da Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, v.20, n.2, p. 401-434, jul./dez. 2014.

FRATTINI, Eric. **Mossad – Os carrascos do Kidon**. Rio de Janeiro: Ed. SEOMAN, 2014

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. **Energia e meio ambiente no Brasil**. Estud. av., São Paulo, v. 21, n. 59, p. 7-20, Apr. 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142007000100003&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 06 Apr. 2017. doi.org/10.1590/S0103-40142007000100003.

GONÇALVES, Luiz Claudio. **Planejamento de energia e metodologia de avaliação ambiental estratégica: conceitos e críticas**. Curitiba: Juruá, 2009.
GUENA, Ana Maria de O. AQUINO, Afonso Rodrigues de. Energia Nuclear: a alternativa mais viável. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 11; SEMINÁRIO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR ENERGÉTICO. **Anais** 2006. Volume II: fontes renováveis de energia. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2006. p.1059.

GUTERRES, E. C. **Regulação de Riscos e Proteção de Infraestruturas Críticas: os novos ventos do fenômeno regulatório**. Revista de Direito Setorial e Regulatório, Brasília, v. 2, n. 1, p. 107-160, maio 2016.

HAGE, José Alexandre Altahyde. **O poder político na energia e relações internacionais: o difícil equilíbrio entre o direito e a busca de segurança do Estado brasileiro**. Revista Brasileira de Política Internacional. v.51, n.1, 169-186. 2008.

Introdução à qualidade e ao uso racional da Energia. PEN5008. Instituto de Energia e Ambiente. Notas de aula do Prof. Alexandre Piantini, 3º período de 2014.

IRTI, Natalino. Biodireito, tecnodireito e geodireito. Revista da Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo v. 102 p. 1171 - 1191 jan./dez. 2007.

LOVINS, Amory B. **Reinventando o Fogo: soluções ousadas de negócios na nova era de energia**. 2012.

MANKIW, N. Gregory. **Introdução à economia: princípios de micro e macroeconomia**. Rio de Janeiro: Elsevier: Campus, 2001

SEELIG, Marina; BOTELHO, Lauren Anne Botelho; SCHNEIDER, Paulo Smith. **Segurança energética, energia renovável e geração termelétrica: o caso do suprimento às capitais sede da Copa de 2014**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS PARA O MEIO AMBIENTE, 3., 2012, Bento Gonçalves – RS.

Anais. Memorandum of understanding between U.S Department of Energy and U.S. Department of Defense. Disponível em: < <http://energy.gov/downloads/enhance-energy-security-moupdf> > Acesso em: 17 fev. 2016.

NEVES, André Luiz Varella. **Mário Travassos: revolução de 30 & geopolítica do BRASIL**. Universidade Federal Fluminense. Disponível em: < <http://www.seer.ufrgs.br/rbed/article/viewFile/48724/30405> > Acesso em: 20 dez. 2015.

MATTOS, Carlos de Meira. **Geopolítica**. Rio de Janeiro: FGV, 2011. 1 v.

NUNES-VAZ, Rick. LORD, Steven. **Designing physical security for complex infrastructures**. International Journal of Critical Infrastructure Protection. v.7 p.178–192, 2014.

OLIVEIRA, Mariana Ribeiro Branco de. **A SEGURANÇA DAS INFRAESTRUTURAS CRÍTICAS EM PORTUGAL**. Dissertação com vista à obtenção do grau de Mestre em Direito e Segurança da Faculdade de Direito da Universidade Nova de Lisboa. Orientadora Prof. Dra. Paula Espírito Santo. Fev 2015

PASCUAL, Carlos (Org). **Energy Security: economics, politics, strategies, and implications**. Carlos Pascual and Jonathan Elkind, editors. Library of Congress Cataloging-in-Publication. 2009.

_____. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa & Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília: 2012.

PETROBRÁS. **Plano de Negócios e Gestão 2017-2021**. Disponível em < <http://www.investidorpetrobras.com.br/pt/apresentacoes/plano-de-negocios-e-gestao> >. Acesso em 07 jul.2017

PINHEIRO, Alane Costa; et al. **Guerra Híbrida e Ciberconflitos: Uma Análise das Ferramentas Cibernéticas nos Casos da Síria e Conflito Rússia-Ucrânia**. Disponível em <

http://www.defesa.gov.br/arquivos/ensino_e_pesquisa/defesa_academia/cadn/artigos/XIII_cadn/guerra_hibrida_e_ciberconflitos_uma_analise_das_ferramentas_ciberneticas_nos_casos_da_siria_e_conflito_russia-ucrania > obtido em dezembro de 2016

PIXININE, CMG Carlos Antonio Rodrigues. **A geopolítica do petróleo. a nova visibilidade do brasil. Reflexos para a MB: A adequação do Poder Naval Brasileiro.** Trabalho de Conclusão do Curso de Política e Estratégia Marítimas. (Escola de Guerra Naval). Rio de Janeiro: Escola de Guerra Naval, 2009.

RECIPE. **Good Practices manual for CIP policies for policy makers in Europe.** With the support of the Prevention, Preparedness, and Consequence Management of Terrorism and other Security-related Risks Programme. European Commission. Directorate-General Home Affairs. TNO 2011.

REHAK, David; MARKUCIA, Jiri; HROMADAD, Martin; BARCOVA, Karla. **Quantitative evaluation of the synergistic effects of failures in a critical infrastructure system.** International Journal of Critical Infrastructure Protection. v.14 p.3–17, 2016.

RINALDI Steven M.; PEERENBOOM, James P., and KELLY, Terrence K. Kelly. **Identifying, Understanding, and Analyzing Critical Infrastructures Interdependencies.** IEEE Control Systems Magazine. 2001

RODRIGUES, Larissa Araújo. **Análise institucional e regulatória da integração de energia elétrica entre o brasil e os demais membros do mercosul.** Dissertação (Mestrado). Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo: IEE-USP, 2012.

SAUER, Ildo L; RODRIGUES, Larissa Araújo. Pré-sal e Petrobrás além dos discursos e mitos: disputas, riscos e desafios. REVISTA DE ESTUDOS AVANÇADOS DA USP. N.30 (88), 2016

SINGH, Abhishek Narain. GUPTA, M P. OJHAB, Amitabh. **Identifying critical infrastructure sectors and their dependencies: An Indian scenario.** International Journal of Critical Infrastructure Protection, v.7 ,p.71–85, 2014.

SIQUEIRA, Iony Patriota de. **Redes de infraestruturas críticas: análise de desempenho e riscos dos setores de energia, petróleo, gás, água, finanças, logística e comunicações.** Rio de Janeiro: Interciência, 2014. 580 p.

SOUSA, Joaquim Ferreira De. **A CRISE FINANCEIRA MUNDIAL NO ALVORECER DO SÉCULO XXI E SEUS REFLEXOS NA ESTRATÉGIA DA MARINHA DO BRASIL DE DEFESA DAS INSTALAÇÕES PETROLÍFERAS DO PRÉ-SAL.** Monografia apresentada à Escola de Guerra Naval como

requisito parcial para a conclusão do Curso de Política e Estratégia Marítimas. Orientador: CF Roberto Loiola Machado. Rio de Janeiro: Escola de Guerra Naval. 2009

SOUZA, Larissa et al. **Análise de Dependabilidade de redes de infraestruturas crítica: um estudo de caso na Indústria de Petróleo.** In: CONGRESSO RIO AUTOMAÇÃO, 2015, Rio de Janeiro. **Anais.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis, 2015.

STERGIOPOULOS, George. et al. **Risk mitigation strategies for critical infrastructures based on graph centrality analysis.** *International Journal of Critical Infrastructure Protection* , v10, p.34-44, 2015.

STERGIOPOULOS, George. et al. **Time-based critical infrastructure dependency analysis for large-scale and cross-sectoral failures.** *International Journal of Critical Infrastructure Protection* ,v12, p.46-60, 2016.

THOMAS, José Eduardo (org). **Fundamentos de Engenharia de Petróleo.** 2ed. Rio de Janeiro: Interciência: PETROBRÁS, 2004.

Usos Finais e Demanda de Energia. PEN5003. Instituto de Energia e Ambiente. Notas de aula do Prof. Ildo Luis Sauer, 2º período de 2014.

VASCONCELOS. Carlos Antonio Raposo de. **A sociedade brasileira e a Defesa Nacional: uma aproximação após a criação do Ministério da Defesa.** Artigo faz parte de um capítulo do livro sobre Desafios Gerenciais de Defesa. Disponível em < <http://www.esg.br/images/Laboratorio/publicacoes/sociedadebrasileira.pdf> > obtido em: 26jul2017

VESENTINI, José William. **O que é geopolítica?** Disponível em: < www.geocritica.com.br/geopolitica.htm > Acesso em: 11 fev. 2016.

VICENTE, Eliseu Pereira. **A proteção das infraestruturas críticas em energia.** In: X Ciclo de estudos Estratégicos, 10, 2012. Anais. Rio de Janeiro: ECEME. 2012.

VISACRO, A. **Guerra irregular: terrorismo, guerrilha e movimentos da resistência ao longo da história.** São Paulo: Contexto, 2009 .

YERGIN, Daniel. **A busca – Energia, Segurança e a reconstrução do mundo moderno.** 1ed. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2014

WEINTRAUB, SYDNEY. et al. **Cooperação energética nas Américas: entraves e benefícios** . Organizadores Sidney Weintraub, Annete Hester, Veronica R. Prado; Tradução Donaldson Garschagen. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

WHITTAKER, David J. (Org). **Terrorismo: um retrato**. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 2005.

WINN, Michael. et al. **Constructing cost-effective and target able industrial control system honeypots for production networks**. International Journal of Critical Infrastructure Protection, v.10, pag.47–58.